



**Food and Agriculture Organization  
of the United Nations**

**Продовольственная и  
сельскохозяйственная организация  
Объединенных Наций**



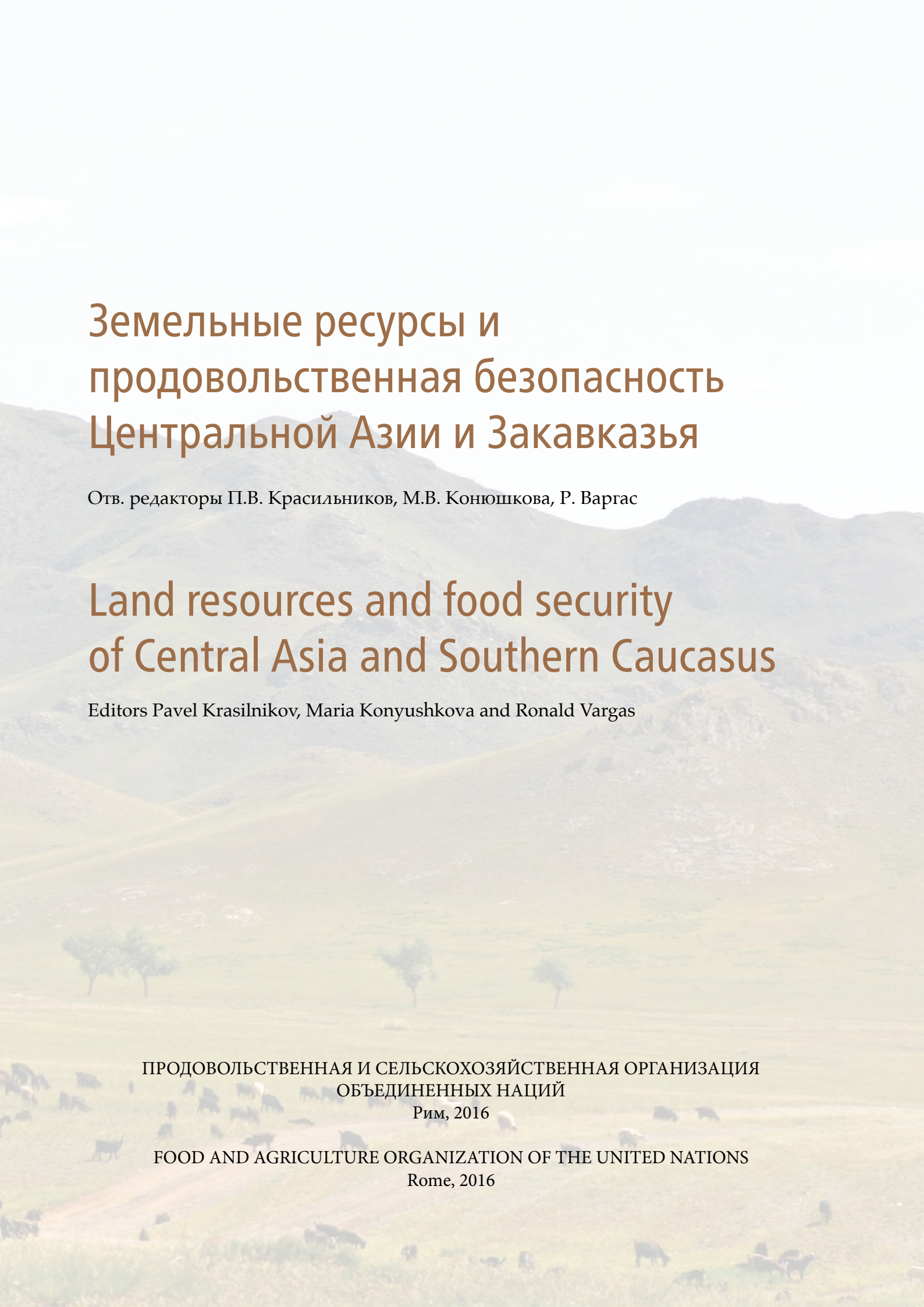
**Eurasian Center  
for Food Security**

**Евразийский центр  
по продовольственной  
безопасности**

**Земельные ресурсы и  
продовольственная безопасность  
Центральной Азии и Закавказья**

**Land resources and food security  
of Central Asia and Southern Caucasus**





# Земельные ресурсы и продовольственная безопасность Центральной Азии и Закавказья

Отв. редакторы П.В. Красильников, М.В. Конюшкова, Р. Варгас

## Land resources and food security of Central Asia and Southern Caucasus

Editors Pavel Krasilnikov, Maria Konyushkova and Ronald Vargas

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ  
Рим, 2016

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS  
Rome, 2016

---

# Отказ от ответственности и авторские права

Используемые обозначения и представление материала в настоящем информационном продукте не означают выражения какого-либо мнения со стороны Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) относительно правового статуса или уровня развития той или иной страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ или рубежей. Упоминание конкретных компаний или продуктов определенных производителей, независимо от того, запатентованы они или нет, не означает, что ФАО одобряет или рекомендует их, отдавая им предпочтение перед другими компаниями или продуктами аналогичного характера, которые в тексте не упоминаются.

Мнения, выраженные в настоящем информационном продукте, являются мнениями автора (авторов) и не обязательно отражают точку зрения ФАО.

ФАО поощряет тиражирование и распространение материалов, содержащихся в настоящем информационном продукте. Разрешается их копирование, скачивание и распечатка для персонального использования, исследовательских и образовательных целей, или для использования в некоммерческих продуктах и услугах, при условии что приводится надлежащая ссылка на ФАО как источник и держатель авторского права, и что ни в какой форме не утверждается, что ФАО поддерживает взгляды, продукты и услуги пользователя данного материала.

Заявки на получение разрешения на тиражирование или распространение материалов ФАО, защищенных авторским правом, а также все другие запросы, касающиеся прав и лицензий, следует направлять по электронной почте по адресу: [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org)

## Disclaimer and Copyright

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), or of Lomonosov Moscow State University (MSU) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO, or MSU in preference to others of a similar nature that are not mentioned. The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views or policies of FAO, or MSU.

FAO encourages the use, reproduction and dissemination of material in this information product. Except where otherwise indicated, material may be copied, downloaded and printed for private study, research and teaching purposes, or for use in non-commercial products or services, provided that appropriate acknowledgement of FAO as the source and copyright holder is given and that FAO's endorsement of users' views, products or services is not implied in any way.

All requests for translation and adaptation rights, and for resale and other commercial use rights should be made via [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request) or addressed to [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

FAO information products are available on the FAO website ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)) and can be purchased through [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)

ISBN 978-92-5-009329-1

© FAO, 2016

Фото на обложке / Cover photo ©FAO/Matteo Sala

---

---

# Содержание

## ПРЕДИСЛОВИЕ

П.В. Красильников, М.В. Конюшкова, Р. Варгас

VIII

## ЧАСТЬ 1. ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В НАЧАЛЕ ТРЕТЬЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

### ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Духовный В.А., Стулина Г.В., Мухамеджанов Ш.Ш., Дегтярева А.С. 1

### ГЛАВА 2. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ПОСТСОВЕТСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Аветисян С.С. 24

### ГЛАВА 3. НА ПУТИ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Айдаров И.П., Панкова Е.И. 50

## ЧАСТЬ 2. ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ: ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

### ГЛАВА 4. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ УЗБЕКИСТАНА И ВОПРОСЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Кузиев Р.К., Гафурова Л.А., Абдрахмонов Т.А. 75

### ГЛАВА 5. ДЕГРАДАЦИЯ ЛЕССОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАК РЕЗУЛЬТАТ ИНТЕНСИВНОГО ОРОШЕНИЯ

Мавлянова Н.Г., Рахматуллаев Х.Л., Тураева С.Т. 129

### ГЛАВА 6. УСТОЙЧИВОЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ И СОПРЯЖЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ СРЕДСТВАМИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОЕКТОВ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Куст Г.С., Сампат Т.В., Джайн Н., Мотг Дж., Андреева О.В., Армстронг А., Чилдресс М., Рахимов Р.Н., Холов Н.С. 155

### ГЛАВА 7. ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ АРМЕНИИ

Аветисян С.С. 195

### ГЛАВА 8. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Сулейманов Р.Р., Габбасова И.М. 207

---

**ГЛАВА 9. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДХОДОВ И МЕТОДОВ ФАО ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ И УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ**

Абдуллаев У.В., Хасанханова Г.М., Хамзина Т.И., Ибрагимов Р.,  
Таряникова Р.В., Панкова Е.И.

**229**

**ЧАСТЬ 3. ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
КАК КОМПЛЕКСНАЯ ЗАДАЧА**

**ГЛАВА 10. ОПЕРАТИВНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ПОСЕВОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ**

Луциян Е.А., Савин И.Ю., Толпин В.А., Нестеренко А.А.

**250**

**ГЛАВА 11. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РАСТЕНИЙ – НЕИСЧЕРПАЕМЫЙ ИСТОЧНИК СТРЕСС УСТОЙЧИВЫХ ФОРМ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ**

Насырова Ф.Ю.

**274**

**ГЛАВА 12. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

Панкова Е.И., Соловьёв Д.А., Рухович Д.И., Савин И.Ю.

**309**

**ГЛАВА 13. ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ HALOXYLON ARHULLUM В УСЛОВИЯХ ПУСТЫНЬ УЗБЕКИСТАНА**

Лебедева М.П., Шуйская Е.В., Тодерич К.Н.

**370**

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

**394**

---

# Contents

## FOREWORD

P.V. Krasilnikov, M.V. Konyushkova, R. Vargas **IX**

## **PART 1. FOOD SECURITY AT THE BEGINNING OF THE THIRD MILLENNIUM**

### CHAPTER 1. THE PROBLEMS OF FOOD SECURITY IN CENTRAL ASIA

Duhovny V.A., Stulina G.V., Mukhamedzhanov Sh.Sh., Degtyareva A.S. **1**

### CHAPTER 2. SOME SPECIFIC FEATURES OF AGRICULTURAL LAND USE IN THE POST-SOVIET COUNTRIES

Avetisyan S.S. **24**

### CHAPTER 3. ON THE WAY TO THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CENTRAL ASIAN COUNTRIES

Aidarov I.P., Pankova Ye.I. **50**

## **PART 2. LAND RESOURCES: THE ISSUES OF THEIR DEGRADATION AND THE WAYS TO ADDRESS THEM**

### CHAPTER 4. SOIL RESOURCES OF UZBEKISTAN AND THE ISSUES OF FOOD SECURITY

Kuziev R.K., Gafurova L.A., Abdrakhmonov T.A. **75**

### CHAPTER 5. THE DEGRADATION OF THE LOESS AREAS AS A RESULT OF INTENSIVE IRRIGATION

Mavlyanova N.G., Rakhmatullaev Kh.L., Turaeva S.T. **129**

### CHAPTER 6. SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT AND RELEVANT ENVIRONMENTAL ISSUES: THE CASE STUDIES OF IMPLEMENTATION PERFORMED BY THE INTERNATIONAL PROJECTS IN TAJIKISTAN

Kust G.S., Sampat T.V., Jain N., Mott J., Andreeva O.V., Armstrong A., Childress M., Rakhimov R.N., Kholov N.S. **155**

### CHAPTER 7. FOOD SECURITY AND AGRICULTURAL LAND USE IN ARMENIA

Avetisyan S.S. **195**

### CHAPTER 8. THE ASSESSMENT OF THE STATE AND ENHANCEMENT OF SOIL FERTILITY OF SOUTHERN CHERNOZEM UNDER LONG-TERM AGRICULTURAL USE

Suleymanov R.R., Gabbasova I.M. **207**

---

**CHAPTER 9. THE EXPERIENCE IN THE USE OF FAO APPROACHES AND METHODS FOR REHABILITATION OF DEGRADED LANDS AND SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT IN UZBEKISTAN**

Abdullaev U.V., Khasankhanova G.M., Khamzina T.I., Ibragimov R.,  
Taryanikova R.V., Pankova Ye.I.

**229**

**PART 3. FOOD SECURITY AS A COMPLEX TASK**

**CHAPTER 10. REAL-TIME SATELLITE MONITORING OF CROPS AND YIELD FORECASTING**

Lupyan E.A., Savin I.Yu., Tolpin V.A., Nesterenko A.A.

**250**

**CHAPTER 11. GENETIC RESOURCES OF PLANTS AS THE INEXHAUSTIBLE SOURCE OF STRESS RESISTANT FORMS FOR BREEDING**

Nasyrova F.Yu.

**274**

**CHAPTER 12. THE ORGANIZATION OF MONITORING OF SOIL SALINITY IN THE IRRIGATED LANDS OF CENTRAL ASIA WITH THE USE OF REMOTE SENSING DATA**

Pankova Ye.I., Soloviev D.A., Rukhovich D.I., Savin I.Yu.

**309**

**CHAPTER 13. SOIL FORMING PROCESSES AND GENETIC DIVERSITY OF HALOXYLON APHYLLUM IN THE DESERTS OF UZBEKISTAN**

Lebedeva M.P., Shuiskaya Ye.V., Toderich K.N.

**370**

**REFERENCES**

**394**





---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Данная книга была подготовлена субрегиональным Евразийским почвенным партнерством (ЕАПП), которое было учреждено в ноябре 2013 года на конференции в Москве (Россия). Оно является частью Глобального почвенного партнерства – международной инициативы, поддерживаемой ФАО. На встрече ответственных представителей стран-участников ЕАПП в Измире (Турция, 2015) был принят План имплементации субрегионального партнерства, в котором предусмотрено издание научных и научно-практических материалов, имеющих значение для устойчивого использования почвенных ресурсов в регионе.

Данная публикация ЕАПП направлена на интеграцию усилий исследователей и практических специалистов, работающих в области рационального использования почвенных ресурсов, для решения масштабных задач по сохранению и улучшению почвы как важнейшего природного ресурса. Предполагается, что это будет способствовать решению задач устойчивого землепользования в широком контексте, включающем климатические изменения, социально-экономическую ситуацию в регионе, вопросы, связанные с деградацией земель и опустыниванием, отражая значимость почвы в регионе для обеспечения продовольственной безопасности. Продовольственная безопасность традиционно рассматривается как экономическое понятие. Под ним обычно понимается способность общества произвести или приобрести необходимое для населения количество продовольствия, относительно справедливо распределить это продовольствие, а также обеспечить определённые стандарты его качества. Очевидно, что каждый из компонентов зависит не только от чисто экономических показателей, но и от целого ряда факторов, связанных с природными ресурсами и их состоянием. Среди природных ресурсов, определяющих продовольственную безопасность, одно из первых мест по праву принадлежит почве. Исходное плодородие почвы, почвенные свойства, лимитирующие сельскохозяйственное использование почв и степень антропогенной деградации почв, в значительной степени определяют все компоненты продовольственной безопасности. Данная книга посвящена поиску ответов на вопросы о том, какова современная ситуация с почвенными ресурсами в Центральной Азии и Закавказье, как она связана с продовольственной безопасностью и как через воздействие на почвы можно улучшить снабжение населения продовольствием.

В книге три части. Первая из них посвящена общим вопросам продовольственной безопасности и устойчивого развития, роли почвенных ресурсов в их обеспечении. Во второй части охарактеризованы собственно земельные ресурсы региона, освещены вопросы их оценки, деградации и успешные практики их восстановления. Третья часть ставит оценку и функционирование почв в контекст системного подхода, который охватывает множественные компоненты ландшафта. Мы надеемся, что данная книга окажется полезной сводкой как по вопросам продовольственной безопасности, так и по проблематике почвенных ресурсов в Центральной Азии, Южном Кавказе, а также в регионах с близкими природными и социально-экономическими условиями.

Издание подготовлено совместно Евразийским центром по продовольственной безопасности и Секретариатом Глобального почвенного партнерства (ФАО).

П.В. Красильников, М.В. Конюшкова, Р. Варгас

---

## FOREWORD

---

This book is the first volume of the Transactions of the Eurasian Soil Partnership. Sub-regional Eurasian Soil Partnership (EASP) was established in November 2013 at the Moscow Conference. It is a part of FAO-based international initiative Global Soil Partnership. Later at the meeting in Izmir (Turkey, 2015) the “focal points” of the partner countries of EASP endorsed the Implementation Plan of the subregional partnership, which implied publication of scientific basic and applied materials related to sustainable soil management in the region. The publication of the Transactions of EASP is aimed at integration of the efforts of researchers and practitioners working in the area of sustainable management of soil resources for addressing major tasks on the preservation and improvement of soil as the paramount natural resource. It is expected that this and the following issues of the Transactions of EASP will promote sustainable land management in a broad context, including climatic change, socioeconomic situation in the region, land degradation and desertification etc. The first volume is an outcome of the analysis of the importance of soils for regional food security.

Food security has traditionally been viewed as an economic concept. Under this term we usually refer to the ability of society to produce or acquire the necessary amount of food for the population, sharing this food in a relatively fair manner, and providing certain standards for its quality. Obviously, each of the components depends not only on purely economic indicators, but also on a number of factors related to natural resources and their condition. Of natural resources, which define food security, one of the first places rightfully belongs to soil. Initial soil fertility, soil properties that limit the agricultural use of the soil, and the degree of its anthropogenic degradation largely determine all the components of food security.

This book is aimed at finding answers to questions about what the current situation with soil resources in the region of Central Asia and Southern Caucasus as related to food security, and how we can improve the food supply through the impact on the soil. The book consists of three parts. The first part is devoted to common issues of food security and sustainable development, and to the role of soil resources in their maintenance. The second part is about land resources, the assessment of their degradation and successful practices of their recovery. The third part puts assessment and soil functioning in the context of a systematic approach, which encompasses multiple components of the landscape.

We hope that this book will be useful as a summary on food security and on the issues of soil resources for Central Asia and South Caucasus as well as for the geographically close regions similar in natural and socioeconomic conditions.

This publication has been prepared jointly by the Eurasian Center for Food Security and the Secretariat of the Global Soil Partnership (FAO).

P.V. Krasilnikov, M.V. Konyushkova, R. Vargas

ЧАСТЬ 1.  
Продовольственная  
безопасность  
в начале третьего  
тысячелетия

PART 1.  
Food security  
at the beginning  
of the third  
millennium







# Глава 1. Проблемы продовольственной безопасности в Центральной Азии

*Духовный В.А., Стулина Г.В., Мухамеджанов Ш.Ш., Дегтярева А.С.  
(Научно-информационный центр Межгосударственной  
координационной комиссии по воде)*

## Chapter 1. The problems of food security in Central Asia

*Dukhovny V.A., Stulina G.V., Mukhamedzhanov Sh.Sh., Degtyareva A.S.  
(Interstate Commission for Water Coordination of Central Asia)*

Известно, что после приобретения независимости страны Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан) претерпели резкий спад производства продуктов питания и рост импорта продовольствия. Но уже начиная с 2000 г. все государства Центральной Азии продвигались по пути стабильного роста сельскохозяйственного производства, что позволило значительно улучшить ситуацию в регионе с продовольственной обеспеченностью населения. Принимая во внимание подход ФАО к продовольственной безопасности, основанный на физическом, социальном и финансовом доступе людей к необходимому продовольствию, ниже дается анализ ситуации с общим (региональным) и национальным для каждого из 5 государств продовольственным балансом. Различия в природных, социальных и аграрных условиях, экономическом потенциале, также как и в политической стратегии в сфере водного и сельскохозяйственного развития создали различия в социальном и, особенно, в финансовом потенциале государств и зон в плане постоянной поддержки и гарантии благосостояния населения, включая питание и борьбу с бедностью. Увеличение числа социально и финансово слабых государств и зон зависит от конкретных политических и экономических мер как части государственного управления создания этической, духовной и образовательной системы для борьбы с недостаточным и избыточным питанием с целью достижения здорового образа жизни.

В то же самое время для противостояния дестабилизирующим силам, которые могли бы оказать влияние на продовольственную безопасность в регионе, необходимо найти способ широкого вовлечения общества, увеличения потенциала заинтересованных лиц, ликвидации потерь в пищевой цепи (хранение, обработка, маркетинг, информация) и организации тренингов и консалтинговых услуг для фермеров, дехкан, продавцов и ассоциаций водопользователей для достижения потенциальной продуктивности в сельском хозяйстве и смежных областях. Создание сети “Центров знаний для образования, тренинга и консультаций в продовольственной безопасности” для оказания широкой помощи различным заинтересованным лицам в аграрных, правовых, социальных вопросах и вопросах по кредитам увеличит не только физический потенциал национального производства продуктов питания, но также и социальный и финансовый доступ к хорошему и здоровому питанию. Мобилизация гендера и махалли (местных общин) также будет представлять собой отличный вклад в решение этой проблемы.

It is well-known that since independence was gained by the Central Asian countries (Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan, and Uzbekistan), they have undergone a dramatic drop in foodstuff production and an increase in food import. However, as early as since 2000, the steady growth of agrarian production has been observed in these countries that allowed improving significantly situation with food supply for population in the region. Taking into account a FAO's approach to food security based on the physical, social and economic access by people to sufficient food, the paper analyzes the situation with international and national food balance for each of the five countries. The differences in natural, social and agrarian conditions, as well as economic capacities, water and agricultural policies resulted in different social and especially financial capacities of states and zones for continuous support and guarantee of population's wellbeing, including nutrition and poverty reduction. The increase in number of socially and financially weak states and zones is determined by certain political and economic measures as part of state governance and creation of ethic, mental and educational frames for combating under- and over-nutrition in order to achieve healthy lifestyle.

At the same time, for confronting the destabilizing forces that could impact the regional food security it is necessary to find a way for broad involvement of the public, building of stakeholders' capacities, eradication of losses in food chain (storage, processing, marketing, information), and organization of training and extension services for farmers, *dehkans* (peasants), sellers and water user associations for achievement of potential productivity in agriculture and associated sectors. Establishment of a network of "Knowledge Centers for education, training and consultations in food security" with the aim of rendering broad assistance to different stakeholders in agrarian, legal, credit and social issues will increase not only physical capacity of national food production, but also social and financial access to good and healthy food. Mobilization of gender and *mahallya* (local community) audience will be also an excellent contribution to solution of this problem.

## ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Для Центральноазиатского региона особое значение имеет гарантия продовольственной безопасности в силу замкнутого характера региона, большой доли сельского населения и низкого уровня его доходов, перехода от плановой централизованной экономики к рыночной и одновременно в связи с ростом конкурентных высокоэффективных пользователей воды, таких как гидроэнергетика и промышленное производство.

Тем не менее, во всех странах Центральной Азии национальная политика нацелена на обеспечение собственной продовольственной безопасности своим балансом производства. Учитывая благоприятные природные условия в регионе, достижение продовольственной безопасности ограничивается площадью орошаемых земель, их продуктивностью, а также объемом и продуктивностью использования воды. Важность этого направления в политике государств была подтверждена на региональной конференции "На пути к 6-му Всемирному Водному Форуму", где был представлен и обсужден между участниками из всех стран региона данный специальный тематический приоритет. Принимая во внимание тот факт, что сельское население в некоторых Центральноазиатских странах составляет более 60% и благосостояние этого населения связано в основном с аграрным производством, национальная и региональная продовольственная безопасность тесно связаны с искоренением бедности и достижением Целей Развития Тысячелетия (ЦРТ).

Этот вывод поддерживается многими отчетами, которые были представлены со стороны ПРООН, Всемирного банка, Азиатского банка развития, а также нашими собственными исследованиями и опросами, особенно по гендерным вопросам.

По общему балансу производства и потребления продуктов питания страны Центральной Азии в целом обеспечены зерном, молоком и молочными продуктами, овощами и фруктами, бахчевыми, картофелем, хотя дефицит этих продуктов и наблюдается в некоторых странах (например, недостаточное снабжение зерном наблюдается в Кыргызстане и Таджикистане) (Духовный, Стулина, 2011). Рост производства аграрной продукции и продукции животноводства, как отмечается в последней публикации Статистического ежегодника ФАО (FAO Statistical Yearbook, 2012), в четырех из пяти стран (Казахстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан) превышает прирост населения, составляющего около 1.2 – 1.5% в год, за исключением Туркменистана, где этот показатель был более 2%. Сравнение 2000 г. и 2009 г. показывает, что средний годовой показатель роста производства продуктов питания составляет 4.5% в Казахстане, 7.1% в Таджикистане, 5.1% в Туркменистане и 4.8% в Узбекистане. Только у Кыргызстана данный показатель остается низким – 0.8% ежегодно. Тем не менее, согласно этому же источнику (FAO Statistical Yearbook, 2012), самообеспеченность каждой из этих стран равна 123.6%; 80.8%; 57.4%; 89.5% и 84.1% соответственно. Низкий уровень в Таджикистане является результатом вооруженных столкновений, которые имели место в первые годы независимости, и незавершенных реформ в аграрном секторе. Узбекистан как наиболее населенная страна в регионе уверенно идет к полной физической продовольственной безопасности: собственное производство пшеницы увеличилось за 15 лет с 17.8 до 85.3%; картофеля – с 55.7 до 98.2%; мяса – с 88.8% до 98.4%, овощей – до 120% и фруктов – до 142%.

Согласно определению ФАО, продовольственная безопасность существует, когда все люди в любой момент времени имеют физический, социальный и экономический доступ к достаточно безопасному и питательному продовольствию, которое отвечает их рациону питания и предпочтениям в еде для активной и здоровой жизни.

Таким образом, в разрезе продовольственной безопасности должны быть проанализированы три типа доступа:

- Физический доступ определяется способностью страны производить (или импортировать) необходимое количество требуемых запасов продовольствия на основе продовольственного баланса, отражающего потребности и производство.
- Социальный доступ определяется государственной политикой продовольственного обеспечения для всех слоев населения на основе равного доступа к продовольствию. Социальный доступ должен также включать в себя поощрение соответствующего питания - социально здоровое общество не переедает и не голодает!!!
- Экономический доступ означает, что все слои населения могут получить достаточно продовольствия в соответствии с их финансовыми возможностями.



Общая картина существующего физического доступа к продовольствию в государствах Центральной Азии отражена в Таблице 1.1. В ней показана также не только способность государства обеспечить свое население в соответствии с его потребностями, но и определенные специфические характеристики питания в регионе. Наша предыдущая публикация, основанная на опросе, проведенном в рамках программы “Гендер и вода”, и статистических исследованиях первого периода независимости обнаружили, что более обеспеченные граждане обычно не имели продовольственной корзины, рекомендованной для европейцев и используемой до независимости (Stulina, Torguzova, 2005). Местный рацион питания характеризуется большим количеством фруктов, бахчевых, овощей и ограниченным потреблением мяса. С этой точки зрения, сравнение национальных показателей подчеркивает очевидный дефицит продуктов животноводства в Таджикистане.

**Таблица 1.1. Физический доступ к продовольствию в Центральноазиатских государствах в 2009 г.**

Продукт	Норма на чел.	Фактическое потребление, кг/чел./год				
		Казахстан	Кыргызская Республика	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан
Хлеб и хлебобулочные изделия	130	129,6	182,4	153,6	нет данных	148
Картофель	76	114,7	107,2	34,7	32,1	33,2
Овощи и бахчевые	140	174	153,4	151,8	138,3	207,6
Фрукты и ягоды	35	40,3	32,5	22,8	47,8	68,0
Мясо	60	62,6	36,9	14,7	58,6	28,4
Молоко и молочные продукты		267,2	200,1	57,9	143,4	138,3

Специальная оценка социального и экономического доступа к продовольствию будет сделана ниже.

## **ВЫЗОВЫ БУДУЩЕГО**

Несмотря на значительный рост производства продовольствия за последние десять-пятнадцать лет в Центральной Азии, одной из важнейших проблем, с которыми общество сталкивается сегодня, остается задача прокорма будущего населения региона (включая Афганистан) в условиях резкого увеличения вероятных потребностей к середине 21-го века. Было подсчитано, что для удовлетворения ожидаемого спроса на продукты питания без значительного повышения цен мир должен производить на 70-100 процентов больше продуктов питания из-за изменения климата, городского перенаселения и угроз энергетической безопасности.

Несмотря на появление в последние десятилетия большого количества инноваций и технологического прогресса, эта комбинация движущих сил создает новые комплексные проблемы для мирового сельского хозяйства, которое находится под давлением выполнения задачи обеспечения продовольственной и энергетической безопасности способами, которые являются экологически и социально устойчивыми. Осложняет дело и то, что на протяжении последних пяти лет наблюдается растущая неустойчивость цен на продукты питания, вызывающая серьезные последствия для беднейших регионов мира, которые были наиболее заметны во время скачков цен на продовольственные товары в 2007 - 2008 годах.

*Рост населения* в сочетании с относительной устойчивостью сельского населения создает необходимость увеличения производства продуктов питания и, в первую очередь, ликвидации продовольственного дефицита, как, например, в Таджикистане и в некоторых областях Кыргызстана на некоторые виды продуктов, с одной стороны, так и необходимость дополнительных рабочих мест в сельской местности, а также повышенного внимания к сохранению плодородия почв, с другой стороны. В нынешних условиях реструктуризации сельского хозяйства, размельчения сельскохозяйственных пользователей, резкого уменьшения размеров хозяйств (Кыргызстан, Таджикистан и др.) выдвигаются на передний план проблемы, связанные со снижением плодородия почвы, снижением объема аграрного производства, расточительным использованием воды и ухудшением мелиоративного состояния сельскохозяйственных земель.

*Контроль плодородия почвы* имеет большое значение для повышения и поддержания агрономической продуктивности и продуктивности биомассы. Питательные вещества, полученные из сельскохозяйственных культур (например, зерен, корней и клубней, соломы, плодов, древесины), должны быть восполнены так, чтобы сохранялось природное содержание питательных веществ в почве. Активно контролируемые агроэкосистемы устойчивы в долгосрочной перспективе только в том случае, если выходы всех производимых компонентов уравновешены соответствующими вложениями. Поставляется ли для получения желаемого выхода необходимое количество питательных веществ для растений за счет органических (биоудобрений) или неорганических (синтетических химических веществ) материалов - это вопрос логистики, доступности, цены, воздействия на окружающую среду и шкалы, по которой оцениваются питательные источники и поглотители. Растения не дифференцируют поставляемые питательные вещества по типу источника - органического или неорганического. Важным моментом является наличие питательного вещества в достаточном количестве, в соответствующих формах и на определенных фенологических стадиях, когда наличие питательных веществ имеет решающее значение для оптимального роста и урожайности. Между тем ориентация на текущие, а не на долговременные результаты, привела к ликвидации севооборотов, а в сочетании с повсеместным снижением химических и органических удобрений в целом в 1.5-2 раза по сравнению с 1990 г. наносит большой вред будущему сельскому хозяйству. Хотя Узбекистан, например, обратил серьезное внимание на эту проблему и благодаря созданию Национального Фонда мелиоративного улучшения земель стабилизировал средний бал бонитета по стране и даже увеличил его по стране на 1.5-2.5 %, но это скорее исключение, чем правило.

Эта проблема усложнилась с учетом того, что процесс реструктуризации сельскохозяйственных предприятий проходил в разных государствах по-разному. Стремление к рынку и частичная приватизация земель очень часто шли в непродуктивном направлении. Частные фермерские хозяйства в Кыргызстане со средней первоначальной площадью в 0.5 га сейчас объединяются до размера в 5 га; незавершенное распределение земель в Таджикистане с попытками каждого собственника иметь хоть и маленький, но зато свой собственный надел земли; создание в Узбекистане, помимо крупных арендуемых фермерских хозяйств в 30-100 га, дехканских фермерских хозяйств с маленьким участком земли в 0.5 га - все эти преобразования привели к неспособности организовать сильное и высокоэффективное сельское хозяйство. Более того, мелкие слабые фермеры не могут создать такой финансовый и экономический потенциал, который позволил бы планирование инвестиций в мелиорацию земли.

*Чрезмерное удаление плодородного поверхностного слоя почвы вследствие водной и ветровой эрозий является важной формой деградации почв и ведет к опустыниванию.* Поскольку органическое вещество почвы и питательные вещества растений сконцентрированы в поверхностном слое почвы, то в первую очередь, наряду с илистой фракцией, удаляются и эти вещества.

В этих условиях интенсификация сельского хозяйства должна найти новые подходы и решения, нацеленные на поддержание и умножение плодородия земли и поиск соответствующих высокодоходных культур, позволяющих повысить прибыльность и вклад фермера в структуру земель, учитывая, что с ликвидацией крупных хозяйств (колхозов и совхозов) качество агрономического обслуживания резко ухудшилось. Измельчение размеров хозяйств также снижает возможности использования высокопроизводительной техники и оборудования по поддержанию плодородия. Для сравнения, если раньше в регионе производилось до 1000 длинноразовых планировщиков, сотни глубоких рыхлителей, то ныне эта техника вообще не применяется в хозяйствах.

## ПРОГНОЗЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

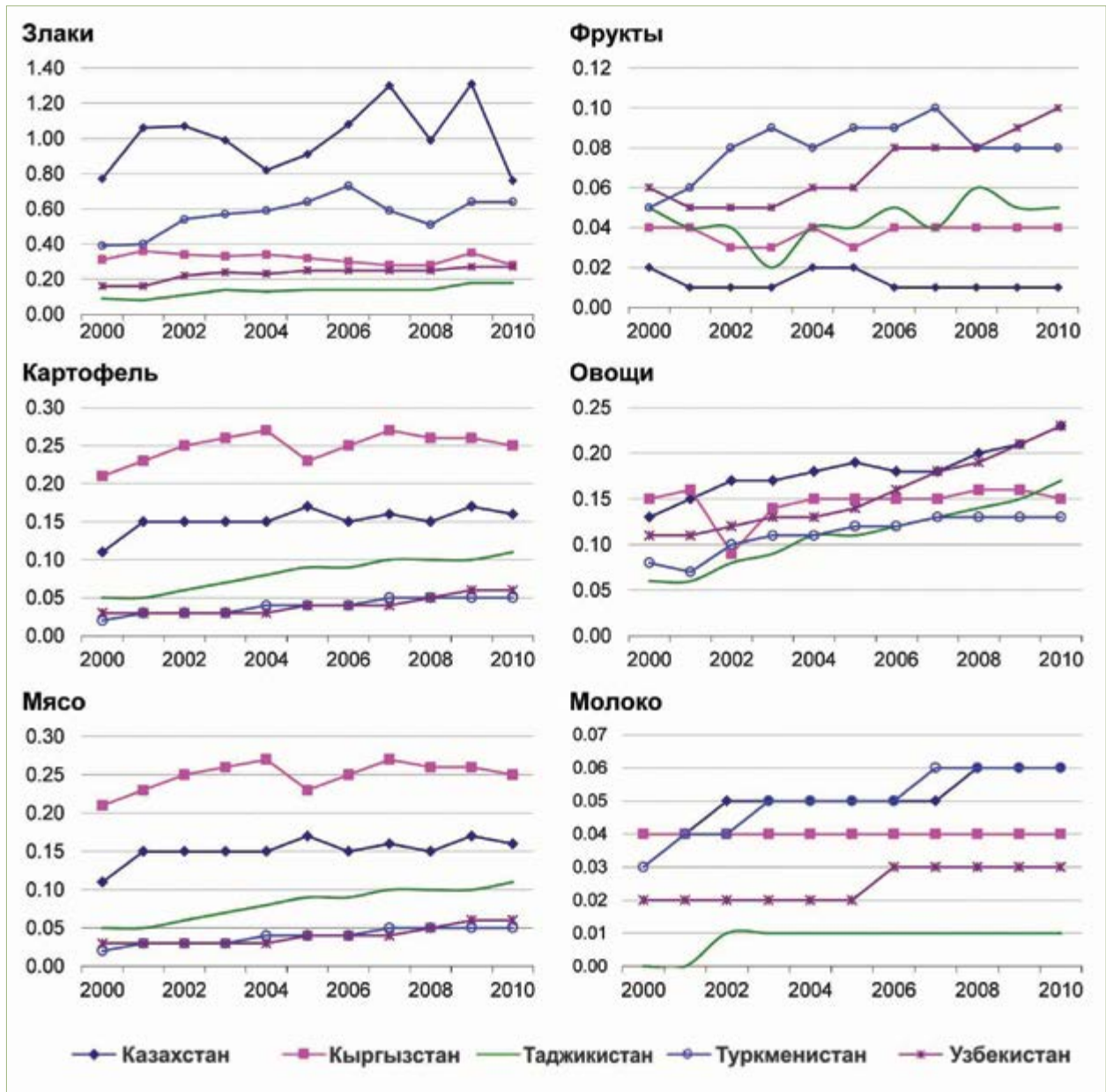
Прогнозы изменения климата указывают на глобальное потепление в течение следующих 50 лет, однако последствия роста температур на характер распределения осадков в большей части земного шара остаются гораздо менее определенными (Parry et al., 2007). Вмешательства необходимы в различных масштабах, от малых ареалов до больших территорий, водоразделов, водосборов и, в конечном счете, до целых речных бассейнов, с акцентом на увеличение производительности как «зеленого», так и «синего» водопользования. *Устойчивость к изменению климата (восстанавливаемость) должна быть ключевым свойством жизнеспособных сельскохозяйственных систем в ближайшие десятилетия, особенно в тех регионах, в которых, в связи с изменением климата, прогнозируются серьезные экологические сдвиги.* По мнению специалистов Всемирного банка, для условий Центральноазиатского региона «прямое воздействие температуры и атмосферных осадков в результате будущего изменения климата будут способствовать снижению урожайности таких сельскохозяйственных культур, как хлопок, пшеница, помидоры, картофель на 6...10 %.

Продуктивность пастбищ за десятилетие, тем не менее, возрастет на 9-17%. Отмечается также рост нехватки воды в следующие десятилетия» (The MDGs After the Crisis, 2010).

Мы уверены, что багаж существующих знаний и технологий может помочь избежать прогнозируемого Всемирным банком падения в производстве, если эти климатические изменения будут смягчены посредством адаптивных мер в виде широкой правительственной программы. Такой комплекс действий по сельскому хозяйству был протестирован совместно с канадскими партнерами на территории таджикской и узбекской части Ферганской долины и показал, что урожаи не снизились, но даже была создана способность повысить производство продовольствия посредством использования вторичных культур, способных повышать содержание доступного азота в почвах, таких, как соя, маш, орехи и другие (Управление водой в Центральной Азии при изменении климата, 2007).

Определенный оптимизм следует из анализа роста сельхозпроизводства в государствах региона за 2000–2010 гг. Как хорошо известно, этот период характеризуется увеличением числа экстремальных событий, которые климатологи относят к изменению климата. Маловодные годы (2000, 2001, 2008 и 2011 гг.), за которыми следовали многоводные годы (2003, 2004, 2009 и 2012 гг.), тем не менее, в значительной степени не снизили рост производства продовольствия в регионе, за исключением богарного земледелия в Казахстане и Кыргызстане (Рис. 1.1). В следующей части будет раскрыт тот факт, что Центральная Азия имеет большой потенциал для увеличения физического объема производства продовольственных культур даже при ограниченных водных ресурсах бассейна Аральского моря. В следующем разделе мы обсудим социальные аспекты продовольственной безопасности.

Рис. 1.1 Динамика производства основных продовольственных культур на душу населения (в тоннах) в государствах Центральной Азии, 2000 – 2010 гг.



## СОЦИАЛЬНЫЙ ПАРАМЕТР ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Если продовольственная безопасность может быть оценена достаточно положительно с позиции общего производства, то в плане социального доступа с точки зрения равной общей обеспеченности продовольствием в нужном количестве и качестве имелись очень большие различия. Первыми показателями этого являются количество и доля недоедающего населения. В таблице 1.2, составленной на основании данных Статистического ежегодника ФАО (FAO Statistical Yearbook, 2012), показано, что общее число недоедающего населения в Центральной Азии без Казахстана составляет 5.5 млн. человек и колеблется в пределах от 7 до 26% от общего населения в разных государствах. Данные ФАО существенно отличаются от официальных данных Узбекистана, т.к. количество недоедающих в абсолютном значении завышено за счет значительно большей нормы питания, чем в других государствах Центральной Азии. Например, согласно национальным статистическим данным по Кыргызстану за 2010 г. (Информационный бюллетень Кыргызской Республики по продовольственной безопасности и бедности, 2010), показано, что все люди в первом квинтиле (20% населения, или более 1 млн. человек) недоедают, т.к. потребляют только 1845 кал/день вместо национальной нормы 2101 кал/день (Таблица 1.3).

*Таблица 1.2. Распространенность недоедания и прогресс к целям ВПС и ЦРТ.*

Страна	Общее население (млн.чел.)	Число (над чертой, млн.чел.) и процент (под чертой) недоедающих людей от общего населения				Изменения за период 1990-2008 гг. (%)
		1990-1992	1995-1997	2000-2002	2006-2008	
Казахстан	15,4	не уточнено	не уточнено	$\frac{1,2}{8}$	не уточнено	нет данных
Кыргызстан	5,3	$\frac{0,8}{17}$	$\frac{0,6}{13}$	$\frac{0,9}{17}$	$\frac{0,6}{11}$	-24,4 -37
Таджикистан	6,7	$\frac{1,8}{34}$	$\frac{2,4}{42}$	$\frac{2,9}{46}$	$\frac{1,8}{26}$	-4,6 -23
Туркменистан	5	$\frac{0,3}{9}$	$\frac{0,4}{9}$	$\frac{0,4}{9}$	$\frac{0,3}{7}$	$\frac{0,9}{-23}$
Узбекистан	26,9	$\frac{1,1}{18}$	$\frac{1,2}{12}$	$\frac{4,7}{10}$	$\frac{2,8}{10}$	$\frac{152,6}{-44}$

Следует также учесть, что эта норма — одна из минимальных в Центральноазиатском регионе: для сравнения, в Узбекистане она составляет 2500-2600 кал/день. Данная таблица обращает внимание и на то, что доля расходов на продовольствие находится между 40 и 54.4 %, а чистые расходы на жизнь и продукты питания указывают на разницу между более преуспевающими и бедными людьми в 6.1 и 4.6 раз, соответственно. Подобная ситуация наблюдается и в Узбекистане, где это соотношение равно 7.27 and 3.7, соответственно (Мусаев и др., 2010). При этом в отличие от Кыргызстана, где разница между столицей и областями и между разными областями в среднем не такая большая, в Узбекистане социальная разница между этими категориями очень существенная (Таблица 1.4) (Мусаев и др., 2010).

Таблица 1.3. Неравенство доступа к продовольствию в Кыргызстане в 2010 г.

Номер квинтиля	Количество людей	Общие затраты на человека	Общие затраты на продукты питания	Доля продуктов питания	Потребление калорий
	тыс.	сом/мес.	сом/мес.	%	кал./чел.
№1	1084,7	779	424	54,4	1845
№2	1083,2	1320	662	53	2097
№3	1083,4	1868	936	51,8	2227
№4	1083,3	2522	1200	48,6	2449
№5	1083,6	4788	1939	40,1	2922
Всего	5418,3	2241	1039	49,4	

Таблица 1.4. Показатели социального неравенства в Узбекистане.

	По областям и городской и сельской местности				
	Андижанская	Кашкадарьинская	Ташкентская	Село	Город
Число домохозяйств	997	992	959	1545	1403
Размер домохозяйств	5,4	6,1	3,9	6,0	4,3
Всего расходов	25951,6	29049,2	71326,1	24967,9	60240,1
Расходы на питание	13271,8	14523,0	21304,8	13235,9	19696,9
Расходы на питание вне дома	1574,4	1812,3	4358,0	1380,1	3859,3
Товары и услуги	991,7	1551,8	2426,7	1199,8	2139,4
Расходы на образование	1813,9	1785,5	7406,4	1494,3	5816,3
Расходы на коммунальные услуги	1374,8	1361,7	6599,7	1136,8	5199,0
	По группам населения с разным уровнем доходов				
	Самые малообеспеченные	2-й квинтиль	3-й квинтиль	4-й квинтиль	Самые богатые
Число домохозяйств	472	494	550	610	819
Размер домохозяйств	6,5	6,1	5,6	5,0	3,6
Всего расходов	12028,2	18232,8	25250,8	37425,1	87467,6

Расходы на питание	7378,3	10642,4	13265,1	15726,2	27362,1
Расходы на питание вне дома	271,7	664,5	1164,2	2437,6	6057,4
Товары и услуги	149,2	301,4	591,0	1386,9	4229,6
Расходы на образование	627,4	1087,4	1477,9	2862,2	9296,7
Расходы на коммунальные услуги	832,5	1049,5	1564,0	2606,3	6942,7

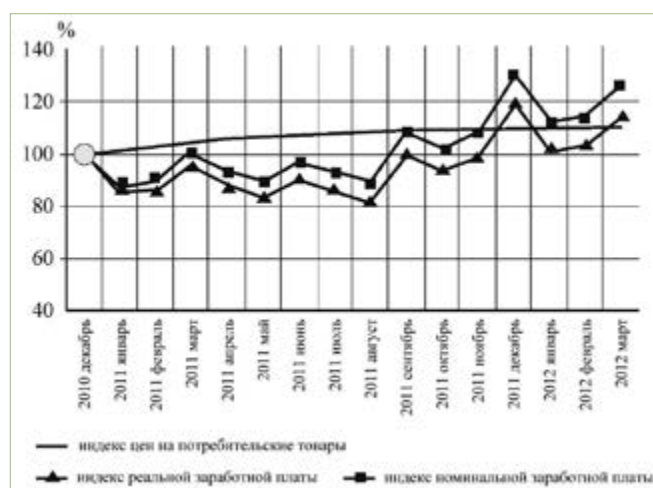
Источник: Всемирный банк. Региональное панельное обследование в Узбекистане. 2005.

Слабость государственного регулирования отражается на ценообразовании на социально важные продукты, особенно в Кыргызстане, где в 2010 г. скачок цен на хлеб достиг 27%, цены на мясо повысились на 30%. В то же самое время средний доход населения увеличился только на 5.7%. Такие усредненные данные не отражают ситуацию с наиболее социально уязвимыми слоями, где коэффициент Джини был равен 6.9. Субсидии для семей с низким заработком, т.е. для 430 тыс. жителей со средним заработком в 280 сомов (7 долларов США), не могут компенсировать недостаток социального доступа к продовольствию (Информационный бюллетень Кыргызской Республики по продовольственной безопасности и бедности, 2010). Подобная ситуация наблюдается и в Таджикистане, где индекс цен на продовольствие стабильно рос быстрее индекса реальных зарплат (Рис. 1.2) (Продовольственная безопасность и бедность, 2011). Наиболее сложная ситуация сейчас в Таджикистане, где, согласно выше упомянутому источнику, стоимость реальной продовольственной корзины составляла 121 сомони в день, в то время как национальная норма была 255.8 сомони.

Социальные изменения в сельской местности являются характерными для последних 20-25 лет во всех странах бывшего постсоветского пространства. В различных странах идут различные политические процессы, связанные со степенью приватизации и государственной собственности земли, с одной стороны, степенью государственного регулирования и поддержания сельского производства, с другой. В результате в отдельных странах (Казахстан, Кыргызстан особенно и в меньшей степени Узбекистан) произошло резкое измельчение земельных наделов с последующим постепенным укрупнением фермерских хозяйств. Эти изменения в значительной степени отразились и на продуктивности земель, на использовании оросительной воды и степени ее управления, а также на социальном положении сельского населения и степени их участия в процессе инноваций. Идет процесс расслоения сельского населения, сопровождающийся усилением временной трудовой миграции миллионов человек в Россию, Казахстан и Европу. Гендерный дисбаланс с усилением нагрузки на женщин складывается не только в их преимущественном уходе за семьей, обработке приусадебных участков, но и соответствующим образом увеличении их ответственности за ведение фермерских хозяйств. Понимая существующие ограничения и возможности для женщин в сельском хозяйстве, можно развивать новые возможности для удовлетворения их потребностей и увеличения их вклада в повышение сельскохозяйственной производительности, продовольственной безопасности и сокращение бедности.



**Рис. 1.2. Динамика индекса потребительских цен, реальной и номинальной заработной платы в Таджикистане (за 100% приняты данные за декабрь 2010 г.)**



Отдельные социальные вопросы относятся к удовлетворению потребностей в пище местного населения. Например, даже при том, что Узбекистан достиг перепроизводства пшеницы, для производства высококачественного местного хлеба (называемого нон) местная пшеница не очень подходит. Узбекистану для удовлетворения местного спроса, имея более 1.5 млн. т перепроизводства пшеницы, нужно еще такое же количество (1467 тыс. т) казахской пшеницы.

Другим аспектом социального спроса является гарантия здорового продовольствия в рамках местных условий. Это включает в себя не только подготовку специальных сертификатов для местного продовольствия, его контроль и мониторинг, но также и адаптацию рациона питания к традициям и обычаям. Это значит увеличение числа овощей и фруктов, винограда и бахчевых, сокращение числа тяжелых продуктов: хлеба и мяса, и увеличение объема молока согласно “Канону здорового образа жизни” Абу-Али Ибн Сино.

## ФИНАНСОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Финансовый потенциал различных слоев общества определяет их покупательную способность. Конечно, в Казахстане с уровнем ВВП на душу населения в 9 тыс. дол. США, в Туркменистане с уровнем в 7 тыс. дол. США на душу населения данный показатель намного выше, чем в Кыргызстане и Таджикистане с ВВП ближе к 400 дол. США и даже в Узбекистане с ВВП около 2 тыс. дол. США. Более того, большая часть населения живет в сельской местности, где основным источником доходов является сельскохозяйственное производство. Интересно то, что заработная плата во всех государствах в сельской местности в 2 или более раз меньше, чем средняя заработная плата на национальном уровне. Даже в Казахстане – самом богатом государстве региона по объему ВВП на душу населения – согласно данным Центрального статистического комитета, в 2010 г. средняя заработная плата в сельском хозяйстве составляла только 47% от средней национальной заработной платы по сравнению со 120% в промышленности, 135% в строительстве, 204% в финансовых учреждениях (Таблица 1.5) (Уровень жизни населения в Казахстане в 2006-2010 гг., 2011). Такая ситуация объясняет не только уровень покупательной способности сельского населения, но и отношение лиц, принимающих решения, к аграрному сектору.

**Таблица 1.5. Уровень жизни населения в Казахстане. Среднемесячная номинальная заработная плата работников по видам экономической деятельности**

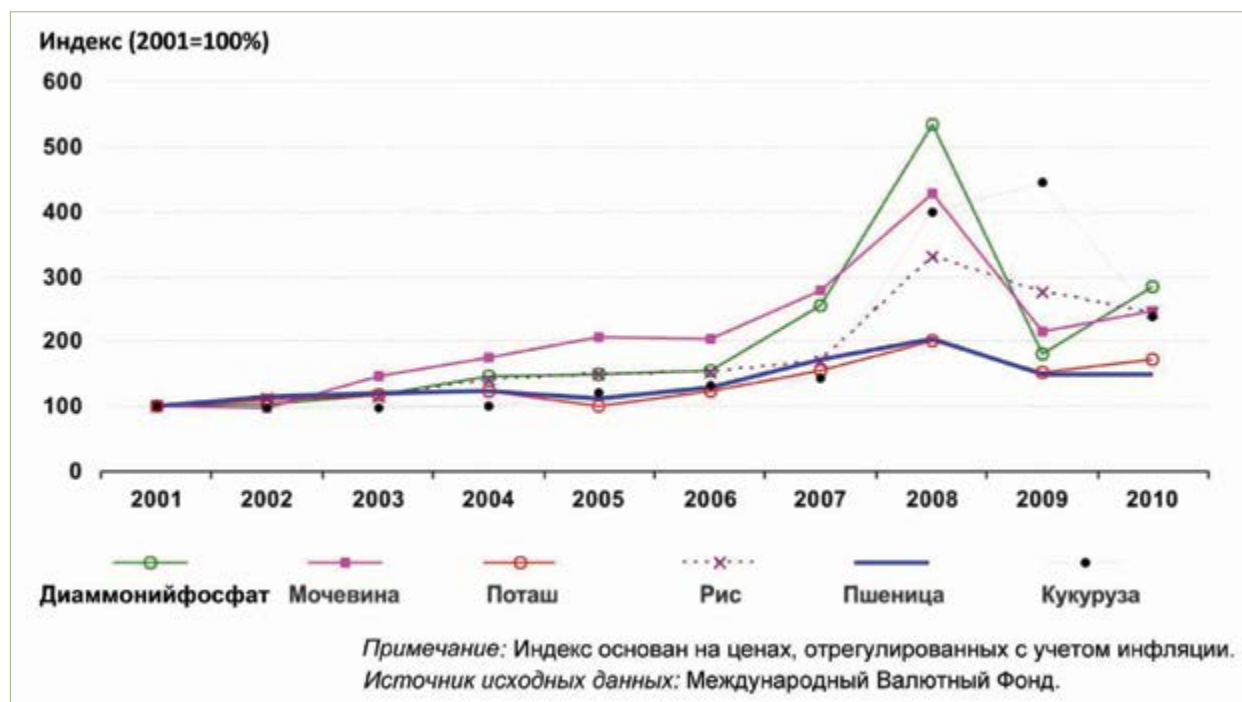
	Тенге	В процентах к среднему республиканскому уровню
	2010	2010
<b>Всего по видам экономической деятельности</b>	<b>77 611</b>	<b>100</b>
Сельское, лесное и рыбное хозяйство	36 477	47,0
Промышленность	93 119	120,0
В т.ч. горнодобывающая промышленность и разработка карьеров	148 091	190,8
Строительство	104 434	134,6
Финансовая и страховая деятельность	158 121	203,7

**Финансовое состояние аграрного сектора.** Аграрный сектор практически лишился того субсидирования и особенно государственного финансирования сельскохозяйственного производства и орошаемого земледелия, которое оно имело в прежние годы (1970-1990 гг.). Как следствие этого, во многих странах Восточной Европы и Центральной Азии площади орошаемых земель резко сократились, особенно в трудных мелиоративных условиях и в зонах орошения дождеванием. Исключением является Туркменистан и Таджикистан, которые даже увеличили площади орошаемых земель. В Узбекистане площадь орошаемых земель сохранилась в прежних размерах, за исключением Каракалпакистана. Более того, отмечается увеличение экспансии городов и населенных пунктов, особенно в зонах густонаселенных оазисов, которые теснят плодородные земли новыми застройками, не всегда к тому разрешенных государством. Этот процесс имел место и ранее, но тогда государство строго следило, чтобы эти площади компенсировались новыми орошаемыми участками. Теперь этого не происходит из-за дефицита средств.

Во всех странах региона, за исключением Туркменистана, национальное водное хозяйство финансируется сочетанием вкладов государства и сборами с водопользователей, однако по сравнению с уровнем 1990 г. повсеместно ощущается резкий дефицит средств, особо для внутрихозяйственного водопользования, а также для реконструкции и восстановления. Не так давно созданные ассоциации водопользователей играют огромную роль в объединении усилий водопользователей в организации подачи, распределения и использования воды. Тем не менее, они пока не достигли финансовой устойчивости из-за низкого размера взносов фермеров и их бюджета. В настоящее время не только ассоциации водопользователей, но и практически вся оросительная система от внутрихозяйственных каналов до магистральных, включая всю систему эксплуатации, от районных водохозяйственных подразделений до министерства, зависят на 80% от финансового состояния и взносов фермерских хозяйств (в Таджикистане, Кыргызстане, Казахстане). Это, в свою очередь, негативно влияет на качество и эксплуатацию оросительных систем и качество подачи воды фермерам.

На финансовые возможности фермерских хозяйств также повлияли колебания мировых цен на сельхозкультуры, также как и на стоимость производства. Финансовый кризис и скачок цен в 2007-2008 гг. тоже не способствовал повышению потенциала фермеров. Стоимость всех видов удобрений (Рис. 1.3), а также затраты на топливо выросли намного больше, чем цена на сельхозпроизводство. Так, в Казахстане к 2010 г. цена на бензин выросла на 198 %, а в Кыргызстане на 152 % по отношению к 2001 г.

Рис. 1.3. Динамика мировых цен на удобрения и основные зерновые культуры за период 2001-2010 гг.



В то же самое время, для улучшения финансового состояния фермеров ни одна из стран в регионе не создала эффективного рынка и системы сбыта сельхозпродукции, за исключением Туркменистана и Узбекистана, где поддерживается так называемый государственный заказ. Но государство в подобной системе, гарантируя фермерам реализацию хлопка и пшеницы, чтобы предоставить им кредитную линию (регулируемую, к сожалению, местными хокимиятами (властями) – не фермерами), в то же самое время распределило чистую прибыль от производства готовых товаров в соотношении 30% фермерам и 70% государству. Эти результаты мы получили, анализируя финансовую и экономическую эффективность системы госзаказа в рамках проекта Всемирного банка RESP2, который охватывает 7 районов в разных областях Узбекистана. Аналогичные заключения были сделаны в рамках проекта AFMAS, реализуемого IHE –UNESCO совместно с Научно-информационным центром Межгосударственной координационной комиссии по воде (Usupov et al., 2011). Свободный рынок в условиях 3 других государств имеет слабо регулируемое руководство, что привело к отсутствию гарантии эффективности рынка для фермеров. Это бесспорно влияет и на постоянное колебание цен на сельскохозяйственные товары, низкую способность фермеров вложить часть чистой прибыли в инвестиционный фонд для развития будущего производственного потенциала, и все это усугубляется неэффективностью консультативной и мониторинговой систем аграрного и водного секторов. Для стабильности обеспечения и повышения финансовой способности аграрного сектора, также как и связанного с ним водного сектора, требуется, прежде всего,

создание сильной и хорошо работающей консультативной службы для фермеров и ассоциаций водопользователей, включая рыночную, кредитную и правовую системы поддержки (не только технологическую) и постоянную информационную систему по воде, климату, окружающей среде и земле, которая будет находиться в постоянно открытом пространстве для фермеров и их организаций.

*Система поставок продуктов питания (СППП)* охватывает все те виды деятельности, которые находятся между производством на фермерском хозяйстве и точкой потребления. СППП начали испытывать фундаментальные изменения с 2000 года, приобретая все более глобальный масштаб и тенденции к увеличению объема производства, количества линий производства продукции и уровня экономической концентрации по секторам. Постепенно управление СППП становилось все более сложным и мульти-скалярным, с участием многих игроков, представляющих государственные, частные и общественные структуры.

Появление на рынках региона таких монопольных переработчиков и продавцов как Nestle не исключает наличия огромного объема мелких рыночных инфраструктур с огромной возможностью манипулирования ценами на продовольственные продукты. Характерно, что некоторые продукты питания имеют розничные цены, в несколько раз превышающие и оптовые цены поставщиков и мировые. Сочетание новой системы ассоциаций водопользователей с созданием новой формы кооперативов для сбыта, обработки и производства позволит привлечь фермеров, чтобы они смогли конкурировать с оптовыми монополистами и увеличили число местного населения, занятого в сельско- и водохозяйственных работах. Ошибкой некоторых правительств является то, что они не защитили и не сберегли такие кооперативные конгломераты, существовавшие в советское время, как колхозы, например «Саматов» и «Урунходжаев» в Таджикистане, которые были многопрофильными предприятиями, производящими различные сельхозкультуры и охватывающими все производственные процессы вплоть до производства готовой продукции и создания социальных условий в сельской местности.

Финансовый доступ к продовольствию тесно связан с социальным и отражается в ситуации с бедностью. Уровень безработицы в сельской местности достаточно высокий, особенно в Кыргызстане, Таджикистане и Узбекистане. Хотя передвижение временных 'трудовых мигрантов' из этих стран оценивается в миллионы рабочих и в итоге отражается на увеличении уровня ВВП в Кыргызстане и Таджикистане, большая доля населения живет с общим доходом ниже уровня продовольственной корзины, как было показано выше.

Помимо этого, следует отметить, что здесь нормы потребления продуктов питания значительно отличаются от общепринятых норм здравоохранения, особенно в сторону увеличения доли овощей, фруктов и хлебобулочных изделий. Но эти же самые продукты наиболее приемлемы для экспорта, потому что качество фруктов, бахчевых и овощей в Центральной Азии отличное и популярно в России и других государствах СНГ. При этих условиях правительства очень часто используют таможенное регулирование для ограничения экспорта, таким образом заполняя местные рынки и снижая местные цены. Иногда этот запрет на экспорт очень негативно влияет на финансовую способность фермера, потому что заключение им контракта на поставку фруктов и других продуктов за границей более выгодно для него, чем продажа на местном рынке.

В последние десятилетия внутренние структуры производства пищевых продуктов и потребления стали взаимосвязанными через глобальные рынки, и сегодня мы опираемся как на международные, так и на национальные рынки для доставки продовольствия потребителям и распространения средств, используемых в производстве пищевых продуктов. В 2008 году стоимость мирового импорта пищевых продуктов превысила один триллион долларов США, существенно увеличившись за два предыдущих года. Новая продовольственная экономика означает, что малые изменения в производстве могут привести к большим колебаниям в цене. Большинство стран в настоящее время зависят от покупок продовольствия для собственного населения на открытом глобальном рынке продовольствия; однако, когда национальные правительства стремятся защитить свои собственные поставки, рыночные цепочки могут разрушиться.

## КАКОВЫ ПУТИ В БУДУЩЕМ?

Для достижения и поддержки в будущем продовольственной безопасности в Центральной Азии следует включить улучшение ситуации во всех трех аспектах: физическом, социальном и финансовом.

### *Усиление физического потенциала производства продуктов питания*

Даже при условии, что нынешний коэффициент роста производства превысил коэффициент роста населения, в будущем очень важно предоставить гарантию сохранения такого соотношения вопреки разным дестабилизирующим силам в следующих направлениях:

- Увеличение объема производства сельскохозяйственной продукции за счет повышения продуктивности воды и земли;
- Внедрение дополнительных мер по привлечению значительного объема сбросных и коллекторно-дренажных вод для получения сельскохозяйственной продукции.

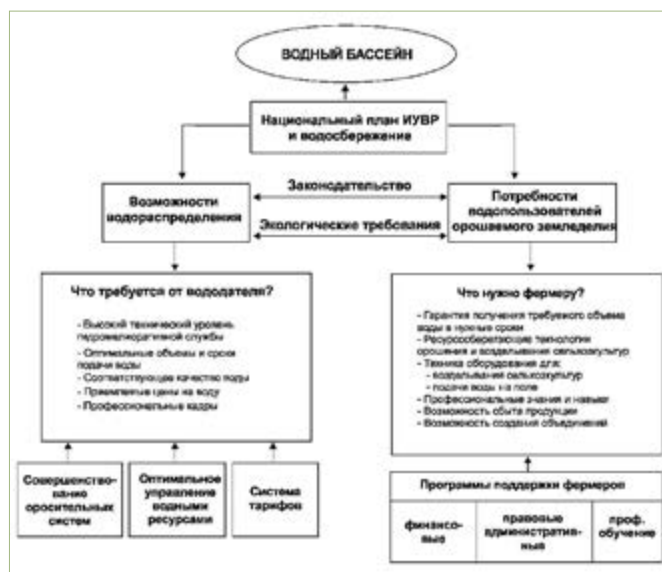
Выбор этих двух основных направлений определяется исходя из двух серьезных ограничений:

- расширение площади орошаемых земель в дефицитных по продовольствию странах ограничено площадями возможного освоения, исключительной дороговизной этого освоения (8-12 тыс. долл. на га), а также дефицитом доступных водных ресурсов;
- нарастающий дефицит водных ресурсов вследствие изменения климата, роста населения и промышленности и их потребности, и, наконец, увеличение доли водозабора Афганистаном. Нельзя при этом снимать со счетов то, что за последние годы вследствие изменения режимов крупных водохранилищ с летнего на зимний в интересах выработки электроэнергии количество доступной воды для орошаемого земледелия постоянно уменьшается.

Учитывая, что в будущем дефицит водных ресурсов Центральной Азии по ряду речных бассейнов будет нарастать, орошаемое земледелие стран будет развиваться в условиях лимитируемого водопользования. Важно, чтобы национальные планы стран Центральной Азии отражали баланс интересов потребителей - водопользователей и возможностей водораспределителей (Рис. 1.4). Несомненно, что повышение продуктивности орошаемых и богарных земель охватит широкий ряд различных вопросов, которые описаны в данном рисунке. Но мы

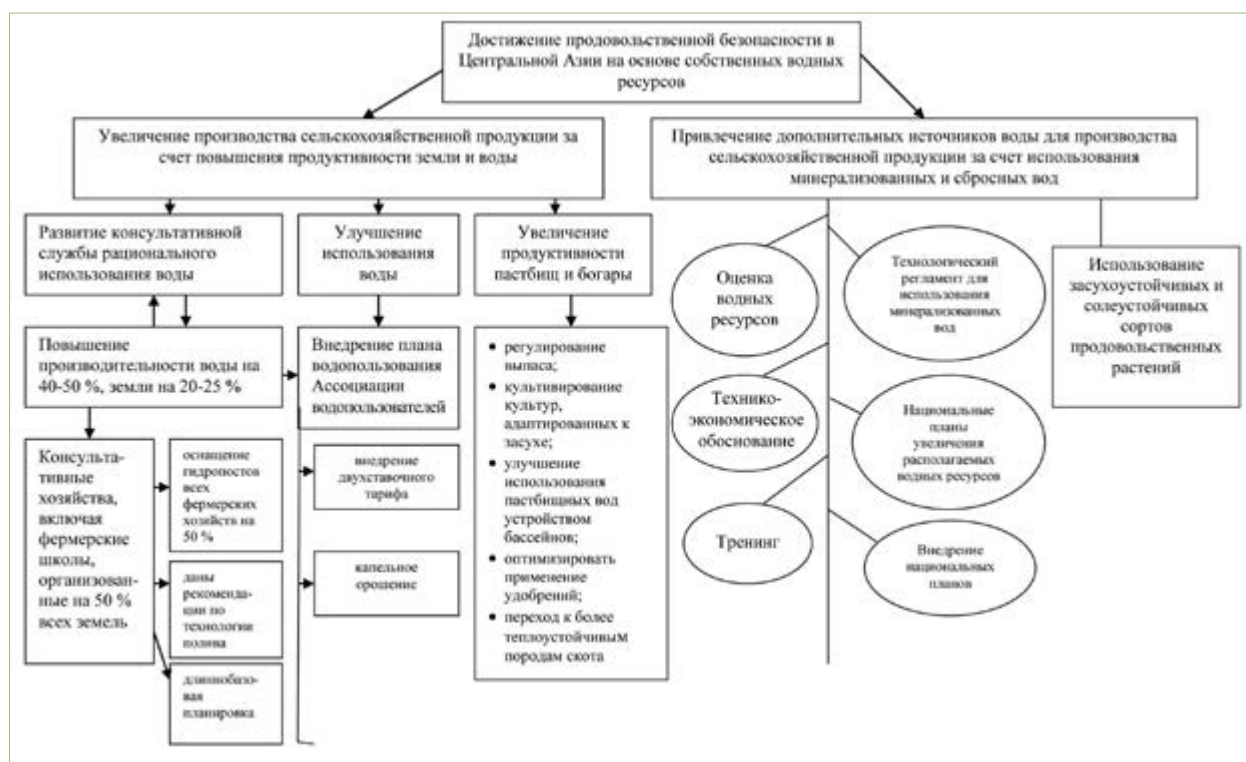
сконцентрировали внимание на некоторых из них, которые с нашей точки зрения могут дать больший эффект и должны быть приоритетными (Рис. 1.5).

Рис. 1.4. Блок-схема организационного обеспечения развития орошаемого земледелия



*Развитие консультативной службы рационального использования воды и земли в сельскохозяйственном производстве на основе взаимодействия ассоциаций водопользователей, фермерских хозяйств, научных и инновационных организаций для демонстрации и распространения передового опыта, ориентируясь на достижение потенциальной продуктивности, должно быть определено как первое из них.*

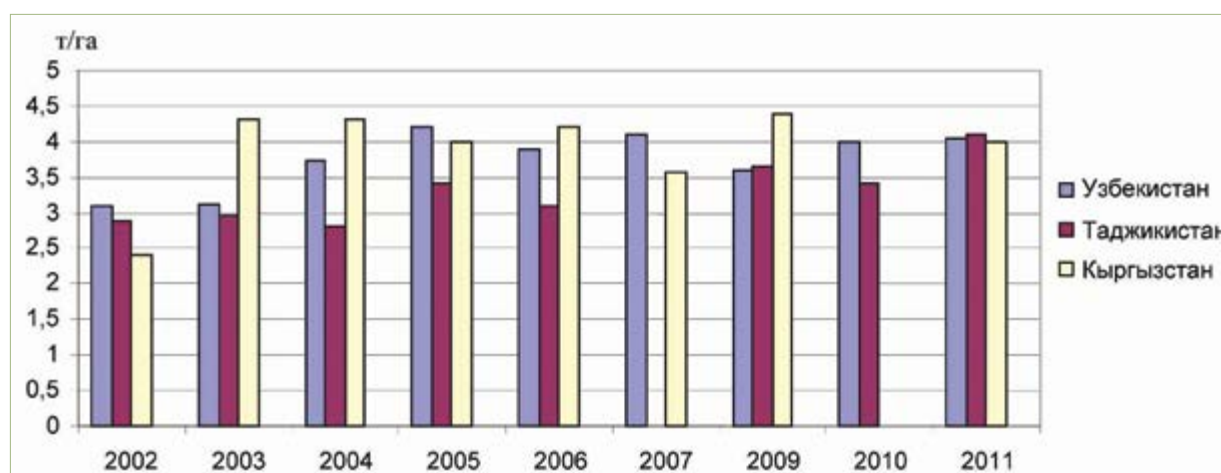
Рис. 1.5. Дерево целей программы внедрения инноваций в аграрный сектор с целью достижения продовольственной безопасности



Опыт широкого внедрения консультативных служб в рамках проекта «Повышение продуктивности воды и земли» (WLPI) (SDC, НИЦ МКВК, ИВМИ) так же как и предыдущих проектов «WUFMAS», «WARMAP – Компонент 2», убедительно показывают, что организация системы демонстрационных участков, опытных полигонов, в сочетании с широким развитием тренинга ассоциаций водопользователей и фермеров, паспортизации полей, фермерских школ должны составить основу Национальной концепции консультативной службы. Это позволит без значительных капиталовложений поднять как продуктивность воды, так и продуктивность земли, базируясь на выработанных подходах и методах. Так, в целом по проекту WLPI достигнуто повышение продуктивности земель в результате внедрения консультативной службы на 27 %, а воды – более чем на 60 %!!! Большое значение в этой работе может сыграть вовлечение местного регулирования в виде водно-земельных комиссий района.

За годы работы проектов ИУВР-Фергана и WPI-PL в Ферганской долине во всех областях удалось повысить урожайность на обслуживаемых площадях орошаемых земель. Существенно возросло производство всех продовольственных культур (Рис. 1.6).

Рис. 1.6. Динамика урожайности в рамках проектов ИУВР-Фергана и WPI-PL с 2002 по 2011 гг.



Отсутствие единой системы консультативных служб в разных государствах и в регионе в целом привело к предложению создать сеть национальных и зональных «Центров знаний», которые обеспечат постоянный мониторинг ситуации в сельском хозяйстве, возделывании сельхозкультур, которые придут и помогут фермеру в любой момент, когда потребуется фермеру или собственнику другого типа ведения фермерского хозяйства (дехкане, приусадебные участки и т.д.), и определят непредвиденную проблему, которую фермер может не понять. У этих центров будет возможность использовать спутниковые снимки, данные с метеорологических станций и прогнозы, все данные и весь объем знаний, нужных для любого типа решения в сельском хозяйстве, включая полный охват технологической, правовой, рыночной и финансовой информации. Все национальные и зональные центры будут связаны с Региональным центром передовых знаний (НИЦ МКВК, ИВМИ и ИКАРДА) для получения важных региональных и мировых новостей, информации и консультации, а также методологического материала для обучения разных слоев заинтересованных лиц сельскохозяйственного и водного секторов. Как в региональном, так и в национальных (зональных) центрах будут предоставляться

систематические тренинги для молодых профессионалов (фермеров, дехкан), а также проводятся презентации по новым технологиям и возможностям для опытных фермеров. В этих центрах также будут обучаться фермеры и специалисты ассоциаций водопользователей по бизнес-планированию и ведению бухгалтерского учета на базе разработанного программного обеспечения, планированию и режиму водопользования (суточное планирование водораспределения), плану мероприятий по мелиорации, включая потребность в промывке земель, мониторинг дренажа и т.д.

### *Улучшение использования воды внутри ассоциаций водопользователей и сельхозпроизводителей*

Исследование и практическое применение усовершенствованных методов водопользования внутри ассоциаций водопользователей показывает, что здесь заложены большие резервы по снижению непроизводительных потерь на стыке «магистральный канал - ассоциация - водопользователь», возникающих из-за неувязки системы подачи воды по каналам и их потребностей в фермерских хозяйствах, агрегированных в ассоциацию. Здесь эффективны, как показывает опыт работы проекта WPI-PL в Ферганской долине и RESP II в Узбекистане, внедрение суточного планирования водопользования в ассоциации водопользователей и использование двухставочного тарифа за услуги по подаче воды (Рис. 1.7). Эти малозатратные методы, требующие только объединения и вовлечения стейкхолдеров, могут быть эффективно дополнены внедрением тепличных (пленочных) покрытий пленкой и систем капельного орошения по мере накопления денежных средств у фермеров.

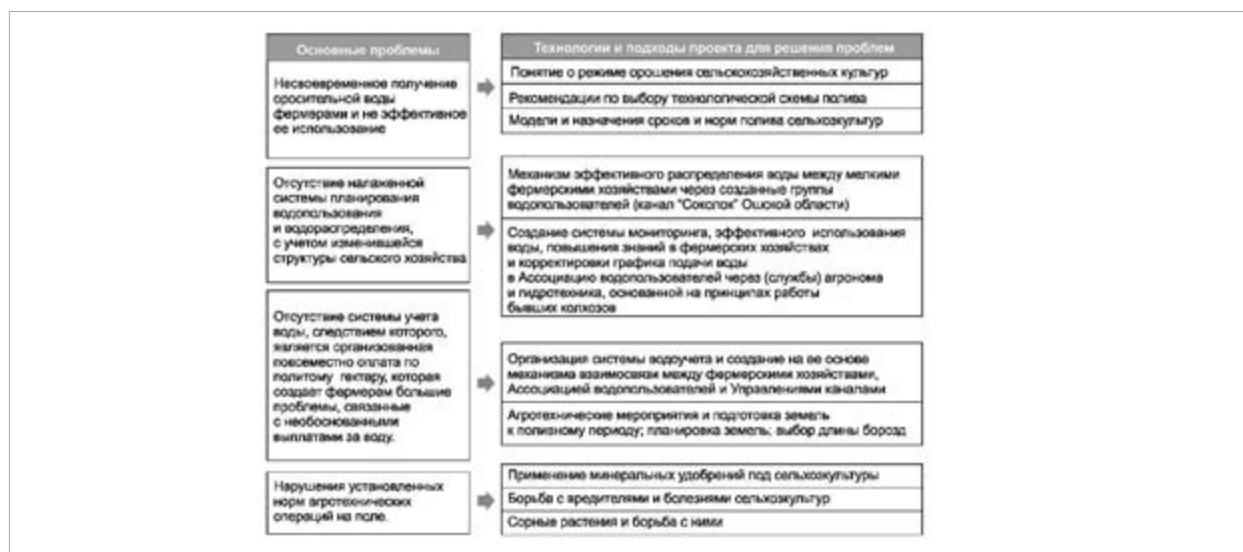
Цель – охват рекомендуемой системой степени планирования и контроля водопользования на 50 % площади орошаемых земель.

Хотя в настоящее время возможность применения новой техники полива ограничена финансовыми возможностями фермеров, тем не менее, необходимо организовать работу научных и научно-производственных объединений в направлении возможного использования зарубежной и создания собственной поливной техники. Для этого целесообразно:

- создание номенклатурного ряда модификации поливной техники для условий фермерских хозяйств и орошаемых массивов крупных объединений ассоциаций водопользователей;
- разработка опытных образцов модульных органов полива различными способами применительно к различным площадям землепользования (до 2...5 га; до 50...70 га; до 400...600 га), в том числе с использованием альтернативных источников энергии;
- адаптация лучших зарубежных технологий, машин и механизмов применительно к условиям Центральной Азии;
- проведение исследований по установлению лимитной цены новых технических средств полива севооборотных культур в зависимости от способов и элементов техники полива, в том числе уровня их стабилизации;
- выявление связей между технологическими параметрами поливной техники и ее влиянием на устойчивость агроэкосистем, водосберегающий эффект и урожайность.



**Рис. 1.7. Основные мероприятия по улучшению использования воды на уровне ассоциаций водопользователей и фермеров с целью повышения продуктивности воды и земли**



### *Увеличение продуктивности пастбищ и богары*

Хотя в целом осадки в регионе крайне незначительны, однако ресурсы пастбищ могут быть сохранены и увеличены, особенно, если иметь в виду, что в пастбищной зоне ожидается увеличение осадков до 17 %. В этих условиях повышение продуктивности состоит в регулировании, планировании и контроле нагрузки на пастбища, включая лицензирование количества выпасаемого скота, культивирование засухоустойчивых сортов зерновых на богаре в сочетании с влагозадержанием и усилением использования удобрений. Особое место занимает восстановление и улучшение использования скважин на пастбищах с устройством резервуаров, копаней и т.д.

Для животноводства необходим переход на теплоустойчивые породы крупного и мелкого скота.

### *Увеличение использования сбросных и коллекторно-дренажных вод для сельскохозяйственного производства*

В настоящее время лишь 4-5 км<sup>3</sup> воды из 17 км<sup>3</sup> свободных коллекторно-дренажных вод, не сбрасываемых в реки и направляемых в замкнутые котловины, используются для орошения. Почти также бесконтрольно расходуется и лишь частично используется почти 3 км<sup>3</sup> сбросных вод промышленных и бытовых стоков. Отсутствие системного контроля приводит к тому, что огромный потенциал этих вод не учитывается в большинстве случаев ни в текущих планах водопользования, ни в перспективе. Между тем использование этих вод в проекте «ИУВР-Фергана» позволило в значительной степени снять дефицит воды в маловодном 2008 г.

Туркменистан организовал сбор и подачу коллекторно-дренажных вод в единый водоприемник, по ходу сброса пытаясь инициировать орошение малопродуктивных песчаных массивов (Акмаммедов, 2011). Эта инициатива заслуживает высокого распространения.

Данное направление предполагается развить в двух рекомендациях:

- организация учета, утверждение и распространение технологических правил и контроля за использованием сбросных и коллекторно-дренажных вод;
- развитие использования засухоустойчивых и солеустойчивых сортов сельскохозяйственных культур.

Для увеличения использования коллекторно-дренажных и сточных вод необходимо следующее:

- определение параметров доступных к использованию и оценка ресурсов сбросных вод и устойчивых коллекторно-дренажных сбросов, имея в виду их изменчивость и сокращение сбросов дренажных вод в маловодные годы, составление национальных каталогов таких вод;
- подготовка регионального и национальных регламентов по использованию сбросных и коллекторно-дренажных вод с учетом этих требований и технико-экономической приемлемости для различных условий;
- подготовка национальных планов использования сбросных и коллекторно-дренажных вод;
- тренинг специалистов среднего и нижнего звена.

### *Исследование, подбор и распространение солеустойчивых сортов сельскохозяйственных культур с использованием коллекторно-дренажных вод*

Различная устойчивость сельскохозяйственных культур к засоленности почв и воды давно и широко известна и применяется в практике, но недостаточно широко. Например, джугара, сорго, просо, подсолнечник успешно выращиваются на минерализованной воде при содержании солей до 2.0 г/л, а на песчаных почвах и до 3 г/л.

В регионе проводится также селекция солеустойчивых культур и сортов. В частности Академия наук Узбекистана создала сорт хлопчатника «Турон», который отличается высокой соле- и засухоустойчивостью, и в настоящее время выращивается при оросительных нормах до 2000 м<sup>3</sup>/га. Но очевидно, что должна быть выработана специальная генетико-практическая программа выращивания солеустойчивых продовольственных культур, что может дать очень высокий экономический эффект в освоении и использовании малопродуктивных засушливых и засоленных земель при поливе слабоминерализованной водой.

### *Усиление социальных аспектов продовольственной безопасности*

Для социального улучшения необходимо выполнить огромный объем работы в разных направлениях жизни всего общества, особенно в сельской местности. У всех государств в центральноазиатском регионе есть свой собственный план действий, ориентированный на увеличение национального и зонального доходов, более эффективное использование рабочей силы, повышение уровня образования и профессионального потенциала молодого поколения, чтобы оно смогло участвовать в общественных работах и жизни, вовлечение женщин. К примеру, мы можем привести некоторые решения правительства Узбекистана в этом направлении.

В целях осуществления дополнительных мер, направленных на последовательное повышение уровня и качества жизни населения страны в соответствии с Целями развития тысячелетия ООН в Узбекистане, в частности, в целях сокращения малообеспеченности и неполноценного питания населения (ЦРТ 1), принято Постановление Кабинета Министров «О дополнительных мерах по реализации целей развития тысячелетия ООН в Узбекистане» (2008), в рамках которого предусматривается:

- Создание новых рабочих мест и обеспечение занятости населения, в том числе для лиц с ограниченными возможностями в сфере домашнего труда, малого бизнеса и частного предпринимательства;
- Разработка и реализация инвестиционной программы, реализация программ модернизации, технического и технологического обновления производства, предусматривающих создание новых рабочих мест и рост доходов населения;
- Ежегодное увеличение заработной платы работников бюджетных учреждений, стипендий, пенсий и пособий, в том числе малообеспеченным семьям;
- Снижение налоговой нагрузки и создание благоприятной бизнес-среды для субъектов малого бизнеса и частного предпринимательства;
- Развитие сферы услуг и сервиса;
- Разработка и реализация Программы по дальнейшему совершенствованию системы поддержки животноводства в личных подсобных, дехканских и фермерских хозяйствах;
- Обеспечение социальной защиты одиноких, престарелых и других социально уязвимых категорий населения;
- Создание национальной системы мониторинга состояния продовольственной безопасности и ее компонентов – физической доступности, экономической доступности и потребления;
- Разработка национальных информационных ресурсов в сфере обеспечения продовольственной безопасности;
- Разработка системы рациональных норм потребления пищевых продуктов, соответствующих современным требованиям здорового питания.

Особое внимание должно быть уделено развитию кампании по гендеру, широкому вовлечению женщин в процесс принятия решений, их поддержке в получении тренингов по развитию малого бизнеса и управлению фермерским хозяйством.

Не менее важно и образование будущего поколения (учащихся школ, даже детских садов, студентов) в понимании правильного представления о здоровом образе жизни, потребности правильного нормирования продуктов питания, растущего дефицита воды и в итоге потребности беречь воду, как в своей собственной жизни, так и в общественной.

Особое внимание должно быть уделено развитию и распространению существующей в мире информационной системы (AMIS).

## *Усиление финансового потенциала продовольственной безопасности*

Рост благосостояния населения, прежде всего, зависит от общей экономической ситуации в государстве и производства национального дохода, что отражается на динамике ВВП. Хотя все государства в центральноазиатском регионе располагают достаточным количеством минеральных продуктов, энергетических ресурсов и людским потенциалом, динамика ВВП после приобретения независимости поделила государства на процветающие, бедные и со средним уровнем дохода. Тем не менее, все государства развиваются и даже менее успешные из них обладают потенциалом для скачка вверх.

Сельское хозяйство и сельское население, как элементы, наиболее подверженные бедности, требуют больше внимания и направленной национальной политики для получения приемлемой оплаты за свой нелегкий труд, а также для получения возможности привлечь ресурсы для долгосрочной устойчивой продуктивности земли. Для усиления руководства в данном направлении необходимо следующее:

- завершить процесс реструктуризации аграрных предприятий для продвижения устойчивого отношения фермеров и дехкан к земле как к своей собственности или арендованной на долгосрочную перспективу;
- создать условия для прямой заинтересованности фермеров в уровне своей конечной производительности посредством устранения всех существующих препятствий и бюрократических ограничений, которые ведут к потере доходности земли фермеров;
- позволить всем фермерам использовать не менее 30% земли для выращивания высокодоходных культур и убрать для них местные и таможенные ограничения для создания долгосрочных отношений с потребителями их продукции;
- создать кредитоспособность всех фермеров для инвестирования в свои активы, особенно для малых фермерских хозяйств и малого сельского предпринимательства;
- способствовать развитию предпринимательства в сельской местности по изготовлению традиционных товаров и обработке аграрной продукции до готовых изделий;
- содействовать преобразованию ассоциаций водопользователей в новую форму по совместному сотрудничеству между фермерами;
- предоставлять субсидии, ориентированные на бедные слои населения, в форме продовольственных талонов, особо для больших семей и пожилых граждан;
- организовать в рамках Центральной Азии сотрудничество между государствами с акцентом на производство сельхозкультур на основе продовольственного консорциума.

## Глава 2. Некоторые особенности использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве на постсоветском пространстве

*Аветисян С.С.*

*(Исследовательский центр аграрной политики и экономики Национального аграрного университета Армении)*

## Chapter 2. Some specific features of agricultural land use in the post-Soviet countries

*Avetisyan S.S.*

*(Agrarian Policy and Economics Research Center at the Armenian National Agrarian University)*

Развал Советского Союза коренным образом изменил не только физическую карту мира, но и экономический образ многих стран. Почти все страны постсоветского пространства отказались от командно-административной системы и предпочли рыночную ориентацию экономики. Экономические реформы начались с аграрного сектора, стержнем которого являются земельные отношения. В этой главе обсуждаются особенности землепользования постсоветских стран, особенно стран Центральной Азии и Южного Кавказа. Несмотря на то, что почти во всех странах постсоветского пространства было принято решение приватизировать земельные ресурсы, стратегия осуществления этого процесса в разных странах существенно различалась. В странах Центральной и Восточной Европы, в том числе и в странах Балтии, главной стратегией приватизации стала реституция фактических наделов земли. Россия и Восточноевропейские страны СНГ (Украина, Белоруссия, Молдавия) вначале легализовали частную собственность на сельскохозяйственные земли и только после этого перешли к преобразованию коллективных хозяйств в сельскохозяйственные объединения (акционерные компании, партнерства и т. д.), а земельные наделы распределили среди сотрудников этих объединений и местного сельского населения (своего рода “перераспределительная земельная реформа”). Новые сельскохозяйственные объединения продолжали функционировать на земле, которая являлась коллективной собственностью и которая обрабатывалась коллективно, хотя владельцы отдельных долей обладали правом выхода из объединения со своим земельным наделом с целью ведения индивидуального фермерского хозяйства. Эта модель была применена в большинстве стран СНГ, однако необходимо выделить два исключения. Первое относится к странам Центральной Азии, где земля формально оставалась в собственности государства в течение длительного периода времени после того, как в 1991-1992 годах началось ее перераспределение. В Узбекистане и Туркменистане, где сельскохозяйственные земли продолжают оставаться государственной собственностью, коллективные и государственные хозяйства сохранились, и проводилось распределение государственных арендных прав (“прав пользования”), а не земельных наделов. В Казахстане, Кыргызстане и Таджикистане осуществлялось распределение

земельных наделов среди работников коллективных хозяйств, хотя с самого начала сельскохозяйственные земли оставались в собственности государства (в Кыргызстане и Казахстане в дальнейшем была узаконена приватизация земли, соответственно в 1998 году и 2003 году). Вторым исключением был Южный Кавказ, где коллективные и государственные хозяйства физически были расформированы, а фактическое распределение земельных участков началось в 1991-1992 годы в Армении, затем в Грузии и с 1996 года в Азербайджане. В этом отношении эти страны были ближе к странам Центральной и Восточной Европы, чем к другим странам СНГ. Переход от централизованного планирования к ориентированной на рынок экономике потребовал разрушения сложившейся экономической системы. Разумеется, на начальном этапе это привело к дезорганизации и резкому спаду экономики в целом и сельского хозяйства в частности. Однако, несмотря на спад на начальном этапе переходного периода, все страны региона упорно продолжали проводить реформы, в результате чего в конечном итоге произошел поворот, приведший к восстановлению сельскохозяйственного роста. Как было сказано выше, время, когда был достигнут этот поворот, находилось в четкой зависимости от времени принятия прорывных решений относительно передачи прав землепользования в частные руки. В условиях ослабления сформированных интеграционных связей советского периода основным приоритетом аграрной политики этих стран является продовольственная безопасность и продовольственное обеспечение населения. Поэтому произошли коренные изменения в системе землепользования и в структуре посевных площадей. Доминирующим стало выращивание зернобобовых культур, овощей и картофеля. Такой подход не всегда оправдан с экономической точки зрения, однако учитывая, что зерновое хозяйство менее затратно, а крестьянские хозяйства испытывают нехватку финансовых средств, в итоге предпочтение дается зерновому клину.

Collapse of the Soviet Union radically changed not only the physical map of the world, but also the economic image of many countries. Almost all countries in the former Soviet Union abandoned the command-administrative system and preferred market-oriented economy. Economic reforms have started in the agricultural sector, the core of which were land relations. This chapter discusses the features of land use in post-Soviet countries especially in the countries of Central Asia and the Southern Caucasus. Despite the fact that in almost all countries of the former Soviet Union, it was decided to privatize the land, the implementation strategy of this process in different countries varied significantly. In the countries of Central and Eastern Europe, including the Baltic States, the main strategy of privatization has become the restitution of actual plots of land. Russia and Eastern European countries of the CIS (Ukraine, Belarus, Moldova) first of all have legalized private ownership of agricultural land, and only after that have switched to the transformation of collective farms into agricultural associations (joint stock company, partnership, etc.), and plots of land were distributed to employees of these associations and the local rural population (a kind of “redistributive land reform”). New agricultural associations continued to operate on land that was collectively owned and which was processed collectively, although the owners of the individual shares had the right to secede from the union with their land allotment for the purpose of maintaining the individual farm. This model has been applied in most of the CIS countries, but it is necessary to distinguish two exceptions. The former refers to the countries of Central Asia, where land was formally remained in the property of the state for a long period of time after which in 1991-1992 began its redistribution. In Uzbekistan and Turkmenistan, where

agricultural land continued to be state-owned, collective and state farms have survived and were conducted in the allocation of public rental rights (“rights of use”), and not land holdings. In Kazakhstan, Kyrgyzstan and Tajikistan, distribution of land holdings among workers of collective farms, although from the beginning of agricultural land, remained in the ownership of the state (in Kyrgyzstan and Kazakhstan was further legitimized by the privatization of land, respectively, in 1998 and 2003). The second exception was the South Caucasus, where the collective and state farms were physically disbanded, and the actual distribution of land began in the years 1991-1992 in Armenia, Georgia, and then in 1996 in Azerbaijan. In this regard, these countries were closer to the countries of Central and Eastern Europe than to other CIS countries. The transition from centralized planning to a market-oriented economy required the destruction of the existing economic system. Of course, initially, this has led to disorganization and a sharp decline of the economy in general and of agriculture in particular. However, despite the downturn in the beginning of the transition period, all countries in the region persisted to carry out reforms, as a result of which in the end there was a turn, led to the restoration of agricultural growth. As it was mentioned above, the time when this change was made, was in a clear dependence on the adoption of breakthrough decisions regarding the transfer of land use rights to private hands. In the context of a weakening of formed integration relations of the Soviet period, the main priority of agricultural policy in these countries is the food safety and food security of the population. Therefore, there have been radical changes in land use and structure of sown areas. The dominating became cultivation of leguminous crops, vegetables and potatoes. This approach is not always justified from an economic point of view, but taking into account that grain farming is less expensive, and farms face shortages of funds, as a result, the preference is given to the “grain wedge”.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В сельскохозяйственном секторе почти всех стран постсоветского пространства произошел переход от государственной собственности на землю и колхозно-совхозной формы организации производства к многообразным формам собственности и землепользования. Эти два изменения стали частью перехода от централизованно-плановой к экономике, ориентированной на рынок. Аграрные реформы были направлены на решение двух важнейших социально-экономических задач. Во-первых, удовлетворение потребностей как своего населения - в продукции растениеводства и животноводства, так и легкой и пищевой промышленности - в сырье. Во-вторых, создание новой организационно-правовой системы, соотносимой с рыночными формами хозяйствования.

В идеале, результаты, которые желательно было получить в ходе переходного периода в ключевых областях экономической деятельности, могут быть суммированы следующим образом:

**Производство:** искоренение практики централизованного установления задач и предоставление возможностей принимать самостоятельные решения.

**Цены:** устранение централизованного контроля и либерализация цен.

**Финансы:** искоренение практики государственной поддержки и списания долгов, введение жестких бюджетных ограничений.

**Потребляемые факторы, продажа, переработка:** устранение принадлежащих государству монополий, приватизация и демонополизация.

**Право собственности на ресурсы:** отход от государственной и коллективной к частной собственности.

Структура фермерских хозяйств: уменьшение размеров крупных хозяйств и обеспечение равных возможностей для фермерских хозяйств всех организационных типов (Земельная реформа и продуктивность фермерских хозяйств в Европе, 2012).

Изучение особенностей землепользования разных стран дает основание утверждать, что сложившаяся в ходе развития человеческой цивилизации принципиальная структура системы земельных отношений практически стала мировой, т.е. общепринятой. Отличия между странами проявляются в разной степени детализации контролируемых законом отношений, в их конкретном социально-экономическом содержании, определяемом общеполитическим и конкретным временным социально-экономическим курсом отдельных государств.

При освоении новой системы земельных отношений могут быть выявлены нормативно-правовые недоработки, методически недостаточно обоснованные расчеты, неучтенные факторы и условия. Это вынуждает вносить в систему поправки, дополнения, уточнения, разъяснения, не искажающие принципиальную суть основного законодательного решения и не отклоняющиеся от него.

Таким образом, функционирует система земельных отношений: стабильная для определенного периода и в то же время подвижная, перманентно административно регулируемая. Другим немаловажным вопросом земельного реформирования является собственность на землю. Уверенность в устойчивости права на использование земельных участков - исходное условие рациональной организации и прогрессивного развития земледельческого производства. Без гарантий постоянства землевладения пользователь не станет вкладывать средства на улучшение участка и технологии длительного последствия. Вопрос гарантированного права на землю - коренной вопрос земельных отношений (Рахматов, 2009).

Несмотря на то, что почти во всех странах постсоветского пространства было принято решение приватизировать земельные ресурсы, стратегия осуществления этого процесса в разных странах существенно различалась. В научных исследованиях принята следующая классификация стран постсоветского пространства:

- Прибалтика: Латвия, Литва, Эстония;
- Центральная Азия (ЦА): Казахстан, Киргизия, Таджикистан, Узбекистан, Туркмения;
- Южный Кавказ (ЮК): Грузия, Армения, Азербайджан.
- Восточноевропейские страны (ВЕС): Украина, Белоруссия, Молдавия.
- Россия обычно рассматривается как самостоятельная категория, ввиду своей доминирующей роли в регионе.

Некоторые исследователи (И. Н. Никитченко, Д. Седик, Ц. Лерман и др.) к странам постсоветского пространства относят также страны Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ), входившие ранее в так называемый социалистический лагерь. Мы в общих чертах затронем тему реформирования аграрного сектора стран ЦВЕ, более подробно рассмотрим особенности землепользования в странах ЦА и ЮК.



В странах ЦВЕ, в том числе и в странах Балтии, где старт экономических реформ совпал со сменой политического строя, которая активно происходила начиная с 1989 года, главной стратегией приватизации стала реституция фактических наделов земли. Если, в действительности, не всегда становилось возможным вернуть бывшему владельцу или его наследникам именно его участок земли, то в качестве компенсации предлагались другие равноценные участки с тем, чтобы помимо прочего избежать дробления крупных, технически интегрированных сельскохозяйственных комплексов на нерентабельные мелкие владения.

Примечательно, что в течение четырех лет произошла серьезная структурная перестройка сельского хозяйства (Таблица 2.1). Прежде всего, это касается собственности на землю. Так, в Венгрии доля частного сектора в пределах сельскохозяйственных угодий выросла более чем в 6 раз, в Чехии - в 49 раз, Словакии и Румынии – более чем в 2 раза, Болгарии - почти в 2 раза, Литве - в 7 раз, Латвии - в 20 раз, Эстонии - в 17 раз. Только в Белоруссии 84 % земель сельскохозяйственного назначения находится в государственной собственности. Таким образом, за четыре года произошла серьезная структурная перестройка сельского хозяйства. Прежде всего, это касается собственности на землю. В этом отношении только две страны составляли исключение: Польша, где даже во времена централизованно планируемой экономики в сельском хозяйстве преобладала частная собственность, а также Словения, где сосуществовали небольшой “общественный” сектор и большое количество мелких хозяйств, в собственности которых находилось более 90% земель сельскохозяйственного назначения (Никитченко, 2001) (Таблица 2.1).

Следует отметить, что в странах Балтии имеются также объективные условия, делающие возможной реализацию идеи о возврате к старым порядкам: за относительно недолгий период советской власти там сохранились не только документы, касающиеся собственности на землю и имущество, но и четкие представления о прежних формах деятельности в сельском хозяйстве.

В тех странах СНГ, где с 1917-1920 годов земля принадлежала государству, в начале необходимо было легализовать частную собственность на сельскохозяйственные земли и только после этого перейти к преобразованию коллективных хозяйств в сельскохозяйственные объединения (акционерные компании, партнерства и т. д.), а земельные наделы распределить среди сотрудников этих объединений и местного сельского населения (своего рода “перераспределительная земельная реформа”). Новые сельскохозяйственные объединения продолжали функционировать на земле, которая являлась коллективной собственностью и которая обрабатывалась коллективно, хотя владельцы отдельных долей обладали правом выхода из объединения со своим земельным наделом с целью ведения индивидуального фермерского хозяйства.

Таблица 2.1. Структура агросервиса стран Центральной и Восточной Европы (Никитченко, 2001).

Страна	% от площади сельскохозяйственных угодий						Средняя площадь, га					
	Кооперативы		Госхозы		Частные хозяйства		Кооперативы		Госхозы		Частные хозяйства	
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
Польша	4	4	19	18	77	78	335	400	3140	2000	6,6	6,7
Венгрия	80	55	14	7	6	38	4179	1702	7138	1976	0,3	1,9
Чехия	61	48	38	3	1	49	2561	1430	6261	448	4,0	16,0
Словакия	68	63	26	16	6	13	2564	1665	5162	2455	0,3	1,0
Словения	0	0	8	7	92	93	0	0	470	303	3,2	4,1
Румыния	61	35	14	14	25	51	2374	170	5001	2002	1,5	1,8
Болгария	0	41	90	40	10	19	0	750	13000	1100	0,4	0,6
Литва	0	35	91	1	9	64	0	450	2773	124	0,5	2,6
Латвия	0	17	96	2	4	81	0	706	3000	547	0,5	5,8
Эстония	0	33	96	0	4	67	0	567	3500	0	0,5	2,1

\* - до реформ, \*\* - после проведения реформ

Эта модель была применена в большинстве стран СНГ, однако необходимо выделить два исключения. Первое относится к странам Центральной Азии, где земля формально оставалась в собственности государства в течение длительного периода времени после того, как в 1991-1992 годах началось ее перераспределение. В Узбекистане и Туркменистане, где сельскохозяйственные земли продолжают оставаться государственной собственностью и сохранились коллективные и государственные хозяйства, проводилось распределение государственных арендных прав ("прав пользования"), а не земельных наделов. В Казахстане, Кыргызстане и Таджикистане осуществлялось распределение земельных наделов среди работников коллективных хозяйств, хотя с самого начала сельскохозяйственные земли оставались в собственности у государства (в Кыргызстане и Казахстане в дальнейшем была узаконена приватизация земли в 1998 году и 2003 году, соответственно). Вторым исключением был Южный Кавказ, где коллективные и государственные хозяйства физически были расформированы, а фактическое распределение земельных участков началось в 1991-1992 годы в Армении, затем в Грузии и с 1996 года в Азербайджане. В этом отношении эти страны были ближе к странам ЦВЕ, чем к другим странам СНГ.

Поскольку зачастую распределение земельных долей среди работников сельскохозяйственных объединений не приводило к изменению формы управления, новые "частные" сельскохозяйственные объединения функционировали скорее как социалистические коллективные хозяйства с присущими им проблемами. Вследствие этого необходимы были дальнейшие изменения. Так, например, к концу девяностых годов прошлого века в Кыргызстане, Таджикистане, Республике Молдова и Украине земельные доли были преобразованы в права собственности на участки земли или в реальные наделы земли (Седик, Лерман, 2008).

Таким образом, в странах СНГ очевидными являются явные субрегиональные различия в сельскохозяйственной политике, проявляющиеся как в глубине (доле обрабатываемой земли в частных фермерских хозяйствах), так и в сроках (дате перехода к частнособственнической форме ведения хозяйства) приватизации землевладений. Результатом этих различий стали весьма разные уровни восстановления после спада, связанного с переходом к частнособственнической форме ведения хозяйства, в переломные годы (Таблица 2.2).

**Таблица 2.2. Субрегиональные отличия в политике по отношению к фермерским хозяйствам и в восстановлении сельскохозяйственного производства в странах СНГ (Земельная реформа и продуктивность фермерских хозяйств в Европе, 2012).**

	Центральная Азия	Южный Кавказ	Россия, западная часть СНГ
<b>Преобладающая организационная форма фермерских хозяйств</b>	Частная, коллективная	Частная	Коллективная, частная
Площадь посевных земель от общей площади частных фермерских хозяйств в 2007 г. (%)	71	97	34
Доля объема валовой продукции сельского хозяйства, произведенной в частных фермерских хозяйствах в 2007 г. (%)	88	97	62
Дата перехода к частнособственнической форме ведения хозяйства	1996-1998 гг.	1993	нет
Восстановление с/х производства* Переломный год	1998	1993	1999
Производство 2007 г. по сравнению с уровнем 1991 года (%)	105	114	76

\* Объем валовой продукции сельского хозяйства

В странах СНГ наблюдается заметная связь между началом подъема экономики и осуществлением ключевых реформ по переходу на частнособственническую модель. В странах Южного Кавказа земля была приватизирована рано и решительно, и переломный год наступил уже в 1993 году. Страны Центральной Азии начали приватизацию гораздо позже, в период между 1996 и 1998 годами, и рост сельского хозяйства региона в целом возобновился в 1998 году. За последние несколько лет страны Центральной Азии достигли заметного успеха в области приватизации сельского хозяйства (несмотря на то, что в Узбекистане, Туркменистане и

Таджикистане сельскохозяйственные земли в течение длительного промежутка времени принадлежали государству), и, по всей видимости, эти успехи стали причиной активного роста в регионе. Во временном отношении, связанном с началом и степенью приватизации, отстающими были Российская Федерация, Республика Беларусь и Украина. Фактически, в Российской Федерации и Беларуси до настоящего времени еще не до конца приватизированы землевладения. Как показывают исследования Е.В. Серовой (2010), Д. Седика и Ц. Лермана (2008) и других экономистов, те страны СНГ, в которых в частном пользовании находится больше земли, достигли более высоких темпов роста с момента начала подъема экономики. По их данным, в 80 областях Российской Федерации отмечается аналогичная взаимосвязь между показателями роста сельскохозяйственного сектора и показателями площадей земель, находящихся в частном пользовании. Это, по-видимому, объясняет, почему темпы подъема экономики в Российской Федерации и западной части СНГ отстают от темпов, достигнутых в Центральной Азии и на Южном Кавказе: это связано с тем, что частное пользование землей в Российской Федерации и западной части СНГ находится на значительно более низком уровне, чем в других частях СНГ.

Переход на частнособственническую модель также положительно сказывается на производительности сельского хозяйства, которая измеряется объемом (или совокупным количеством) сельскохозяйственного производства на единицу площади (“производительность земель”) или на одного сельскохозяйственного работника (“производительность труда”).

Как и в случае с сельскохозяйственным ростом, производительность труда в 80 областях Российской Федерации повышалась по мере увеличения доли сельскохозяйственных земель, находящихся в частном пользовании.

Переход от централизованного планирования к ориентированной на рынок экономике потребовал разрушения сложившейся экономической системы. Разумеется, на начальном этапе это привело к дезорганизации и резкому спаду экономики в целом и сельского хозяйства в частности. Однако, несмотря на спад на начальном этапе переходного периода, все страны региона упорно продолжали проводить реформы, в результате чего в конечном итоге произошел поворот, приведший к восстановлению сельскохозяйственного роста. Как было сказано выше, время, когда был достигнут этот поворот, находилось в четкой зависимости от времени принятия прорывных решений относительно передачи прав землепользования в частные руки.

Теперь более подробно рассмотрим результаты земельной реформы и особенности землепользования в странах Центральной Азии и Южного Кавказа.

## ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ

Внутриматериковое положение стран Центральной Азии определяет сходные природно-климатические условия, в частности, континентальность и аридность. Эти черты определяют также сходство в методах землепользования в странах данного региона. Богатые земельные и минерально-сырьевые ресурсы обусловили преимущественно аграрно-индустриальную специфику развития экономики пяти стран этого пространства. Однако сельское хозяйство в настоящее время, как и прежде, является преобладающей отраслью экономической деятельности в регионе. Приблизительно две трети населения этих стран, за исключением Казахстана, проживает в сельской местности.

Страны Центральной Азии в ряде направлений развиваются несколько обособленно от остальных стран СНГ и Балтии. Распад Советского Союза поставил эти страны на грань экономической катастрофы, так как почти 80% производимой продукции участвовало в общесоюзном разделении труда.

Переходный период был связан с большими трудностями в связи с воздействием комплекса неблагоприятных факторов. Во-первых, оставленные существовать сами посебеновые государства впали в кризисное состояние, закончившееся значительным сокращением производства и закрытием большинства промышленных объектов. Во-вторых, все государства, хотя и разными темпами, начали переход к рыночной экономике, о которой еще не имели никакого представления. В-третьих, большие трудности создал переход от государственного административного управления сельским хозяйством к частному, относительно которого также не было никакого опыта. Исчезновение главных поставщиков и потребителей производимой сельскохозяйственной продукции заставило эти страны очень быстро пересмотреть всю концепцию государственного развития. Недостаток продуктов питания, а часто и средств на их покупку, способствует поиску быстрого выхода из сложившейся ситуации, во избежание перехода экономического (продовольственного) кризиса в политический (революционный).

В связи с различными сценариями развития экономик стран Центральной Азии, можно утверждать, что и аграрную политику они строят по-разному. Но, несмотря на разные уровни, цели и направления аграрной политики, во всех странах региона существует ряд проблем, решение которых остается приоритетным. Это, прежде всего, обеспечение продовольственной безопасности и связанное с ним увеличение объемов производства основных сельскохозяйственных культур и продукции животноводства на достаточно ограниченных площадях земель (Даньшин, Богданчикова, 2006).

По мнению академика Национальной академии наук Республики Казахстан М. К. Сулейменова, первый - самый трудный - этап становления новой экономики, включая аграрный сектор, длился до конца двадцатого века. В дальнейшем страны региона сформировали новую структуру хозяйствования, определили новые приоритеты и достигли первых успехов, хотя по большинству показателей эффективности производства остаются на достаточно низком, по мировым критериям, уровне.

В постсоветский период произошли интересные изменения в структуре посевных площадей в странах Центральной Азии. Во-первых, почти во всех этих странах сократились площади хлопка, что было вполне ожидаемо, так как еще в середине 1980-х годов этого требовали все хлопкосеющие республики. Это было связано с завышенными планами, высокой степенью применения химикатов и с потерей плодородия земель вследствие монокультуры хлопка. Во-вторых, кроме Казахстана, остальные четыре республики хронически испытывали острый дефицит продовольственной пшеницы, который в то время восполнялся из союзного фонда. Следовательно, вполне логичным является тот факт, что эти страны после приобретения независимости увеличили посевные площади пшеницы и попробовали решить проблему самообеспеченности хлебом. В то же время, в Казахстане примерно на 5 процентов сократились посевные площади под пшеницу, и более чем в 4 раза – под ячмень. И, наоборот, примерно в 3.5 раза увеличились посевные площади масличных культур (Таблица 2.3).

**Таблица 2.3. Изменение площадей посева различных культур в странах Центральной Азии за период 1992-2010 гг., в тыс. га.**

Страны	1992 год			2010 год		
	пшеница	ячмень	масличные	пшеница	ячмень	масличные
Казахстан	13700	5600	360	13100	1300	1250
Кыргызстан	250	260	2	380	12	15
Таджикистан	183	60	0	343	70	6
Туркменистан	197	61	0	850	53	0
Узбекистан	630	304	3	1420	105	16

Источник: FAOSTAT

После выхода из затяжного кризиса в новом столетии начался второй этап, который длился до 2006-2007 годов и отличался укреплением зернового хозяйства. На этом этапе производство зерна пшеницы стабилизировалось на уровне советского периода. С одной стороны, по сравнению с советской эрой, резко сократилось применение удобрений и земли стали более выпаханнами, с другой стороны - некоторое улучшение почвенного потенциала произошло за счет вывода из оборота малопродуктивных земель (Сулейменов, 2012).

Кроме того, в агрохолдингах значительно обновилась техника за счет применения современных машин, производимых лучшими иностранными компаниями, значительно расширился рынок современных средств защиты растений, стали осваиваться современные технологии минимальной и нулевой обработки почвы. Это позволило поднять урожайность зерна пшеницы на 25% (Таблица 2.4).

На третьем этапе появился интерес к диверсификации растениеводства, в первую очередь за счет масличных культур. В советское время на них не обращали внимания, так как они считались менее урожайными, чем пшеница. В условиях рыночной экономики стало очевидным, что цены на семена масличных культур в два и более раза превышают цены на зерно пшеницы. Кроме того, стало ясно, что цены на зерно пшеницы подвержены наибольшему колебаниям.

Вначале обратили внимание на подсолнечник, который раньше выращивали только в Восточно-Казахстанской области. Его площади до 2001 года держались на уровне около 250 тысяч га, на втором этапе они выросли до 460 тысяч га, а на третьем - достигли 650-750 тысяч га за счет освоения этой культуры в северных областях.

*Таблица 2.4. Изменение урожайности зерна пшеницы в странах Центральной Азии за период 1992-2010 гг., ц/га.*

Страны	1992-1996 гг.	2006-2010 гг.	Отношение урожайности 2006-2010 гг. к 1992-1996 гг. (%)
Казахстан	8.5	10.6	125
Кыргызстан	21.8	21.6	99
Таджикистан	8.7	22.9	263
Туркменистан	17.6	32.6	185
Узбекистан	16.6	44.6	269

*Источник: FAOSTAT*

В сельскохозяйственном производстве развито растениеводство (хлопок, зерновые, другие культуры) и животноводство. Осуществляется богарное (неполивное) и орошаемое земледелие. Поскольку территории с благоприятными температурными условиями расположены в аридной и семиаридной зонах с атмосферными осадками, недостаточными для стабильного урожая большинства сельскохозяйственных культур, значительные площади занимает орошаемое земледелие. Исключение составляет Казахстан, где на больших площадях богары выращиваются зерновые культуры. Под пастбища используются низкопродуктивные зональные почвы пустынных равнин, предгорные и горные земли (Сулейменов, 2012).

В своей статье "Обзор аграрных реформ в переходных обществах" Т. Ф. Абдуллаев (2006) проводит интересный анализ и приходит к заключению, что "недостаточный уровень результативности аграрной реформы в Центральноазиатских странах, снижение доверия населения к реформе объективным образом приводят к разрастанию взглядов о необходимости повышения уровня государственного регулирования сельского хозяйства".

Необходимо отметить, что во всех странах Центральной Азии существует множество проблем землепользования. Основные это: реструктуризация сельского хозяйства и изменение форм собственности; деградация пахотных земель, пастбищ, сенокосов и лесов; уменьшение площадей земель, пригодных для землепользования; несовершенство законодательства; отсутствие специалистов на селе; слабые знания в области землепользования у людей, превратившихся в новых условиях в фермеров; низкая экологическая грамотность населения.

Причины возникновения деградации земель и ее типы также, в основном, одинаковы: отход от традиционных навыков землепользования, возделывание монокультур, износ и выход из строя оросительных и дренажных систем, сопровождающийся ухудшением мелиоративного состояния земель, экстенсивное ведение животноводства, все увеличивающееся поголовье скота, вызывающее перевыпас пастбищ, расположенных вокруг населенных пунктов и недовыпас

на отдаленных. Все пять стран констатируют все увеличивающиеся масштабы эрозионных процессов, снижение плодородия пашни, и как следствие, низкие урожаи сельскохозяйственных культур. Во всех странах зарегистрированы большие территории сбитых пастбищ, требующих коренного и поверхностного улучшения.

Основной причиной деградации земельных ресурсов является все более увеличивающееся антропогенное воздействие, заключающееся в бесхозяйственном, зачастую бездумном, хищническом использовании земельных ресурсов. Свой вклад вносят также причины политического характера: изменение формы хозяйствования, проведение реформ в сельском хозяйстве, изменение законодательства, слабый менеджмент и т.д.

Климатические изменения (аридизация климата, частые засухи), сопровождающиеся неправильными методами хозяйственной деятельности, также привели к деградации очень уязвимых к антропогенному воздействию пустынных и полупустынных земель Казахстана, Узбекистана и Туркменистана (кризис Аральского моря, появление подвижных песков и др.) (Традиционные знания в области землепользования в странах Центральной Азии, 2007).

Кроме отмеченных выше общих проблем, каждая из стран этого региона имеет свои особенности землепользования.

## **КАЗАХСТАН**

Республика Казахстан занимает обширную территорию в центре Евразийского материка и располагает крупнейшими земельными ресурсами. Общая площадь земельного фонда составляет 272.5 млн. га и простирается от низовьев реки Волги на западе до гор Алтая на востоке и от гор Заилийского Алатау Северного Тянь-Шаня на юге до Западно-Сибирской низменности на севере. По площади земель страна входит в десятку крупнейших стран мира. Общая протяженность сухопутной границы Казахстана с сопредельными государствами составляет 13 392.6 км, в том числе с Российской Федерацией – 7 591.0 км, Республикой Узбекистан – 2 351.4 км, Китайской Народной Республикой – 1 782.8 км, Кыргызской Республикой – 1 241.6 км, Республикой Туркменистан – 425.8 км.

Весь земельный фонд Казахстана расположен в природных зонах, характеризующихся острозасушливым климатом. В обобщенном виде - это зона критического или рискованного земледелия. В южной части республики земледелие возможно лишь в условиях орошения; в степных и сухостепных районах хотя и возможно богарное земледелие, но оно требует сложного комплекса мер по сохранению влаги в почве; в западных и юго-западных районах, относящихся к полупустынной и пустынной зонам, огромные площади используются как аридные низкопродуктивные пастбища для овцеводства, табунного коневодства и верблюдоводства.

В Казахстане, в июне 2003 года согласно Земельному кодексу были аннулированы бессрочные права, связанные с земельными долями, и владельцам долей было предписано либо приобретать у государства участки земли (путем прямого выкупа или аренды), либо вкладывать земельную долю в акционерный капитал



сельскохозяйственных объединений, т. е., по сути, это приводило к потере права собственности.

Земельный фонд Республики Казахстан, в силу своих природных особенностей, представлен, в основном, сельскохозяйственными угодьями (81.7 %), лесные площади и древесно-кустарниковые насаждения в структуре земельного фонда республики занимают всего 5.3 % земли, под водой и болотами находится 3.2 %, прочие угодья составляют 9.8 % от общей площади земель (Таблица 2.5).

Сельскохозяйственные угодья, главным образом кормовые, имеются не только среди земель сельскохозяйственного назначения. Земли сельскохозяйственного назначения составляют 93.7 млн. га.

**Таблица 2.5. Изменения земельного фонда Республики Казахстан по категориям земель, тыс. га.**

Наименование категорий земель	1991 г.	2010 г.	2011 г.
Земли сельскохозяйственного назначения	218 375.8	93 387.6	93 727.4
Земли населенных пунктов: городов и поселков, сельских населенных пунктов	3 747.2	23 217.0	23 684.1
Земли промышленности, транспорта, связи, обороны и иного несельскохозяйственного назначения	2 053.5	1 789.7	2 311.0
Земли особо охраняемых природных территорий, земли оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения	1 693.7	21 427.3	21 373.1
Земли лесного фонда	18 796.8	2 663.8	2 688.0
Земли водного фонда	775.1	5 651.6	5 755.7
Земли запаса	18 952.3	109 109.3	108 181.1
Итого земель	271 646.3	261 173.8	261 173.8
В том числе земли, используемые на территории других государств	149.8	0.9	0.9
Земли, используемые другими государствами	993.7	11 317.3	11 317.3
Территория республики	272 490.2	272 490.2	272 490.2

Источник: Программа по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013-2020 годы (Агробизнес-2020).

В Казахстане, при значительном сокращении площади пашни, сильном сокращении посевов зернофуражных культур (ячмень и овес), тотальном сокращении посевов кормовых культур, почти вся оставшаяся в обработке пашня была отдана под пшеницу (Таблица 2.6). На первом этапе переходного периода зерно пшеницы оказалось единственным продуктом, который при минимуме затрат обеспечивал прибыльное производство. Это произошло благодаря значительному экспорту зерна пшеницы по мировым ценам, что определило и сравнительно высокие внутренние цены.

**Таблица 2.6. Посевные площади основных сельскохозяйственных культур в Казахстане (Сельское, лесное и рыбное хозяйство в Республике Казахстан, 2012; Сулейменов, 2012).**

	Годы			
	2005	2010	2011	2012
Общая уточненная посевная площадь с/х культур, всего	18445	21438	21083	21190
в том числе:				
Зерновые и бобовые	14841	16619	16219	16256
Картофель	2520	2554	3076	3126
Масличные культуры	669.7	1748.1	1816.2	1853.9
Сахарная свекла	17.5	11.2	18.2	11.2
Хлопчатник	204.2	137.2	160.6	147.8
Овощи	2168.7	2576.9	2877.7	3061.5

До 1999 года площади посева пшеницы также сократились на 5 млн. га, и достигли уровня 8.7 млн. га. После этого посевы пшеницы стали расширяться и достигли к 2009 году уровня 14.3 млн. га, то есть уровня советского периода. Это произошло в основном благодаря помощи государства в части поддержки семеноводства, защиты растений, удобрений и приобретения новой техники. Кроме того, в этот период обанкротились коллективные хозяйства, сохранившиеся после приватизации бывших совхозов, и право управления этими хозяйствами взяли на себя зерновые компании, имевшие достаточные финансовые средства для осуществления инвестиций в зерновое производство.

Они воспользовались помощью государства для приобретения современной техники и организовали крупные агрохолдинги, взявшие на себя управление землями нескольких бывших совхозов, а также переработку и хранение зерна. Эти агрохолдинги вернули в обработку значительную часть ранее заброшенной пашни и контролируют основное производство зерна в стране. Кроме этого, существуют среднего размера частные предприятия в рамках бывших совхозов, а также разного размера мелкие и средние крестьянские хозяйства.

В целом, территория Казахстана отличается большой засушливостью, основную ее часть составляют сухие степи, полупустыни и пустыни с остро континентальными подгорно-климатическими условиями. Так, среднегодовые осадки на всей территории Казахстана составляют всего 207 мм в год, почти вдвое меньше, чем в России (389 мм).

Уровень применения органических удобрений в Казахстане очень низкий. В Северном Казахстане более 70% пашни сосредоточено под посевами зерновых, с преобладанием монокультуры яровой пшеницы. Вынос питательных веществ велик, наблюдаются большие потери гумуса.

В настоящее время в Казахстане преобладают почвы с низким содержанием гумуса. За 30 лет почти во всех подтипах почв Северного Казахстана уменьшилось содержание гумуса на 5-20% и более, что обусловлено многолетней распашкой земель без достаточного внесения органических удобрений, развитием процессов водной и ветровой эрозии и другими факторами. За 35 лет эксплуатации целинных земель из 4.3 млрд. тонн запасов гумуса пахотного слоя 0-25 см безвозвратно утрачено за счет минерализации органического вещества, выноса с урожаем, при водной и ветровой эрозии 1.2 млрд. тонн, или 28.3%.

Это один из самых неблагоприятных в экологическом отношении регионов Евразии. Аридный климат, равнинный характер поверхности предопределяет развитие сильного ветрового режима и связанные с ним дефляционные процессы. В таких условиях формируются ландшафты с низкой продуктивностью, в основном с засоленными почвами. Подобные ландшафты являются хрупкими, легкоранимыми и подвергаются быстрому разрушению при неразумном воздействии на них человеческой цивилизации, но все же сохраняют возможность самовосстановления.

## КЫРГЫЗСТАН

Сельскохозяйственная отрасль является крупным, социально значимым сектором экономики Кыргызской Республики. Здесь производится около 35% валового внутреннего продукта, занято 53.7% активного населения страны. Сельское хозяйство выступает как база для развития перерабатывающей промышленности и сферы услуг. Потребительский рынок страны более чем на 80% формируется за счет продовольствия и товаров, производимых из сельскохозяйственного сырья.

Преобразование земельных отношений, повышение эффективности землепользования является основой осуществляемой в Кыргызской Республике аграрной реформы. В настоящее время в Кыргызстане осуществлена передача земли в частную собственность, в корне изменившая всю систему послереформенных аграрных отношений и их структуру. Посредством введения земельных и имущественных паев преобразовано более 90% бывших колхозов и совхозов, на базе которых было создано более 80 тысяч крестьянских и фермерских хозяйств. В настоящее время в распоряжении фермерских, крестьянских хозяйств и в личном пользовании находится около 900 тыс. га пашни, что составляет 69% от ее общей площади в республике.

Однако в процессе реформирования сельского хозяйства на начальных этапах были допущены и определенные ошибки, связанные со слабостью методических обоснований и организационной работы, недостаточной управляемостью в ходе приватизации, что привело к ухудшению материально-технической базы отрасли, разрыву межотраслевых связей в сельском хозяйстве и упадку структур технического сервиса. Наряду с убыточными, низкорентабельными хозяйствами, приватизации были подвергнуты и высокорентабельные сельхозпредприятия. Односторонняя абсолютизация фермерства и его форсированное внедрение, недооценка коллективных и кооперативных форм хозяйствования в сельском хозяйстве страны в переходный период не способствовали становлению подлинно рыночной экономики, основанной на многообразии и равноправии форм собственности и хозяйствования, созданию конкурентоспособной структуры сельской экономики

и формированию эффективного земельного собственника в сельском хозяйстве Кыргызстана.

Осуществление земельной реформы способствовало созданию многоукладной экономики в сельском хозяйстве, однако, не подкрепленное соответствующим финансированием, проведением всех необходимых агротехнических операций на земельных наделах, оно не обеспечило должного уровня устойчивого развития сельскохозяйственной отрасли, напротив, вызвало рост бедности и безработицы сельского населения. В последние годы стало увеличиваться количество земель сельскохозяйственного назначения, выбывающих из сельхозоборота (Жайнаков, 2005). По мнению бывшего Министра сельского хозяйства Кыргызстана Жумакадыра Акинеева, “из-за исчезновения крупных хозяйств - колхозов и совхозов - происходит заметная деградация сельхозземель. Из 1.1 миллиона гектаров орошаемых земель, которые были на начало образования государства, порядка 300 тысяч участвуют в сельхозобороте, но обеспечивают совсем не ту урожайность, которую они должны обеспечивать как орошаемые земли. Из одного миллиона наших трудовых мигрантов 95 процентов составляют люди сельской местности. В своих селах они практически никому не нужны, потому что не обеспечены работой. Они ищут ее в других местах. Проблемы существуют, и очень большие. Еще одна из насущных проблем связана со сбытом продукции. К сожалению, еще не налажена система закупки у наших фермеров по приемлемым ценам для дальнейшего экспорта за пределы Кыргызстана. Хотя есть ряд турецких фирм, которые делают заказы фермерам Таласской области, получая порядка 60 тысяч тонн фасоли, закупая ее по 60–80 центов в зависимости от сорта. Потом все эта продукция турками переупаковывается и перепродается как экологически чистая от пяти евро и выше” (Аккулыулы, 2010).

В настоящее время одной из самых актуальных проблем АПК Кыргызстана считается проблема рационального использования земельных и водных ресурсов. Особенно актуальна проблема деградации земель. Достаточно отметить, что в последние годы из сельскохозяйственного оборота выведено около 100 тыс. гектаров. Вынос питательных веществ из почвы в 4 раза превосходит их внесение в составе удобрений. Приходят в упадок мелиоративные системы, увеличиваются площади закисленных почв. Также одним из сильных факторов деградации пахотных земель является засорение почвы семенами сорняков и возбудителями болезней культурных растений. Нерационально используются водные ресурсы. Постепенно происходит спад генетических ресурсов. Все это приводит к снижению урожайности и стихийным бедствиям.

## ТАДЖИКИСТАН

Сельское хозяйство является одним из системообразующих звеньев экономики Таджикистана. В этой отрасли занято свыше 550 тысяч трудоспособного населения и производится 20 процентов ВВП республики.

Таджикистан – преимущественно сельскохозяйственная страна, почти 70% населения которой проживает в сельской местности, а 60% трудовых ресурсов заняты в сельскохозяйственном секторе. В Советском Союзе большая часть сельского хозяйства стран Центральной Азии, включая Таджикистан, была отведена под монокультуру хлопка. До обретения независимости среднегодовое производство хлопка-сырца составляло более 800 тыс. метрических тонн. После провозглашения независимости Таджикистан встал на путь сокращения площадей посева хлопчатника и люцерны, освободив часть орошаемой пашни под озимую пшеницу. Уже в первые годы независимости площадь посева пшеницы возросла вдвое, то есть с 180 до 360 тысяч га в 1997 году. С тех пор она держится на этом уровне.

Урожайность зерна пшеницы очень низкая, что объясняется недостатком удобрений, неэффективными способами полива и неразвитой системой семеноводства. Долгое время урожайность зерна пшеницы не превышала 20 ц/га, в последние годы она вышла на уровень 25-26 ц/га. Но даже при этом производство зерна пшеницы не достигло одного миллиона тонн. Поэтому хлебной независимости достичь не удалось, и ежегодно страна закупает по 400 тысяч тонн пшеничного зерна и столько же муки (Сулейменов, 2012).

Все другие культуры занимают небольшие площади. За годы независимости, как и у других стран Центральной Азии, значительно выросли площади под картофелем - в три раза, причем удалось также почти удвоить урожайность картофеля со 130 до 240 ц/га. Но этого не хватает, и продолжается импорт картофеля в размере 30 тысяч тонн. Стали культивировать фасоль, однако ее площади не превышают пяти тысяч гектаров. Посевы кукурузы на зерно расширились с 10 до 32-38 тысяч га, а урожайность зерна выросла с 30 до 40 ц/га.

По мнению специалистов, аграрная реформа в Таджикистане в части распределения земель сельскохозяйственного назначения почти завершена. В результате земля нашла своего хозяина, внедрены рыночные отношения в сельском хозяйстве. Однако для дальнейшего продвижения аграрной реформы требуются новые подходы и, следовательно, необходима разработка и проведение новой аграрной политики, которая логически, продолжая основные идеи первого этапа аграрной реформы, определила бы приоритеты и направления развития агропромышленного комплекса страны, структурную, финансово-кредитную политику и нормативно-правовое обеспечение реформы на предстоящий период. В настоящее время государство полностью либерализовало политику централизованного планирования и распределения материально-технических ресурсов и произведенной продукции. В то же время государство должно обладать регулирующим воздействием в плане оказания помощи хозяйствующим субъектам в производстве и сбыте продукции, в создании льготных условий по вопросам налогообложения, кредитования и оказания консультационных и других вспомогательных услуг. В ходе проведения аграрной реформы вместо бывших

коллективных хозяйств создано 37960 крестьянских хозяйств и 41 тысяча маленьких самостоятельных независимых хозяйств. Им передано в пожизненное пользование более 80% всех земель. Вместе с тем абсолютное большинство созданных хозяйств ограничено по своему размеру и как хозяйствующая структура малоэффективна.

Гарантия прав на землю (то есть землепользование) составляет одну из наиболее важных предпосылок для обеспечения продовольственной безопасности. Без равноправного доступа к земле недостаточное питание и голод будут оставаться проблемой в сельской местности Таджикистана. Статья 13 Конституции устанавливает, что земля и природные ресурсы являются исключительной собственностью государства. Гражданский кодекс также оговаривает, что земля является государственной собственностью. Конституция страны, однако, не ограничивает право собственности и наследования (статьи 12, 17 и 32). В 1996 году Таджикистан приступил к осуществлению процесса реорганизации совхозов и колхозов в меньшие, независимые хозяйства. Понимание изменений, связанных с приватизацией сельскохозяйственных земель под посевами хлопчатника, оказавших воздействие на структуру экономики сельского хозяйства, важно вследствие преобладания сельскохозяйственного сектора в экономике и его взаимосвязи с продовольственной безопасностью. В случае, если приватизация земли, особенно в хлопководческих районах, не проведена таким образом, чтобы непосредственно улучшить благосостояние фермеров, ее результаты приведут к незначительному снижению продовольственной безопасности.

Земельный кодекс республики (Закон № 23 от 13 декабря 1996 года с изменениями от 28 февраля 2004 года) предоставляет право пользования земельными участками физическим и юридическим лицам, пожизненное наследуемое пользование землей физическими лицами, коллективами и гражданами для организации дехканского (фермерского) хозяйства (статья 12) и право долгосрочной аренды (статья 14). Земельный кодекс также предоставляет право на получение приусадебного земельного участка в размере до 0.12 гектара на орошаемых и до 0.25 гектара на богарных землях, в целинных и горных районах до 0.15 гектара орошаемых и до 0.40 гектаров богарных земель, включая площадь, занятую под строения и дворы (статья 71).

Наиболее широко земельная реформа в Таджикистане стала проводиться с принятием Закона о земельной реформе и Закона «О дехканском (фермерском) хозяйстве» № 48 от 10 мая 2002 года, с поправками, внесенными Законом № 173 от 3 мая 2006 года, который является главной правовой основой для развития дехканских хозяйств в стране. Согласно этому закону, дехканское хозяйство является самостоятельным хозяйствующим субъектом, осуществляющим свою деятельность без образования юридического лица и основанном на личном труде одного человека или членов одной семьи и других лиц, совместно производящих сельскохозяйственную продукцию, которое базируется на земельном участке и другом имуществе, принадлежащем членам дехканского хозяйства (статья 3). Дехканские хозяйства, как правило, учреждаются членами одной семьи или посредством объединения нескольких семей. Дехканские хозяйства обладают теми же правами, что и любой другой хозяйствующий субъект (Кнут, 2008).

## ТУРКМЕНИСТАН

Сельское хозяйство традиционно играет большую роль в экономике Туркменистана. Эта страна располагает значительными земельными ресурсами. Его территория составляет 49120.9 тыс. га. К сельскохозяйственным угодьям относятся 39927 тыс. га, или 81% территории страны, из них пастбища занимают 38196.2 тыс. га, или 95.7%, орошаемые земли, пашня и многолетние насаждения – 1695.5 тыс. га, или 3.5%. Орошаемые земли являются основным источником существования сельского населения, и с них страна получает основную массу продовольствия для населения и сырья для промышленности. Поэтому вопрос экономического развития сельского хозяйства Туркменистана напрямую зависит от количества орошаемых площадей, их качественного состояния и эффективности землепользования.

За последние годы в этой сфере достигнуты значительные успехи благодаря взятому курсу на глубокое реформирование сельского хозяйства. Принят пакет законов, на основе которых на селе формируются новые экономические отношения, внедряются современные методы управления и финансовые механизмы.

Государство оказывает труженикам села поддержку, которая выражается в миллиардных инвестициях, направляемых на техническое перевооружение и модернизацию всей производственной инфраструктуры агропромышленного комплекса. Дайханские объединения, арендаторы и другие производители продукции обеспечиваются всем необходимым для работы, не испытывая нужды ни в технике, ни в удобрениях, ни в семенах. Для структурных подразделений отрасли закупаются современные тракторы, комбайны, сеялки и другое оборудование, а отслужившие свой срок и подлежащие списанию сельскохозяйственные машины безвозмездно передаются дайханам и частным предпринимателям, желающим их восстановить.

В рамках «Национальной программы по преобразованию социально-бытовых условий населения сел, поселков, городов, этрапов и этрапских центров на период до 2020 года», «Генеральной программы обеспечения чистой питьевой водой населенных пунктов Туркменистана» и других масштабных социально-экономических программ, во всех регионах осуществляются крупные инвестиционные проекты, кардинальным образом меняющие жизнь туркменского села.

Туркменистан вот уже второй год экспортирует продовольственное зерно. Круг стран-экспортеров зерна достаточно узок и Туркменистан вошел в него в 2011 году. В 2012 году Ассоциации по хлебопродуктам «Туркменгаллаонумлери» было разрешено через Государственную товарно-сырьевую биржу реализовать на внешних рынках 300 тыс. тонн пшеницы из объема урожая 2011 года, превышающего внутренние потребности страны. Хлебная нива страны занимает 860 тысяч гектаров земель, с которых в 2013 году дайханам предстоит собрать 1 миллион 600 тысяч тонн зерна (Сельское хозяйство Туркменистана в 2012 году, 2013).

По паритетности решаемых проблем изменение специализации сельского хозяйства должно формироваться на основе размещения сельскохозяйственных культур с учетом решения следующих проблем:

1. Максимальный выход продукции с 1 га в денежном выражении.
2. Максимальная занятость трудоспособного населения.
3. Максимальный выход продукции в денежном выражении на единицу объема израсходованной воды.

Ранжирование сельскохозяйственных культур по критериям экономической эффективности (Таблица 2.7) показывает, что с одного гектара орошаемой площади наибольший выход продукции в денежном выражении в структуре севооборота дают:

1. виноградники;
2. овощи;
3. бахчевые;
4. сады;
5. хлопчатник тонковолокнистый.

Возделывание хлопчатника выгодно, но в то же время тонковолокнистый сорт уступает винограднику по выходу продукции с 1 га в денежном выражении в 5.8 раза, а средневолокнистый – в 7.2 раза. По показателям занятости населения приоритет принадлежит:

1. виноградникам;
2. садам;
3. овощам;
4. хлопчатнику тонковолокнистому;
5. хлопчатнику средневолокнистому.

Важным фактором в эффективном землепользовании является также удельное потребление воды. По показателям третьего критерия – выходу продукции на 1000 м<sup>3</sup> воды преимущественное положение последовательно занимают следующие сельскохозяйственные культуры и многолетние насаждения:

1. виноградники;
2. овощи;
3. бахчевые;
4. хлопчатник тонковолокнистый;
5. сады.

Результаты по экономической оценке возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Туркменистана объединены в сводной таблице 2.7 (Станчин и др., 2011).



**Таблица 2.7. Ранжирование сельскохозяйственных культур в Туркменистане по критериям экономической эффективности (Станчин и др., 2011).**

Наименование сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений	Ранг сельскохозяйственной культуры по критериям экономической оценки									
	Выход продукции с 1 га			Занятость трудоспособного населения			Продукция на 1000 м <sup>3</sup> воды			Общий балл
	*	**	***	*	**	***	*	**	***	
Виноградники	1	9089.6	716	1	1666.7	447	1	1514.9	699	1862
Овощи, в среднем	2	5227.2	416	3	706.7	189	2	1156.1	533	1138
Бахчевые	3	3865.5	290	6	373	0	1	29.5	3	3
					1	3		5	9	
Хлопчатник тонковолокнистый	5	1554.8	122	4	555.2	149	4	332.9	153	424
Сады	4	2678	1	1	11.1	9	2	4.8	2	2
		2	2		2	5		1	6	
Хлопчатник средневолокнистый	6	1268.6	100	5	467.2	125	6	216.7	100	325

\* место в ряду; \*\* долларов США (тыс.чел. в колонке «Занятость населения»); \*\*\* балл.

Фактором, лимитирующим развитие орошаемого земледелия Туркменистана, являются водные ресурсы. И хотя Туркменистан располагает значительным земельным фондом, пригодным для орошаемого земледелия – 17,3 млн. га, орошается в настоящее время лишь 1,7 млн. га, или 10%, а резервами освоения являются 15,6 млн. га.

Несмотря на то, что вода является чрезвычайно дефицитным ресурсом, только 53% ее используется по назначению, а 47% теряется в процессе транспортировки по оросительной сети, в основном сооруженной в земляном русле. Кроме того, из-за применения несовершенной технологии полива по напуску, затоплению и по бороздам значительная часть воды теряется при фильтрации, пополняя грунтовые воды. Поэтому только 47% орошаемых земель относится к категории незасоленных и слабозасоленных, а большая часть земель (53%) засолена и требует проведения промывных поливов. Однако из-за недостаточной обеспеченности орошаемых земель коллекторно-дренажной сетью (37%) промывные поливы не дают должного эффекта. Как следствие, урожаи ведущих сельскохозяйственных культур - хлопка, пшеницы - чрезвычайно низки и, соответственно, также низки получаемые работниками сельского хозяйства доходы. В целом, по совокупной оценке качественное состояние орошаемых земель характеризуется как неудовлетворительное (Станчин и др., 2011).

## УЗБЕКИСТАН

Сельское хозяйство как крупная отрасль является одним из приоритетных направлений экономики страны. Узбекистан – один из самых благоприятных регионов для выращивания различных сельскохозяйственных, в том числе технических культур. По числу и удельному весу занятых в отраслях народного хозяйства сельское хозяйство занимает ведущее место. Эта отрасль обеспечивает население необходимыми продуктами питания, а различные отрасли промышленности – сырьем. 60% населения страны проживает на селе. Здесь трудится значительная часть занятого населения. 28% ВВП приходится на долю сельского хозяйства. Значительная часть посевных площадей, а под техническими культурами практически все земли орошаемы и обслуживаются мощной государственной ирригационной системой. В настоящее время площадь посева сельхозкультур на всех категориях земель составляет более 4 млн. га. 87% от общей площади посева – это поливные земли. Согласно Статье 16 Земельного Кодекса Республики Узбекистан, земля является государственной собственностью, общенациональным богатством, подлежит рациональному использованию, охраняется государством и не подлежит купле-продаже, обмену, дарению, залогу, за исключением случаев, установленных законодательными актами Республики Узбекистан.

Юридические лица могут иметь земельные участки на праве постоянного владения, постоянного пользования, срочного (временного) пользования, аренды и собственности в соответствии с указанным Кодексом и иными актами законодательства.

Физические лица могут иметь земельные участки на праве пожизненного наследуемого владения, постоянного пользования, срочного (временного) пользования, аренды и собственности в соответствии с указанным Кодексом и иными актами законодательства.

Право собственности юридических и физических лиц на земельные участки возникает в порядке, установленном законодательством, при приватизации объектов торговли и сферы обслуживания вместе с земельными участками, на которых они размещены (Земельный кодекс Республики Узбекистан, 2011).

В постсоветский период перед руководством республики встал вопрос: продолжать прежнюю стратегию и покупать необходимое для производства хлеба зерно на мировом рынке или же выделить под посевы пшеницы необходимые площади орошаемых земель. Не обязательно быть хорошим экономистом, чтобы подсчитать убыточность второго варианта, так как цена хлопка на рынке в среднем в пять раз выше стоимости зерна пшеницы, а урожайность пшеницы всего лишь в два раза выше, чем хлопчатника. Конечно, существует разница в затратах, но при любом раскладе сеять на орошаемых землях пшеницу экономически менее выгодно.

Однако, как замечает академик М.К. Сулейменов, мы живем в мире, где политика управляет экономикой. Поэтому было принято решение выделить под пшеницу около миллиона гектаров орошаемых земель. Для этого пришлось существенно сократить посевы хлопчатника, убрать с орошаемых земель люцерну и другие кормовые культуры, потеснить такие важные культуры как кукуруза и рис.

Было найдено оригинальное решение: вместо хлопково-люцернового советского севооборота стали чередовать хлопчатник с пшеницей (по 1.4 млн. га). То есть сделали королевский гамбит, отдав в жертву пшенице часть хлопчатника и всю люцерну. При этом освободились от необходимости пахать под пшеницу плугом и стали сеять семена пшеницы прямо в стоящую гузапаю (стерню хлопчатника) сразу после сбора хлопка. Урожайность пшеницы после перевода ее на орошение выросла втрое, что дало возможность даже рассуждать о возможности зеленой революции.

При урожайности порядка 45-47 ц/га производство зерна пшеницы превысило 6 млн. тонн, что достаточно для зерновой независимости, однако хлебной независимости достичь не удалось. Дело в том, что качество зерна озимой пшеницы на орошении часто не соответствует требованиям, отвечающим выпечке хорошего тандырного хлеба. Поэтому, хотя пшеничного зерна в стране достаточно, приходится закупать еще примерно один миллион тонн пшеничной муки.

Несмотря на проведенную приватизацию и перевод сельскохозяйственного производства в крестьянских хозяйствах на частную основу, все еще сохраняется тотальный контроль государства за использованием пашни. Так, каждый крестьянин использует землю под хлопчатник и пшеницу в точном соответствии с государственным планом. Взамен государство выделяет субсидированные удобрения, горючее и химикаты, а после уборки закупает весь хлопок и плановую часть пшеницы. Нам кажется невероятным, но если узбекский крестьянин не собрал достаточного количества зерна пшеницы для выполнения плана, то ему дается право закупить недостающую часть на базаре и продать зерно родному государству, но уже по государственной цене.

Все остальные культуры крестьяне сеют по своему усмотрению, но на это почти не остается земли. В результате втрое сократились посевы риса, кукурузы и ячменя. На этом фоне заметен картофельный бум. В советское время картофель, зачастую гнилой, сюда привозили из Белоруссии и Прибалтики. Сейчас площади под него выросли с 43 до 68 тыс. га, при этом за счет современных технологий урожайность повысилась втрое, а производство картофеля возросло в пять раз (Сулейменов, 2012).

Вместе с тем, эффективность землепользования в Узбекистане еще не высока. По расчетам А.К. Базарова, ежегодная упущенная экономическая выгода из-за нерационального землепользования составляет 1.6 млрд. долл. США. Продукция животноводства по сравнению с 1990 годом выросла на 1.93 млрд. долл. США, но исключительно за счет роста поголовья скота. Продуктивность его в фермерских животноводческих хозяйствах снизилась, а в личных подсобных хозяйствах остается низкой из-за нехватки кормов (надои молока 900 и 1800 кг/год, соответственно).

Площади в разной степени засоленных земель достигли 67% (сильно засоленных – 11.2%), подверженных эрозии – 2 млн. га, значительные площади заболочены и затоплены. Отсутствуют севообороты и не производятся посевы люцерны. Выбывшая из хозяйственного оборота орошаемая пашня низкого качества составляет 245 тыс. га. Балл бонитета почв снизился с 60 в 1991 г. до 53 в 2007 году. Урожайность хлопчатника в среднем по республике составила 25.7 ц/га против 29.5 ц/га в 1960 году.

Ежегодный экономический ущерб из-за деградации орошаемых земель составляет 252 млн. долл. США, пастбищных угодий – 91 млн. долл. США, транспортировки нерационально используемой поливной воды – 118.5 млн. долл. США. Составные части этого ущерба - отсутствие обогащения почвы азотом, недобор урожая вследствие выведения земли низкого качества из хозяйственного оборота, снижение кормового потенциала пастбищных угодий. Серьезным негативным фактором землепользования является рост площадей под ирригационной и коллекторной сетями при одновременном снижении эффективности использования орошаемых земель. Глубина и масштабность деградации орошаемых земель реально угрожают сельскому хозяйству и росту благополучия населения. По данным Всемирного Банка и Глобального Экологического Фонда (GEF WEMP), общие затраты на реабилитацию национальной инфраструктуры ирригации и дренажа оцениваются в 23-31 млрд. долл. США, или в среднем до 1000 долл. США/га орошаемых земель (Базаров, 2009).

## ЮЖНЫЙ КАВКАЗ

Страны Южного Кавказа имеют много общих исторических, культурных, географических и экономических интересов. Во время переходной социальной, политической и экономической фазы, у них также возникло множество общих проблем. Хотя идентичные решения не всегда бывают желаемыми или правильными, обмен знанием и опытом имеет большую ценность. Более того, особенно в сферах земельной политики и политики экономического развития, существует значительная потенциальная польза, которая может быть извлечена из гармонизации правовых и регулирующих подходов и стандартов в регионе.

Вопросы использования земли и земельной политики занимают центральное место в правильном экономическом, социальном и физическом развитии Южно-Кавказского региона. Прогресс во многих взаимосвязанных сферах, таких как экономическое развитие, инвестирование в физические структуры, сельскохозяйственная жизнестойкость, защита окружающей среды, рост урбанизации и управление – требует наличия четкой и прозрачной административной системы, которая регулирует конкурирующие имущественные и другие интересы. Кроме того, рост и развитие будет поддерживать гармонизация законодательства и международных конвенций, которые применимы к межгосударственной деятельности, осуществляемой в регионе.

На Южном Кавказе приватизация основной части сельскохозяйственной земли уже осуществлена. Во всех трёх странах региона в процессе приватизации принимала участие значительная часть населения. Например, в Армении в процессе приватизации земли принимали участие 340 тыс. семей, что составляет около половины всего населения страны. В Азербайджане в результате приватизации 3 187 709 граждан стали землевладельцами. В Грузии более двух миллионов граждан получили земельные участки в результате приватизации сельскохозяйственной земли (Развитие земельной политики в регионе Южного Кавказа, 2003).

Земельная реформа в Армении началась сравнительно раньше, с 1991 года, в Грузии она осуществлялась с 1992 года, а в Азербайджане – с 1996 года. В каждой из этих стран реформа сельскохозяйственных земель была ориентирована на защиту

социальных интересов и безопасность населения, проживающего в сельской местности. Земельные участки были перераспределены местному населению и их семьям, в основном без требования компенсации. Что же касается бывших личных участков, во всех трёх странах эти участки были безвозмездно переданы их прежним владельцам.

На начальном этапе земельной реформы в Грузии в частную собственность было передано примерно 55-60% земли, пригодной для обработки (пашня и земли, занятые многолетними насаждениями). В Азербайджане это число составило 43%, а в Армении – 66%. Остальная земля в Грузии остаётся в государственной собственности, а в Армении и Азербайджане небольшая её часть остаётся в государственной собственности, а основная передана в собственность местным общинам (Минозян, 2003).

Несомненно, частная собственность на землю теряет свое первоначальное значение, страны мира все больше понимают, что главное для национальных экономик - четкое регулирование и гарантированность правовых условий именно для хозяйственного использования земли. Даже страны Европейского Сообщества начинают проникаться убеждением, что будущее - за коммерчески организованными хозяйствами и вне зависимости (что должно быть особенно важно для современных защитников преимуществ частной земельной собственности) от формы прав на землю.

Во всём регионе Южного Кавказа вследствие земельной реформы возникла одна серьёзная проблема – фрагментация сельскохозяйственной земли. В каждой стране семьи, проживающие в сельских районах, получили несколько земельных участков небольшого размера (при этом несколько отдельных участков), площадь которых составляла в среднем лишь 1-2 гектара (Таблица 2.8). Это значительно затрудняет их эффективное использование и применение современных фермерских методов и оборудования.

Хотя данная модель распределения имела весьма справедливую структуру землевладения, во всех трех странах это создало сельскохозяйственный сектор с преобладанием натурального хозяйства, так как мелкие семейные фермы не обладают возможностями для закупки сырья, продажи продукции и доступа к кредитам, чем пользуются более крупные структуры.

Правительства всех трех стран приложили усилия для создания земельных рынков при значительной помощи и поддержке международных организаций. Как часть стимулирования земельных рынков, Всемирный Банк, Европейский Союз, USAID и ФАО также поддерживали проекты регистрации и передачи прав собственности на землю. Однако рынок продаж сельскохозяйственных земель остается ограниченным по сравнению с городским рынком недвижимости.

**Таблица 2.8. Средние размеры фермерских хозяйств в странах Центральной и Восточной Европы и СНГ (Земельная реформа и продуктивность фермерских хозяйств в Европе, 2012).**

	Площадь земель (га) хозяйств, действующих на собственной земле	Площадь земель (га) хозяйств, действующих на собственной и арендованной земле	Доля (в процентах) фермерских хозяйств, арендующих землю
<b>Страны ЦВЕ:</b>			
Румыния	3.0	4.1	17
Болгария	1.1	4.8	9
Венгрия	3.4	19.6	8
Польша	7.3	25.7	17
<b>Страны СНГ:</b>			
Армения	1.3	2.6	14
Грузия	0.7	8.7	2
Азербайджан	1.8	15.7	7
Казахстан	160	272	11
Таджикистан	18	144	3
Республика Молдова	3.7	9.5	28
Украина	53	227	53

Сельскохозяйственное кредитование остается во всех трех странах региона недоразвитым. Годичные кредиты с высокой процентной ставкой для мелких фермеров неприемлемы. Кроме того, банки (за очень малым исключением) не хотят принимать под залог ни землю, ни дома фермеров, так как согласно законодательству, трудно лишать права выкупа закладной, и в результате неразвитого земельного рынка такая собственность не является быстрореализуемым активом.

Даже до аграрных реформ сельское хозяйство нанесло серьезный ущерб окружающей среде региона. Законы по охране окружающей среды не действовали, и жизнестойкость приносилась в жертву выполнению плана. Эта практика вылилась во множество других проблем окружающей среды, включая уплотнение, эрозию, засоление почвы, заболачивание и загрязнение воды.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, исследование особенностей землепользования в странах постсоветского пространства, в частности в странах Центральной Азии и Южного Кавказа показывает, что многообразие форм собственности на землю и многоукладность хозяйствования - важный стимул для развития аграрного сектора. Однако в условиях ослабления сформированных интеграционных связей советского периода основным приоритетом аграрной политики этих стран является продовольственная безопасность, что привело к коренным изменениям в системе землепользования и в структуре посевных площадей. Доминирующим стало выращивание зерновых культур. Такой подход не всегда оправдан с экономической точки зрения, однако учитывая, что зерновое хозяйство менее затратно, а крестьянские хозяйства испытывают нехватку финансовых средств, в итоге предпочтение дается зерновому клину.

## Глава 3. На пути к устойчивому развитию стран Центральной Азии

*Айдаров И.П.<sup>1</sup>, Панкова Е.И.<sup>2</sup>*

*(<sup>1</sup>Российская академия сельскохозяйственных наук;*

*<sup>2</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева)*

## Chapter 3. On the way to the sustainable development of the Central Asian countries

*Aidarov I.P.<sup>1</sup>, Pankova Ye.I.<sup>2</sup>*

*(<sup>1</sup>Russian Academy of Agricultural Sciences; <sup>2</sup>Dokuchaev Soil Science Institute)*

В статье рассмотрены основные причины деградации природной системы и возможные пути перехода стран Центральной Азии к устойчивому развитию. В основу широкого развития орошения земель в начале XX века была положена концепция коренного изменения гидрогеологических, геохимических и почвенно-мелиоративных условий. Эта концепция определила повсеместную трансформацию автоморфного режима в гидроморфный режим и формирование убеждения о неизбежности засоления орошаемых земель. Последствиями такой стратегии развития орошения стало засоление орошаемых земель и низкий уровень эффективности использования водных и земельных ресурсов. Запасы водных ресурсов стран Центральной Азии, в расчете на душу населения, в настоящее время составляют около 2.3 тыс. м<sup>3</sup>, что значительно выше, чем в Индии, Египте, Сирии и странах Ближнего Востока (0.8-1.9 тыс. м<sup>3</sup>), где не существует таких сложных проблем с водообеспечением. Таким образом, проблема с водными ресурсами в регионе заключается не в дефиците водных ресурсов, а в крайне нерациональном их использовании. Эффективность использования водных ресурсов в сельском хозяйстве Центральной Азии в 4-5 раз ниже, чем в развитых странах. Площади орошаемых земель на душу населения составляют 0.15 га, что в несколько раз выше, чем в странах мира (0.035 га). Приведенные данные позволяют сделать однозначный вывод: страны Центральной Азии имеют достаточные резервы пресной воды для решения экологических и социально-экономических проблем. Беда заключается в том, что за прошедшие с момента обретения независимости 20 лет практически ничего не сделано для приведения в порядок водного хозяйства стран и рационального использования природных ресурсов. Установлено, что дренаж в сочетании с промывным режимом орошения и повторным использованием минерализованных дренажных вод для полива не только свел на нет эффективность рассоляющего действия дренажа, но и превратился в основную причину развития экологического и социально-экономического кризиса в регионе. Замкнутый водо- и солеоборот на орошаемых землях привел к ухудшению качества речных вод, дальнейшему развитию засоления, снижению плодородия и продуктивности орошаемых почв. При рассмотрении возможных путей перехода стран региона к устойчивому развитию в статье использованы современные представления о функционировании природных систем и связи между экологическими и социально-экономическими факторами. Приведен ряд

эмпирических зависимостей, позволяющих установить величину допустимой антропогенной нагрузки на природные экосистемы, оценить экологический ущерб природной среде, величину экологически адаптированного валового внутреннего продукта и уровень благосостояния населения. Показана реальная возможность улучшения экологических, социальных и экономических условий до уровня, обеспечивающего устойчивое развитие стран Центральной Азии. Состав мероприятий, обеспечивающих переход региона к устойчивому развитию должен включать: прекращение повторного использования минерализованных дренажных вод для полива; переустройство существующих оросительных систем с доведением КПД до 0.85; использование дождевания и капельного орошения. Реализация указанных мероприятий позволяет в несколько раз увеличить производство сырья и сельскохозяйственной продукции и на 30-40 % восстановить экологический каркас региона, включающий долины и дельты рек. Уровень Аральского моря при этом может подняться на 19-20 м, а площадь акватории моря увеличится до 5-5.5 млн. га. Обязательными условиями эффективности предлагаемой системы мероприятий является уменьшение площадей орошаемых земель до 4 млн. га (до 0.074 га/чел) и недопустимость использования сэкономленных водных ресурсов для увеличения площадей орошения.

The chapter is focused on the discussion of the main reasons of environmental degradation in Central Asia and suggests the possible ways of the transition to the sustainable development of this region. In the beginning of the twentieth century, the wide development of irrigation in Central Asia was based on the concept of the radical changes in hydrogeological, geochemical and soil conditions. This concept predetermined the extensive transformation of automorphic hydrological regime of soils to hydromorphic regime and led to the belief that salinization of irrigated lands was an inevitable result. The consequences of such strategy in irrigation development were secondary salinization of irrigated lands and low effectiveness of the use of water and land resources. At present, the per capita reserves of water resources in the countries of Central Asia are 2300 m<sup>3</sup> that is much higher than those in India, Egypt, Syria and the countries of Middle East (800-1900 m<sup>3</sup>) where the problem of water supply is not so serious if compared with Central Asia. Thus, the problem with water resources in Central Asia mainly results from extremely inefficient use of water and not from its deficit. The effectiveness of agricultural water use in Central Asia is 4-5 times lower than that in the developed countries. The per capita area of irrigated land in Central Asia is 0.15 ha that is several times higher than that in the world (0.035 ha). The data given in the paper allowed us to conclude that the countries in Central Asia have reserves of fresh water sufficient for the solution of environmental, social and economic problems. The trouble is that since independence during the last 20 years no efforts were undertaken to improve water economics and to achieve the sustainable use of natural resources. As it was found out, drainage if used in combination with the re-use of saline drainage water for irrigation, even under percolative regime, restricts the positive effect of drainage and even becomes the main factor of ecological, social and economic crisis in the region. The closed water and salt cycles at the irrigated lands result in the deterioration of surface water quality, progressive salinization and decrease in fertility and productivity of irrigated soils. In this paper we suggest a possible ways of the transition to the sustainable development using the modern concepts of environmental systems functioning and relationship between environmental and socioeconomic factors. The empirical relationships used for the assessment of such parameters as permissible anthropogenic loads on natural ecosystems, ecological harm



to the environments, environmentally adapted gross domestic product and standards of well-being are given in this paper. A real opportunity of enhancement of environmental, social and economic conditions up to the level providing for sustainable development of the countries in Central Asia is described in this paper. The actions ensuring for the transition to the sustainable development include: termination of the re-use of saline drainage water for irrigation, reconstruction of existing irrigation systems so that its performance reaches 85%, the use of sprinkling and drip irrigation. The implementation of those actions can lead to the increase in the production of raw materials and crops by several times as well as to recover the environmental framework by 30-40%, including the river valleys and deltas. The level of the Aral Sea can rise by 19-20 m and the area of the sea can reach 5-5.5 million ha. The decrease in the areas of irrigated lands down to 4 million ha (0.074 ha per capita) and inadmissibility of the use of the saved water for the extension of irrigated areas are the compulsory conditions for the effectiveness of the suggested measures.

## ВВЕДЕНИЕ

Основной целью широкого развития орошения земель в странах Центральноазиатского региона в XX веке вплоть до распада СССР было создание собственной базы хлопка-сырца и избавление текстильной промышленности от его импорта. Решение проблемы хлопковой независимости было достигнуто самой высокой ценой за всю многовековую историю развития орошаемых земель в бассейне Аральского моря. Увеличение производства хлопка было обеспечено за счет коллективизации и обобществления земельных и водных ресурсов, что полностью исключило из хозяйственного механизма человека – хозяина с его личной заинтересованностью.

Вода и плодородные почвы в Центральноазиатском регионе всегда были основой жизни и благосостояния населения. Очень важную роль при этом играло существовавшее в то время «Водное Право» (Айдаров, 2006; Разработка мероприятий..., 1989). Для России в начале XX века вода и земля Туркестана представляли собой просто неиспользованные природные ресурсы, которые можно было задействовать для решения хлопковой проблемы. При разработке концепций развития орошения в Центральной Азии с самого начала рассматривались два принципиально различных подхода. Один из них основывался на использовании принципов древнего орошения, предусматривающих сохранение природного режима грунтовых вод, процессов почвообразования и экономное использование водных ресурсов. На массивах древнего орошения, которые характеризовались наличием мощной толщи незасоленных аллювиальных и пролювиальных отложений и близким залеганием (1-1,5 м) пресных грунтовых вод, выполнение указанных требований было возможно за счет строительства примитивных оросительных систем и создания замкнутого водооборота. Другой подход также был основан на строительстве технически несовершенных оросительных систем и, в отличие от древнего орошения, предусматривал коренное изменение гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий, т.е. трансформацию автоморфного режима в гидроморфный. И, хотя уже тогда было известно, что на землях нового орошения сохранение природных гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий было возможно только при условии строительства технически совершенных

оросительных систем с высоким КПД и применения прогрессивной техники полива (Ризенкампф, 1925), для реализации был рекомендован второй подход, который требовал меньших материальных затрат и времени. Большую роль в принятии такого решения сыграли рекомендации климатологов, географов, почвоведов и геологов, которые считали, что испарение с поверхности Аральского моря - бесполезная потеря водных ресурсов, и предлагали использовать практически весь речной сток для орошения (Воейков, 1908; Средняя Азия, 1968, с. 10). Потери воды на фильтрацию в таких системах достигали 50% и более. Эффективность использования земельных и водных ресурсов резко снизилась, начался интенсивный процесс засоления орошаемых земель. Практически было разрушено веками отработанное отношение человека к природе и утерян многовековой опыт орошения.

Негативный опыт орошения земель вызвал неадекватную реакцию Отдела Земельных Улучшений. Во-первых, создание гидроморфного режима на орошаемых землях сочли вполне пригодным, и, во-вторых, сложилось представление о неизбежности засоления почв при орошении: «Появление солей на орошаемых землях Туркестана, Закавказья, Египта и Индии столь же неизбежно, как появление седых волос в известном возрасте человека» (Жерве, 1915). Именно эти концептуальные положения определили все дальнейшее развитие орошения в Центральной Азии и, в конечном счете, стали причиной развития экологического кризиса в бассейне Аральского моря. Сложилась парадоксальная ситуация, когда орошение, служившее на протяжении многих веков основой жизни населения, вдруг стало причиной резкого ухудшения среды обитания.

Развитие орошения земель в регионе в соответствии с принятой стратегией использования водных ресурсов привело к резкому ухудшению почвенно-мелиоративного состояния земель; значительные площади орошаемых земель оказались засоленными или подверженными засолению. В связи с этим было принято решение о необходимости строительства дренажа, применения промывного режима и целесообразности повторного использования коллекторно-дренажных вод для полива (Борьба с засолением..., 1967; СНиП 2.06.03-85, 1986). Принятие этих решений привело к катастрофическим последствиям. Дренаж в сочетании с промывным режимом и повторное использование коллекторно-дренажных вод для полива не только сводили на нет и без того невысокую эффективность рассоляющего действия дренажа, но и превращали их в основную причину деградации природной системы бассейна Аральского моря в целом. Из общего объема дренажного стока и массы выносимых дренажом солей повторно использовалось для орошения около 60% и только 40% отводились в естественные понижения (Аверьянов, 1978; Айдаров, 1985; Кийне, 2006). В солевом балансе орошаемых земель появилась новая приходная статья в виде 50-60 млн. т солей в год, поступивших из глубоких горизонтов, что превышало 60% от общего геохимического стока в пределы бассейна Аральского моря. При сохранении сложившегося положения следовало ожидать дальнейшего ухудшения состояния природной системы. Анализ современного состояния природной системы бассейна Аральского моря подтвердил обоснованность этого вывода. К 1990 г. объем располагаемых водных ресурсов основных рек региона был исчерпан, что привело к обсыханию Аральского моря и разрушению гидрографической сети его бассейна. Аральское море из регулятора геохимических потоков превратилось в источник засоления прилегающих земель на площади около 20 млн. га. Интенсивное

развитие животноводства способствовало развитию процессов опустынивания, которые охватили не только речные долины и Приаралье, но практически весь бассейн Аральского моря.

## ПРИЧИНЫ ДЕГРАДАЦИИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Основной причиной деградации природных ресурсов Центральной Азии стала потеря устойчивости экосистем. Природные экосистемы – это динамический комплекс сообществ растений, животных, микроорганизмов и неживой природы, взаимодействующих как сложное функциональное единство. Живые организмы в экосистемах не просто сосуществуют, они живут за счет друг друга и, что очень важно, обеспечивают замкнутость биологического круговорота и регулируют состояние природных ресурсов. Состояние природных ресурсов и благосостояние населения сохраняется до тех пор, пока не нарушается устойчивость экосистем. К числу природных ресурсов относятся: биоразнообразие, климат, водные ресурсы, продуктивность экосистем, запасы биомассы в ландшафтах, биогеохимический круговорот, плодородие почв, т.е. все то, что определяет благосостояние населения.

Проблема использования и охраны природных ресурсов Центральной Азии возникла одновременно с развитием орошаемого земледелия. Древние земледельцы прекрасно понимали роль экосистем в функционировании природных ресурсов и опасность нарушения природной среды, поэтому одновременно с развитием орошаемого земледелия было разработано Водное право, которое, не ущемляя прав и интересов водопользователей, самым жестким образом регламентировало бережное отношение и охрану водных и земельных ресурсов. Водное право неукоснительно исполнялось и включало следующие основные требования (Айдаров, 2006; Разработка мероприятий..., 1989):

- вода не может быть собственностью кого бы то ни было, за исключением воды, собранной в тот или иной сосуд, приготовленный средствами данного лица;
- кто желает пользоваться водой для орошения, тот должен непременно участвовать во всех работах по проведению воды и поддержанию системы в порядке;
- при недостатке воды, воду должны, прежде всего, получать владельцы земли, кои сидят ниже по течению, а затем те, кои сидят выше;
- всякая кража воды, путем ли отвода ее не в очередь, или в большем количестве, чем следует, считается преступлением и карается;
- при недостатке воды для орошения всех посевов вода должна быть разделена поровну между хозяевами;
- насаждение различных деревьев по берегам арыков считается неотъемлемым правом владельцев воды;
- для управления водою, идущей на орошение земель сельской общины, выбирается мираб из числа уважаемых и отличающихся физической силою односельчан.

Орошение земель Центральной Азии возникло в V-IV веках до н. э. и было в основном сосредоточено в пределах речных долин нижнего течения рек Амударьи и Сырдарьи. Характерной особенностью этих земель было наличие близко залегающих (1-1.5 м) пресных грунтовых вод, мощной толщи незасоленных аллювиальных отложений и плодородных аллювиальных и луговых незасоленных почв. Существовавшие в то время оросительные системы обеспечивали сохранение естественного режима грунтовых вод, экономное использование поверхностных и грунтовых вод, замкнутый водооборот, использование взвешенных речных наносов в качестве естественных удобрений и сохранение плодородия почв. Засоление почв было полностью исключено. По данным археологических исследований, древние орошаемые почвы отличались мощным гумусовым горизонтом, равномерным содержанием гумуса по профилю почвы, высоким содержанием фосфора и калия, однородным механическим составом и отсутствием следов солевых горизонтов (Андреанов, 1962; Толстов, 1948).

Водопотребление на древних оросительных системах в низовьях рек Амударьи и Сырдарьи в значительной степени покрывалось за счет использования пресных грунтовых вод, источником формирования которых служила фильтрация из рек. Древние оросительные системы представляли собой систему заглубленных каналов (1-1.5 м), которые одновременно выполняли роль оросительной и дренажной сети. Вода на поля подавалась с помощью примитивных водоподъемных устройств. Такая конструкция оросительных систем позволяла сохранить природный гидроморфный режим, обеспечивала формирование замкнутого водооборота и создавала условия для использования пресных грунтовых вод в объеме более 35% от величины оросительных норм. Эффективность использования водных ресурсов в таких системах была близка к единице. Отбор воды из рек не превышал 10-15 км<sup>3</sup> в год, что не отражалась на русловых процессах и поступлении воды в Аральское море. Сохранение плодородия почв обеспечивалось за счет поступления взвешенных наносов с речной водой. Поступление наносов слоем 1-2 мм (15-30 т/га) позволяло не только сохранить, но и повысить плодородие орошаемых почв (Аверьянов, 1978; Айдаров, 1985; 2006; Разработка мероприятий..., 1989; Шредер, 1970).

Широкое развитие орошения в Центральной Азии в советское время нанесло непоправимый ущерб водным и земельным ресурсам. Принятая концепция развития орошения к 1964 г. привела к целому ряду негативных последствий (Айдаров, 2006; Аральское море, 1998; Камалов, 2004; Панкова и др., 1996; Проблемы деградации..., 2008):

- эффективность использования водных ресурсов снизилась до 0.40-0.45, а водопотребление возросло до 75 км<sup>3</sup> в год;
- автоморфный режим на орошаемых землях повсеместно трансформировался в гидроморфный, минерализованные грунтовые воды поднялись до уровня 1.5-2 м;
- процессы засоления охватили 40-50% площади орошаемых земель;
- сток в Аральское море сократился, что привело к снижению его уровня на 3 м;
- минерализация речных вод увеличилась до 0.6-1 г/л (Таблица 3.1).

В связи с этим появилась настоятельная необходимость в комплексном переустройстве существующих оросительных систем, рекомендованном еще в 1925 г. Г.К. Ризенкампом. Однако все свелось к строительству дренажа в сочетании с промывным режимом с целью борьбы с засолением орошаемых земель. Переустройство существующей оросительной сети не предусматривалось (Борьба с засолением..., 1967).

Принятая схема переустройства одного из элементов существующих оросительных систем только усугубила ситуацию. Строительство коллекторно-дренажной сети и снижение уровня грунтовых вод с 1.5 до 2.5 м, при принятых режиме и технике орошения, привели к резкому увеличению фильтрационных потерь из каналов существующей оросительной сети.

**Таблица 3.1. Динамика водохозяйственных условий в бассейне Аральского моря (Айдаров, 2006).**

Показатель	Годы						
	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990
Объем дренажных и сбросных вод, км <sup>3</sup>	0	1	2	11	48	60	65
Минерализация речных вод, г/л	0.3-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	0.7-0.9	0.9-1.1	1.1-1.4	1.4-1.8
Оросительные нормы брутто, тыс.м <sup>3</sup> /га	16	13	17	23	25	24	23
Удельная протяженность дренажной сети, пог. м/га	0	2	4	10	25	31	31
Сток воды в Аральское море, км <sup>3</sup>	60	58	55	50	42	25	10
Снижение уровня Аральского моря, м	0	0	0	0	2	7.5	22.5

Увеличение объема фильтрационных потерь при снижении уровня грунтовых вод с 1.5 до 2.5 м составило (Аверьянов, 1978):  $\sqrt{\frac{2,5}{1,5}} = 1.29$ , а эффективность

использования воды снизилась до  $0.45 : 1.29 = 0.35$ . Отвод дренажного стока в реки привел к увеличению минерализации речных вод и ухудшению состояния орошаемых земель. Действительная эффективность рассоляющего действия дренажа оказалась значительно ниже той, которая традиционно определялась по разности между поступлением солей с оросительной водой и общим отводом их дренажом. Теоретические и экспериментальные исследования показали, что дренаж отводит соли не только из зоны аэрации, но и из подстилающих пород. Доля солей, отводимых из зоны аэрации, не превышает 0.4-0.7. В связи с этим, несмотря на значительный объем отводимых дренажом солей, засоление орошаемых земель только увеличивалось (Аверьянов, 1978; Айдаров, 1985; Айдаров и др., 1990; Кац, Шестаков, 1992; Разработка мероприятий..., 1989). Все это подтверждало неправомочность традиционной оценки рассоляющего действия дренажа и недопустимость повторного использования дренажных вод для полива. И тем не менее, было принято решение о целесообразности повторного использования дренажных вод (СНиП 2.06.03-85, 1986), что и привело к тому, что из общего количества солей, отводимых дренажом, около 60% поступало снова на орошаемые земли. Последствия такой стратегии использования водных ресурсов сказались достаточно быстро: уже к 1985-95 гг. водные ресурсы основных рек бассейна Аральского моря оказались недопустимо загрязненными и практически исчерпанными. Это было только начало целого ряда негативных последствий,

приведших к развитию экологического и социально-экономического кризисов в бассейне. Замкнутый водо- и солеоборот на орошаемых землях привел к увеличению минерализации речных вод и к повсеместному и прогрессирующему развитию засоления, снижению плодородия и продуктивности орошаемых почв. Уменьшение притока к Аральскому морю и снижению его уровня вызвали резкое усиление русловых процессов в среднем и, особенно, нижнем течении рек. Реки из источников питания подземных вод превратились в естественные дренажи, что нарушило исторически сложившиеся гидрологические, гидрогеологические и геохимические условия речных долин и обернулось их опустыниванием и деградацией экосистем тугайных лесов и естественных пастбищ. Обсыхание Аральского моря, помимо гибели богатейших водных и околоводных экосистем, привело к образованию огромной соляной пустыни и изменению климата Приаралья. В природных условиях в Аральское море поступало, ассимилировалось водной экосистемой и выводилось из активного солеоборота более 35% общего геохимического стока бассейна. Интенсивное развитие орошаемого земледелия и животноводства способствовали развитию процессов опустынивания, которые охватили не только речные долины и Приаралье, но практически весь бассейн Аральского моря. Экологический каркас, являющийся основой устойчивости природных экосистем бассейна, был разрушен.

По данным (Национальный доклад..., 2008; Экосистемы и благосостояние людей, 2005), биоразнообразие растительности сократилось в разных экосистемах на 10-30%, а биоразнообразие животного мира – на 25-50%. Биоразнообразие растительности на пастбищах зависит от степени дигрессии: при слабой дигрессии оно снижается на 5-10%; при умеренной – на 20-25%; при сильной – на 50-90% (Базилевич, Родин, 1969; Панкова и др., 1996; Раменский и др., 1956). Снижение биоразнообразия опасно тем, что наряду со снижением продуктивности меняются флора и фауна - крупных копытных и хищных животных сменяют мелкие грызуны и растительноядные насекомые, что создает реальную угрозу здоровью населения.

Используя осредненные данные по структуре земельного фонда бассейна и экологической значимости отдельных видов угодий, оценим изменение устойчивости экосистем по данным 1900 и 2006 годов (Абдуллаев, 2005; Агроэкология, 2000; Айдаров, 2006; Кийне, 2006; Национальный доклад..., 2008; Проблемы деградации..., 2008; Региональный план действий..., 2001).

Используя осредненные данные по структуре земельного фонда бассейна и экологической значимости отдельных видов угодий, оценим изменение устойчивости экосистем по данным 1900 и 2006 годов (Абдуллаев, 2005; Агроэкология, 2000; Айдаров, 2006; Кийне, 2006; Национальный доклад..., 2008; Проблемы деградации..., 2008; Региональный план действий..., 2001).

$$K_c = \frac{1}{w} \sum_1^n f_i k_1 k_2 \quad (1)$$

где  $K_c$  – коэффициент устойчивости экосистем, в долях от единицы;  $w$  – общая площадь территории бассейна,  $w = 100\%$ ;  $f_i$  – площади отдельных биотических элементов, %;  $k_1$  – коэффициент относительной экологической значимости биотических элементов;  $k_2$  – коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа;  $n$  – число биотических элементов.

В расчетах учитывались изменения площадей и значений коэффициентов относительной экологической значимости отдельных биотических элементов в результате хозяйственной деятельности (Агроэкология, 2000; Айдаров, 2007). Выполненные расчеты показали, что устойчивость экосистем бассейна снизилась с 0.68 (стабильное состояние) в 1900 г. до 0.32 (нестабильное состояние) в 2006 г. Нестабильность экосистем бассейна означает, что при сохранении существующих условий использования водных, земельных и биологических ресурсов любые флуктуации природных и антропогенных факторов будут сопровождаться дальнейшим разрушениями экосистем. Это обстоятельство имеет особое значение, поскольку поддержание устойчивости экосистем является необходимым условием устойчивого развития и выживания человека.

Изменение качества экосистемных услуг и последовавшее за этим ухудшение природной среды послужило основной причиной снижения благосостояния населения. Возросла заболеваемость, снизилась средняя продолжительность жизни. Обобщающим показателем благосостояния населения, в соответствии с рекомендациями ООН, является индекс человеческого развития (ИЧР), который учитывает три основных фактора (Вызовы и задачи..., 2005):

- индекс ожидаемой продолжительности жизни при рождении;
- индекс образования как возможность доступа к знаниям, измеряемый по уровню грамотности взрослого населения;
- индекс дохода или уровня жизни, измеряемый величиной ВВП на душу населения.

Обобщение данных по ИЧР в странах бассейна Аральского моря показывает, что благосостояние населения, несмотря на достаточно высокие темпы прироста ВВП, снижается (Таблица 3.2) (Вызовы и задачи..., 2005).

Согласно Всемирному Докладу по программе развития ООН (ПРООН) в 2006 г. по ИЧР Казахстан занимал 79 место, Кыргызстан – 120, Таджикистан – 122, Туркменистан – 106, Узбекистан – 117 место среди 177 государств мира (Вызовы и задачи..., 2005; Дергачев, 2008; Индекс человеческого развития, 2006; Субрегиональная стратегия..., 2007). Такая ситуация сложилась в результате того, что прирост ВВП связан не с ростом промышленного и сельскохозяйственного производства, а с крайне нерациональным, истощительным использованием природных ресурсов.

**Таблица 3.2. Динамика индекса человеческого развития и прироста ВВП по странам Центральной Азии.**

Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Казахстан</b>						
Прирост ВВП, %	-	9.8	8.9	8.6	9.5	9.7
ИЧР	-	-	-	0.78	0.775	0.761
<b>Кыргызстан</b>						
Прирост ВВП, %	-	3.9	7	7.1	-	7.3
ИЧР	-	-	-	0.7	0.702	0.695
<b>Таджикистан</b>						
Прирост ВВП, %	-	10.8	11	10.6	6.7	7
ИЧР	-	-	-	0.685	0.652	0.650
<b>Туркменистан</b>						
Прирост ВВП, %	-	15	13	12	11.2	10.1
ИЧР	-	-	-	0.759	0.735	0.713
<b>Узбекистан</b>						
Прирост ВВП, %	-	4	4.2	7.4	7	7.3
ИЧР	0.741	0.740	0.724	0.710	0.707	0.695
<b>В целом по бассейну</b>						
Прирост ВВП, %	-	8.7	8.8	9.1	8.5	8.3
ИЧР	0.741	0.740	0.724	0.727	0.714	0.704

Источник: UNDP, World Bank.

Обретение государствами Центральной Азии независимости не только обострили экологическую и социально-экономическую ситуацию, но и привели к возникновению сложных политических проблем. До 1991 г. территория Центральной Азии была в составе единого союзного государства. Земля, ее недра, воды, растительность и животный мир являлись неотъемлемым достоянием народов СССР, а экономика союзного государства составляла единый народнохозяйственный комплекс, охватывающий все звенья общественного производства, распределения и обмена на территории всей страны. После 1991 г. на территории Центральной Азии возникло 5 независимых государств, объявивших все природные ресурсы своей неотъемлемой собственностью, которыми они могли распоряжаться по своему усмотрению. Это коснулось, прежде всего, водных ресурсов, основной объем которых (больше 85%) формируется в Кыргызстане и Таджикистане (Таблица 3.3) (Uzbekistan National Report, 2004).



**Таблица 3.3. Распределение речного стока между государствами в бассейне Аральского моря (Uzbekistan National Report, 2004).**

Государство	Речной сток, км <sup>3</sup>		Всего по бассейну	
	Амударья	Сырдарья	км <sup>3</sup>	%
Казахстан	-	4.5	4.5	4.1
Кыргызстан	1.9	27.4	29.3	26.8
Таджикистан	62.9	1.1	64.0	58.5
Туркменистан	2.8	-	2.8	2.6
Узбекистан	4.7	4.1	8.8	8.0
Всего:	72.3	37.1	109.4	100.0

Система водохранилищ, каналов и система управления водными ресурсами в свое время были созданы как единый водохозяйственный комплекс, обеспечивающий регулирование и распределение воды с учетом требований всех водопотребителей в бассейне Аральского моря. Крупные водохранилища в верховьях рек Сырдарья и Амударья работали в ирригационном режиме, т.е. накапливали воду в зимний период и сбрасывали ее летом для орошения земель. После 1991 г. единый водохозяйственный комплекс был практически разрушен. Режим работы крупных водохранилищ в верховьях рек в Кыргызстане и Таджикистане был изменен с ирригационного на энергетический, что привело к увеличению зимних и сокращению летних попусков более чем в 2 раза и поставило остальные страны в очень тяжелое положение (Сорокин, 2006). В связи с этим одной из основных проблем выхода из кризиса является восстановление разрушенного водохозяйственного комплекса. Основой для решения проблемы должны служить основные принципы существовавшего ранее Водного Права.

Приведенные в предыдущем разделе материалы показали, что нарушение природных экосистем привело к потере их устойчивости, стабильности сельскохозяйственного производства и поставило под угрозу само существование человека в регионе. Совершенно очевидно, что для разработки системы мероприятий по выходу из кризиса необходимо знать предельные величины антропогенной нагрузки на экосистемы, при которых обеспечивается их устойчивость, качество природных ресурсов и предотвращаются процессы их деградации.

Современная концепция взаимодействий человека и природы основывается на идеях устойчивого развития, которые объединяют три основных проблемы – экологическую, социальную и экономическую. Экологические и социальные проблемы не случайно считаются приоритетными, поскольку именно они ограничивают экономическое развитие стран и благосостояние населения. Функционирование открытой неравновесной системы «природа – человек» подчиняется второму началу термодинамики и в ней действуют биологические механизмы, регулирующие как состояние природной среды, так и жизнедеятельность человека (Айдаров, 2010; Prigogin, Stengers, 1984). Действие этих механизмов известно как принцип Ле-Шателье – Брауна, описывающий общесистемную закономерность, согласно которой любое изменение состояния природной системы, вызванное как внешними, так и внутренними причинами, порождает в системе процессы, направленные на компенсацию этих изменений. Это означает,

что существуют пороговые величины антропогенной нагрузки на экосистемы, выше которых действие указанного принципа нарушается. При превышении пороговых значений нагрузки потеря устойчивости природных экосистем и изменение состояния природных ресурсов происходит уже независимо от того, продолжается увеличение нагрузки или она стабилизировалась. В этом случае наступает фаза самопроизвольного разрушения природных экосистем (Экосистемы в критических состояниях, 1989).

Попытки применения традиционных методов моделирования в экологии пока не увенчались успехом. Все трудности моделирования имеют одну общую причину – редуccionизм, т.е. невозможность использования существующих моделей для описания сложных неравновесных природных систем (Пегов, Хомяков, 1991). Вместе с тем отсутствие моделей, основанных на представлениях неравновесной термодинамики, не должно служить причиной отказа от попытки решения экологических и социальных проблем. Возможной альтернативой редуccionизму является системный анализ, который позволяет обобщить и проанализировать данные многочисленных исследований природных систем и благосостояния человека. Это дает возможность получить эмпирические зависимости между явлениями и не только составить адекватное формальное описание поведения природных систем, но и в первом приближении учесть необратимый характер природных процессов. В рассматриваемом случае необходимо установить связь между площадями разрушенных и трансформированных экосистем и интенсивностью антропогенного воздействия на них.

В качестве показателя интенсивности воздействия на природную среду можно использовать степень нарушенности структуры природных ландшафтов. Этот показатель был использован Одумом для оценки суммарного эколого-социально-экономического эффекта при различных соотношениях преобразованных и естественных угодий (Одум, 1975):

$$\bar{w} = \frac{w_1}{w_0} \quad (2)$$

где  $\bar{w}$  – коэффициент, характеризующий степень нарушенности структуры природных ландшафтов, %;  $w_1$  – площади нарушенных земель (низкопродуктивные орошаемые и богарные земли, речные долины, осушенные акватории Аральского моря и прилегающие к нему территории, интенсивно используемые пастбища, населенные пункты, промзоны и др.), %;  $w_0$  – общая площадь бассейна Аральского моря,  $w_0 = 100\%$ .

При оценке площадей разрушенных и трансформированных экосистем ( $\mathcal{E}_k$ ) учитывались площади средне- и сильнозасоленных орошаемых земель, деградированных пастбищ, осушенного дна Аральского моря, речных долин и тугаев. Осредненные значения  $\bar{w}$  и  $\mathcal{E}_k$  для бассейна Аральского моря вычислены на основании обобщения многочисленных литературных данных за период с 1900 по 2009 годы (Таблица 3.4) (Абдуллаев, 2005; Айдаров, 2006, 2010; Алибеков, Алибекова, 2007; Бектурова, 1999; Биоразнообразие и экосистемы, 2010; Букварева, Лещенко, 2005; Кийне, 2006; Кузьмина, Трешкин, 2003; Национальная программа действий..., 1999; Национальный доклад..., 2008; Панкова, Айдаров, 2007; Проблемы деградации..., 2008; Разработка мероприятий..., 1989; Региональный

план действий..., 2001; Субрегиональная стратегия..., 2007; Prigogin, Stengers, 1984 и др.). Обработка полученных данных позволила получить зависимость между  $\bar{w}$  и  $\mathcal{E}_k$  в виде:

$$\mathcal{E}_k = 0,1 \bar{w} + 0,07 \bar{w}^2 \quad (\text{при } \bar{w} \leq 0,21) \quad (3)$$

**Таблица 3.4** Расчетные и фактические значения  $\mathcal{E}_k$  для бассейна Аральского моря.

Годы	$\bar{w}, \%$	Значения $\mathcal{E}_k, \%$		ИЧР
		Фактические	Расчетные	
1900	3.0	0.1	0.9	-
1910	4.6	0.3	2.0	-
1920	2.3	0.2	0.6	-
1930	4.0	0.8	1.5	-
1940	5.0	1.8	2.3	-
1950	5.7	2.1	2.9	-
1960	6.4	4.8	3.5	-
1970	9.2	9.7	6.8	-
1980	12.3	14.5	11.8	0.830
1990	16.5	21.4	20.6	-
2000	18.5	26.1	25.8	0.740

Полученная зависимость (3), несмотря на ее простоту, оказалась очень информативной. Во-первых, нелинейность связи свидетельствует о том, что в открытой системе «природа – человек» происходят не только обратимые, но и необратимые биологические процессы, которые могут привести к разрушению системы. Во-вторых, полученная зависимость позволяет оценить пороговые значения нагрузки на систему ( $\bar{w}_a \leq 10 - 13\%$ ), при которых перестает действовать принцип Ле-Шателье – Брауна, т.е. экосистемы начинают самопроизвольно разрушаться. При этом процесс самопроизвольного разрушения экосистем усиливается во времени даже при сохранении существующей нагрузки на систему (Айдаров, 2010). Изменение  $\mathcal{E}_k$  во времени описывается выражением:

$$\mathcal{E}_k(t) = \mathcal{E}_{k0} \exp(0,015t) \quad (4)$$

где  $\mathcal{E}_{k0}$  – площади разрушенных и трансформированных экосистем в момент времени  $t = 0, \%$ ;  $\mathcal{E}_k(t)$  – то же самое в любой момент времени  $t > 0$ ;  $t$  – время, годы.

При сохранении современных технологий и структуры экономики в странах Центральной Азии площади разрушенных и трансформированных экосистем к 2025 году могут увеличиться с 31.4% до  $31.4 \exp(0.015 \times 16) = 39.9\%$ .

В-третьих, антропогенная нагрузка на природные системы в бассейне Аральского моря значительно превышает пороговые значения, что объясняет потерю экологической устойчивости.

В-четвертых, полученные результаты дают возможность подойти к оценке устойчивости экосистем, состояния природных ресурсов и благосостояния человека.

Совершенно очевидно, что для выхода из кризиса необходимо изменить технику и технологию орошения, технологию сельскохозяйственного и промышленного производства и структуру экономики стран Центральной Азии. Однако прежде чем рассматривать пути выхода из кризиса, необходимо рассмотреть ряд вопросов:

обеспеченность стран Центральной Азии водными и земельными ресурсами (орошаемые земли) и эффективность использования этих ресурсов;

- возможность восстановления нарушенных экосистем и время их релаксации;
- возможность улучшения качества поверхностных вод и высвобождения достаточного объема водных ресурсов, необходимых для восстановления экологического каркаса бассейна Аральского моря;
- методы оценки экологической ценности земель как природного объекта;
- методы оценки эколого-экономической и социальной эффективности системы мероприятий.

Запасы водных ресурсов стран Центральной Азии, в расчете на душу населения, составляют около 2.3 тыс. м<sup>3</sup>, что значительно выше, чем в Индии, Египте, Сирии и странах Ближнего Востока (0.8-1.9 тыс. м<sup>3</sup>), где не существует таких сложных проблем с водообеспечением. Существенных изменений объема водных ресурсов в обозримой перспективе не ожидается (Коновалов, Вильямс, 2009). Таким образом, проблема с водными ресурсами в регионе заключается не в дефиците водных ресурсов, а в крайне нерациональном их использовании. Эффективность использования водных ресурсов в сельском хозяйстве в 4-5 раз ниже, чем в развитых странах. Площади орошаемых земель на душу населения составляют 0.15 га, что в несколько раз выше, чем в странах мира (0.035 га) (Айдаров, 2008; Gleick, 2003).

Приведенные данные позволяют сделать однозначный вывод: страны Центральной Азии имеют достаточные резервы воды для решения экологических и социально-экономических проблем. Беда заключается в том, что за прошедшие с момента обретения независимости 20 лет практически ничего не сделано для приведения в порядок водного хозяйства стран и рационального использования природных ресурсов.

Данные многочисленных исследований дают основание утверждать, что нарушенные экосистемы после снятия (или уменьшения) антропогенной нагрузки самостоятельно восстанавливаются в течение 10-15 лет. Однако это восстановление возможно лишь в тех случаях, когда снижение биоразнообразия и продуктивности экосистем не превышает 50%. При превышении этого предела восстановление нарушенных экосистем требует обязательного участия человека и значительно больших затрат и времени. Существующий опыт восстановления черноземельских пастбищ на юге России, сильно деградированных земель Великих равнин в США, естественной растительности нарушенных ветландов Сырдарьи и Амударьи при их обводнении являются наглядным подтверждением этому. Таким образом, проблема заключается не в возможности, а в сроках восстановления нарушенных экосистем. Восстановление деградированных земель в России и США потребовало 15-25 лет (Чибилев, Левыкин, 1998). Восстановление водных и околводных экосистем в бассейне Аральского моря происходит значительно быстрее. Так, например, формирование богатейших экосистем искусственных озер Сарыкамыш и Арнасай произошло практически сразу после образования водоемов. Этому способствовало то обстоятельство, что в этих водоемах, даже при минерализации воды  $\geq 150$  г/л,

активно размножаются рачки артемии, являющиеся основой кормовой базы рыбы (Алиханов, Франк, 2010). Более длительные сроки требуются для улучшения качества поверхностных вод, тугайных экосистем и речных долин. Необходимо иметь в виду, что восстановить качество речных вод до природного состояния невозможно, реально достижимая минерализация их может составить не ниже 0.6-0.8 г/л. Сроки восстановления тугайных экосистем и улучшения качества воды будут зависеть от динамики уровня Аральского моря как замыкающего элемента и базиса эрозии гидрографической сети.

Таким образом, восстановление состояния природных экосистем возможно, но требует существенных затрат и времени, и чем раньше будет осознана необходимость восстановления, тем меньше будут ущербы и затраты.

Возможность улучшения качества и экономного использования поверхностных вод доказана результатами многочисленных теоретических и экспериментальных исследований (Аверьянов, 1978; Айдаров, 1985; Айдаров и др., 1990; Кац, Шестаков, 1992; Панкова и др., 1996 и др.).

Оценка экологической ценности природных экосистем сопряжена с большими сложностями, которые связаны с отсутствием единого методического подхода и однозначного определения понятия «экосистемные услуги». Для оценки экологической ценности природных экосистем можно использовать метод замещения, суть которого заключается в создании искусственных аналогов, заменяющих функции нарушенных экосистемных услуг. Стоимость аналогов при этом не является просто суммой ущербов, она включает создание механизмов, обеспечивающих нормальное функционирование экосистем. Анализ имеющихся данных показывает, что рыночная стоимость и экологическая ценность природных экосистем соотносится как 1:20 (Айдаров, 2010; Биоразнообразие и экосистемы, 2010). Таким образом, для оценки экологического ущерба необходимо знать не только площади нарушенных экосистем, но и степень их нарушенности, которая оценивается по снижению биоразнообразия и продуктивности. Величина экологического ущерба может быть оценена выражением (Айдаров, 2010):

$$Y_{\text{э}} = \text{Э}_k \lambda \Pi \quad (5)$$

где  $Y_{\text{э}}$  – экологический ущерб, \$;  $\lambda$  – снижение биоразнообразия, %;  $\Pi$  – экологическая ценность, \$.

Для оценки социальной эффективности мероприятий по улучшению состояния экосистем необходимо знать связь между уровнем благосостояния населения и площадью нарушенных и трансформированных экосистем. В качестве показателя благосостояния населения целесообразно использовать индекс человеческого развития, отражающий продолжительность жизни, уровень доходов и образования населения. Такая связь получена нами на основании обобщения имеющихся данных (База данных..., 2001; Вызовы и задачи..., 2005; Дергачев, 2008):

$$\text{ИЧР} = 1.9 - \exp(0.0055 \text{ Э}_k) \quad (6)$$

Сопоставление расчетных и фактических значений ИЧР приведено в Таблице 3.5.

Таблица 3.5. Расчетные и фактические значения Индекса человеческого развития (ИЧР).

Годы	Э <sub>к</sub> , %	Значения ИЧР	
		Расчетные	Фактические
1980	14.5	0.817	0.830
2000	26.1	0.746	0.741
2009	33.0	0.701	0.700

Одним из основных экономических и политических показателей развития экономики государства считается внутренний валовый продукт (ВВП), представляющий собой рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг, произведенных за год во всех отраслях экономики и предназначенных для непосредственного потребления, экспорта и накопления. Однако в последние годы выяснилось, что величина ВВП не может служить объективным показателем экономического развития государства (Айдаров, 2010). Реальное состояние экономики и благосостояние населения необходимо оценивать по величине экологически адаптированного валового внутреннего продукта, который равен ВВП минус потери от снижения общей ценности природных экосистем и благосостояния населения в результате истощения природных ресурсов и разрушения экосистем. Этот показатель и должен служить основным при оценке эколого-экономической эффективности системы предлагаемых мероприятий. При осредненной кадастровой стоимости земель в бассейне Аральского моря равной ~ 1000 \$/га, экологическая ценность составит 20 000 \$/га.

На практике оценку эколого-экономической эффективности системы мелиоративных и водохозяйственных мероприятий производят по величине Net Present Value (NPV). Однако при расчете NPV, как правило, не учитывают требование устойчивого развития. При существующей рыночной экономике ставка дисконтирования рассматривается как норма прибыли на вложенный капитал, а ущербы природной среде оцениваются с использованием рыночной стоимости природных ресурсов. С экологических позиций ставка дисконтирования должна отражать не норму прибыли, а допустимый экологический риск ухудшения природной среды в перспективе. Ущерб природной среде при этом должен определяться по формуле (5).

Приведенные данные позволяют сделать ряд выводов:

- бассейн Аральского моря находится в условиях нарастающего экологического кризиса, который превращается в кризис благосостояния населения. Индекс человеческого развития снижается по мере ухудшения экологических условий;
- улучшение состояния природных экосистем является единственным условием, обеспечивающим устойчивое развитие и повышение благосостояния населения;
- современное неудовлетворительное состояние природных экосистем обратимо и может быть восстановлено до уровня, при котором будет выполняться действие принципа Ле-Шателье – Брауна;
- восстановление нарушенных экосистем будет успешным при условии, что основной стратегической целью мероприятий в бассейне Аральского моря будет снижение антропогенной нагрузки и площадей разрушенных и трансформированных экосистем до уровня 10-13% от общей их площади;

- обоснование системы мероприятий по восстановлению природной среды должно основываться на оценке экологической, социальной и экономической эффективности;
- полученные эмпирические зависимости (3)-(6) позволяют оценить экологическую, социальную и экономическую эффективность различных сценариев выхода региона из кризиса.

Анализ предложений по выходу региона из кризиса, разработанных Научно-исследовательским центром Международной комплексной водохозяйственной комиссии и приведенных выше материалов показал, что некомплексное переустройство оросительных систем и сохранение существующих техники и технологии орошения не позволяют решить проблему (Аладин, 2010; Алашанов, 2009; Духовный и др., 2006; Камалов, 2004; Кийне, 2006; Панкова, Айдаров, 2007; Региональный план действий..., 2001; Субрегиональная стратегия..., 2007; Технико-экономическое обоснование..., 1982; Uzbekistan National Report, 2004).

Состав обязательных мероприятий, обеспечивающих переход государств Центральной Азии к устойчивому развитию, должен включать (Аверьянов, 1978; Айдаров, 1985, 2006, 2008; Айдаров и др., 1990; Биоразнообразие и экосистемы, 2010; Кац, Шестаков, 1992; Панкова, Айдаров, 2007; Панкова и др., 1996; Ризенкампф, 1925):

а) Прекращение повторного использования минерализованных коллекторно-дренажных вод для полива за счет отвода их в естественные понижения и Аральское море. Это мероприятие позволяет, во-первых, исключить из солевого баланса орошаемых земель до 50-60 млн. т солей ежегодно; во-вторых – значительно снизить минерализацию речных вод, инфильтрационную нагрузку на дренаж, уровень грунтовых вод и содержание солей в почвах. Вместе с тем, отвод коллекторно-дренажных вод в естественные понижения существенно сократит объем располагаемых водных ресурсов, что отразится на водообеспечении орошаемых земель.

б) Переустройство существующих оросительных систем с целью сокращения потерь воды и снижения водопотребления. Это мероприятие включает устройство капитальных железобетонных облицовок на магистральных, межхозяйственных и крупных распределительных каналах, строительство закрытой трубчатой внутрихозяйственной сети с доведением КПД оросительных систем до 0.85. Переустройство существующих систем решает целый ряд проблем, включающих:

- снижение фильтрационных потерь в 3-4 раза, что на фоне существующего дренажа позволяет снизить уровни грунтовых вод на 2-3 м, в зависимости от особенностей гидрогеологических условий;
- создание полуавтоморфного режима, предотвращение (сведение к минимуму) опасности засоления орошаемых земель;
- снижение водозабора из рек, способствующее уменьшению минерализации речной воды;
- увеличение притока воды к Аральскому морю и улучшение состояния экосистем речных долин и дельт Амударьи и Сырдарьи.

Обязательным условием эффективности переустройства оросительных систем является **недопустимость** использования сэкономленных водных ресурсов для увеличения площадей орошения и оросительных норм, а также применения традиционной техники самотечного поверхностного полива по длинным бороздам.

в) Внедрение современной техники полива. Применение традиционной техники полива по длинным (до 400 м) проточным бороздам на переустроенных оросительных системах недопустимо по следующим причинам:

- эффективность использования воды (КПД) при данном способе не превышает 0.45, остальной объем воды расходуется на поверхностные сбросы, питание грунтовых вод и физическое испарение с поверхности почвы. Все это сводит на нет эффект переустройства существующих оросительных систем, коэффициент использования воды которых при этом сокращается до  $0.85 \times 0.45 = 0.38$ ;
- несоответствие водного и солевого режимов орошаемых земель требованиям эффективного использования и охраны почв. Критерием оптимальности водного режима орошаемых земель, обеспечивающим эффективное использование почв, является условие

$$\bar{R} = \frac{R}{L(O_p + O_c)} = 1 \quad (7)$$

Где:  $\bar{R}$  - индекс сухости; R – радиационный баланс, кДж/см<sup>2</sup> год;  $O_p$  и  $O_c$  – оросительная норма и сумма атмосферных осадков, см; L – скрытая теплота парообразования, кДж/см<sup>3</sup> год (Айдаров, 1985, 2006; Айдаров и др., 1990).

В существующих условиях величина  $\bar{R} \sim 0,7$ . Продуктивность почв при этом не превышает 0.65-0.7 от потенциальной продуктивности (при засолении продуктивность почв снижается еще на 15-75% в зависимости от степени засоления).

Один из основных принципов орошаемого земледелия заключается в том, что растения и почва должны получать строго определенное количество воды. Недостаток воды, также как и ее избыток, снижают не только урожайность сельскохозяйственных растений, но и плодородие почв и эффективность использования водных ресурсов (Айдаров, 1985, 2006, 2008; Айдаров и др., 1990; Алибеков, Алибекова, 2007; Базилевич, Родин, 1969; Биологическая продуктивность..., 1971; Ковда, 2008; Разработка мероприятий..., 1989; Шредер, 1970). Таким образом, при обосновании техники полива необходимо учитывать, наряду с требованиями сельскохозяйственных растений, требования по сохранению плодородия почв и экономного расходования воды. Наиболее полно указанным требованиям отвечают дождевание и капельное орошение.

Использование дождевания и капельного орошения позволяет увеличить эффективность использования воды на полях до 0.8-0.95 и более чем в 3 раза повысить урожайность сельскохозяйственных культур по сравнению с поливом по бороздам (Борьба с засолением..., 1967; Орошение в Израиле, 2011). Обобщение мирового опыта орошения в аридных регионах показывает, что величины оросительных норм нетто составляют в среднем 6 тыс. м<sup>3</sup>/га (Айдаров, 2008; Борьба с засолением..., 1967; Орошение в Израиле, 2011). Такие низкие значения оросительных норм не означают,



что сельскохозяйственные растения недополучают воду, просто при применении современной техники полива исключаются непроизводительные потери воды. Указанную величину оросительной нормы необходимо скорректировать с учетом особенности природно-хозяйственных условий бассейна Аральского моря (Айдаров и др., 1990):

$$O_1 = 6000x \frac{1}{1 - \overline{C}_1} \left( \frac{\overline{C}_2 - 1}{\overline{\Delta}} + 1 \right) \quad (8)$$

где  $O_1$  – оросительная норма нетто, м<sup>3</sup>/га;  $\overline{C}_1 = c_1/c_0$ ;  $\overline{C}_2 = c_2/c_0$ ;  $\overline{\Delta} = \Delta/\lambda m$ ;  $c_1$  и  $c_2$  – минерализация поливных и грунтовых вод, г/л;  $c_0$  – допустимая минерализация почвенного раствора, г/л;  $\Delta$  – глубина залегания грунтовых вод, м;  $m$  – пористость почвы, в долях от объема;  $\lambda$  – параметр, характеризующий особенности миграции солей в почве, м. При осредненных значениях величин, входящих в выражение (8) ( $c_1 = 0.8$  г/л;  $c_2 = 10$  г/л;  $c_0 = 5.0$  г/л;  $m = 0.4$ ;  $\Delta = 3.0$  м;  $\lambda = 0.3$  м), величина оросительной нормы нетто составит:  $6000 \times 1.24 = 7440$  м<sup>3</sup>/га. Из этой величины 1440 м<sup>3</sup>/га приходится на промывной режим. Величина оросительной нормы брутто включает фильтрационные потери из оросительных каналов. Объем фильтрационных потерь

при КПД = 0.85 составит:  $\frac{1 - 0,85}{0,85} \times 7440 = 1309$  м<sup>3</sup>/га, а оросительная норма брутто

$$O_2 = 7440 + 1309 = 8750 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Используя полученные данные, а также сведения о водном балансе Аральского моря, оценим изменение уровня и площади акватории моря (Раткович, 1993). Общий объем речного стока, поступающего в дельты рек и море, составит:

$$W_m = 116 - W_0 - W_n - W_p - \Pi \quad (9)$$

где  $W_m$  – приток воды к морю, км<sup>3</sup>;  $W_0$  – безвозвратное водопотребление, км<sup>3</sup>;  $W_n$  – водопотребление промышленностью и коммунальным хозяйством, км<sup>3</sup> (15 км<sup>3</sup>);  $W_p$  – рассеивание стока и испарение с поверхности водохранилищ. В соответствии с расчетами  $W_p = 5$  км<sup>3</sup>;  $\Pi$  – потери воды в дельтах рек – 8 км<sup>3</sup> (Аверьянов, 1978; Раткович, 1993). При сохранении существующих площадей орошаемых земель (8 млн. га), безвозвратное водопотребление составит:  $W_0 = 8750 \times 8000000 = 70$  км<sup>3</sup>/год, а объем дренажного стока – 22 км<sup>3</sup>/год. Минерализация речной воды может снизиться до 0.9 г/л. Сток воды в Аральское море составит 18 км<sup>3</sup>/год, что приведет к изменению уровня Аральского моря на 2-3 м и увеличит площадь акватории. Степень нарушенности природных ландшафтов уменьшится до 14%, что превышает предельное значение  $\overline{W}$ . Это означает, что деградация природных экосистем будет продолжаться и дальше. Такой сценарий развития государств Центральной Азии не приемлем, т.к. не позволяет решить основную проблему перехода к устойчивому развитию.

Учитывая, что реализация предлагаемой системы мероприятий позволяет в несколько раз увеличить производство сельскохозяйственной продукции, целесообразно, с экологической и социально-экономической точки зрения, сократить площади орошения до 4 млн. га за счет вывода из оборота массивов, находящихся в наиболее тяжелом мелиоративном состоянии. Эти земли необходимо использовать

в качестве естественных пастбищ. В этом случае представляется возможным сократить безвозвратное водопотребление до  $8750 \times 4000000 = 35 \text{ км}^3/\text{год}$ . Объем дренажного стока сократится до  $11 \text{ км}^3/\text{год}$ , минерализация речных вод снизится до  $0.8 \text{ г/л}$ . Расчет водного баланса Аральского моря показывает, что рассеивание стока и испарение с поверхности водохранилищ возрастает до  $14 \text{ км}^3/\text{год}$ . Приток к морю увеличится до  $44 \text{ км}^3/\text{год}$ . При таком объеме притока уровень воды в море может подняться на 19-20 м и достигнуть отметки 46 м. Площадь акватории моря может увеличиться до 5-5.5 млн. га. Изменение уровня моря и базиса эрозии может повысить уровень воды в реках на 3-5 м по сравнению с существующим, что позволит улучшить состояние экосистем речных долин на 30-40%.

Реализация указанных мероприятий позволяет снизить степень нарушенности структуры природных ландшафтов на 7.5%, в том числе на 3% за счет улучшения состояния орошаемых земель, 2.5% за счет увеличения акватории Аральского моря и 2% за счет улучшения состояния экосистем речных долин.  $\bar{w} = 20,5 - 7,5 = 13\%$ .

Экологическая, социальная и экономическая эффективность мероприятий составит:

- $\mathcal{E}_k = 0.1 \times 13 + 0.07 \times 13^2 = 13.1\%$ . Это означает, что природные экосистемы бассейна могут быть восстановлены до уровня, при котором начинает действовать принцип Ле-Шателье – Брауна;
- $Y_s = 20\,000 \times 0.131 \times 0.3 = 786 \text{ \$}/\text{га}$  в год, или 104 млрд.  $\text{\$/год}$  на всю площадь бассейна;
- объем сельскохозяйственной продукции вырастет более чем в 3 раза по сравнению с существующим;
- благосостояние населения может возрасти:  $\text{ИЧР} = 1.9 - \exp(0.0055 \times 13.1) = 0.825$ ;
- экологически адаптированный внутренний продукт  $\text{ВВП}_0 = 450 - 104 = 346 \text{ млрд. \$}/\text{год}$  или 0.77 от ВВП.

## ВЫВОДЫ

1. Основным условием, обеспечивающим вывод из кризиса и устойчивое развитие стран Центральной Азии, является улучшение состояния нарушенных экосистем до уровня, при котором будут действовать биологические механизмы, известные как принцип Ле-Шателье – Брауна. Предельные площади нарушенных экосистем не должны превышать 13% от площади бассейна.

2. Состав мероприятий в среднесрочной перспективе (до 2025 г.) должен включать комплексное переустройство существующих оросительных систем на 50% площади орошаемых земель. Остальные 50% орошаемых земель, характеризующихся средним и сильным засолением и малой продуктивностью, целесообразно использовать в качестве естественных пастбищ. Обоснование состава, объема и очередности реализации указанных мероприятий должно основываться на оценке экологической, социальной и экономической эффективности.

3. Реализация предусмотренных мероприятий может существенно улучшить состояние нарушенных экосистем бассейна, включая речные долины, водные и околородные экосистемы и Аральское море, практически решить продовольственную проблему, а также повысить благосостояние населения.

4. Приведенные предложения и рекомендации основаны на обобщении имеющихся данных и эмпирических зависимостях и требуют дальнейших исследований и уточнений.



ЧАСТЬ 2.

Земельные ресурсы:  
проблемы деградации  
и способы их решения

PART 2.

Land resources:  
the issues of their  
degradation and the  
ways to address them







## Глава 4. Почвенные ресурсы Узбекистана и вопросы продовольственной безопасности

Кузиев Р. К.<sup>1</sup>, Гафурова Л.А.<sup>2</sup>, Абдрахмонов Т.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственный научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии;

<sup>2</sup>Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека)

## Chapter 4. Soil resources of Uzbekistan and the issues of food security

Kuziev R.K.<sup>1</sup>, Gafurova L.A.<sup>2</sup>, Abdrakhmonov T.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Scientific Research Institute of Soil Science and Agrochemistry;

<sup>2</sup>National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

Приоритетным направлением в деятельности агропромышленного комплекса республики является получение прироста объемов сельскохозяйственной продукции посредством повышения урожайности сельскохозяйственных культур, что достигается за счет воспроизводства и повышения плодородия почв, дифференцированного размещения сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-мелиоративных условий и внедрения новых агротехнологий. В Узбекистане все земли являются государственной собственностью и считаются общенациональным богатством. Рациональное и бережное использование земельного фонда охраняется государством. Сельскохозяйственные земли, представляя собой особую ценность, вбирают в себя решение многих задач. Они обеспечивают осуществление не только сельскохозяйственного производства, но также служат для создания благоприятного климата агроландшафта и экологических условий. В структуре земельного фонда республики выделяются следующие виды сельскохозяйственных угодий: земли, пригодные под посевы; богарные земли; многолетние насаждения; залежи; сенокосы; пастбища. Для почвенной характеристики земельного фонда республики использованы количественные и качественные показатели, отображенные на Почвенной карте Республики Узбекистан М 1:750 000, включающей 267 почвенных разностей. Наиболее распространенными являются серо-бурые почвы с вкраплением серо-буро-луговых почв и такыров. С большим отрывом от них следуют луговые аллювиальные и сазовые почвы с вкраплением болотно-луговых, типичные сероземы, пустынные песчаные почвы с мелкими участками пустынно-луговых, солончаки континентальные и приморские, светлые сероземы. Автоморфные почвы пустынной зоны представлены серо-бурыми, пустынными песчаными, такырными, такырами, остаточными солончаками и бозынгенами (высокогипсоносными почвами). На севере Устюрта встречаются светло-бурые пустынно-степные почвы и редко солонцы. В составе переходных почв, кроме лугово-такырных, выделяются остаточно-луговые и остаточно-болотные, появившиеся на обсохшей части дельты Амударьи. Среди гидроморфных почв преобладают солончаки. Солончаки приморские в комплексе с песками доминируют на обсохшем дне Аральского моря. В нижнем поясе подгорно-предгорной субтропической полупустыни



распространены светлые, типичные и темные сероземы. В горах в субгумидных и гумидных условиях степей, редколесий и лесов их сменяют горные коричневые и бурые почвы. Почти половина орошаемых земель представлена гидроморфными почвами - луговыми и болотно-луговыми. Значительную площадь занимают переходные почвы, формирующиеся при слабом влиянии грунтовых вод. К ним в сероземном поясе относятся сероземно-луговые (и лугово-сероземные) почвы, а в пустынной - такырно-луговые (и лугово-такырные), серо-буро-луговые и пустынно-луговые. Равнинная территория бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи представляет собой не обеспеченную естественным дренажным стоком низменность, которая из-за сухости климата, малых атмосферных осадков и крайне высокого испарения является аккумулятором легкорастворимых солей в верхнем горизонте почвы, в связи с чем здесь широко распространены засоленные почвы. Мелиоративное состояние орошаемых почв в значительной мере определяется их механическим составом. По механическому составу почвы очень разнообразны, что обусловлено различными литолого-геоморфологическими условиями их формирования. Среди них выделяются глинистые, тяжело-, средне- и легкосуглинистые, супесчано-песчаные и скелетно-мелкоземистые в комплексе с грубоскелетными. На территории Республики Узбекистан наблюдаются все виды эрозии: водная и ирригационная, разрушительные селевые потоки, ветровая эрозия почв и непосредственное вредоносное влияние ветров на растения. Этот процесс обусловлен почвенно-климатическими особенностями и рельефными условиями местности. В главе приведены классификация орошаемых земель республики по качеству и их кадастровая оценка, а также природно-сельскохозяйственное районирование земель и мероприятия по улучшению и охране почв.

In Uzbekistan, the priority in the development of agricultural industry is given to the growth of agricultural production by means of raising the yielding capacity of crops that is achieved by reproduction and increase of soils fertility, differentiated allocation of crops with due account to soil and environmental conditions and by adoption of modern agricultural technologies. In Uzbekistan, all lands belong to the state and are referred to as national wealth. Sustainable management of the lands is protected by the state. Agricultural land is a very valuable resource and performs many functions. It provides the basis for agricultural production and serves as the main factor of favorable environmental conditions for agricultural landscapes. The agricultural lands of Uzbekistan are represented by the following categories of land: land suitable for crop production, rainfed lands, tree plantations, fallow land, hayfields, and pastures. The soils of Uzbekistan were characterized by quantitative and qualitative indices which were depicted at the Soil Map of Uzbekistan of 1:750 000 scale consisting of 267 soil mapping units. The most widely spread are grey-brown soils with inclusions of meadow grey-brown soils and takyrs. By a significant margin, they are followed by meadow fluvial soils and solonchaks (sazovye soils) with inclusions of swampy meadow soils, then, by typical sierozems and sandy desert soils with small inclusions of meadow desert soils, and, finally, by inland and coastal solonchaks and light sierozems. Automorphic soils of desert zone are represented by grey-brown, desert sandy soils, takyric and takyr soils, remnant solonchaks and gypsic soils (*bozyngens*). In the north of Ustyurt Plateau, light brown desert-steppe soils and rare solonchaks are found. The transitional soils are represented by meadow takyric soils as well as by remnant meadow and remnant swampy soils found at the dried part of the Amu-Darya delta. The hydromorphic soils are predominantly represented by solonchaks. Coastal solonchaks in combination with sands dominate at the dried bottom of the

Aral Sea. In the lower belt of piedmont subtropical semidesert, light, typical and dark sierozems prevail. In the mountains with subhumid and humid conditions, mountainous cinnamonic and brown soils are found. Almost 50% of irrigated soils are represented by hydromorphic soils such as meadow and swampy meadow soils. The significant area is occupied by transitional soils formed under slight impact of ground water. They are represented by sierozemic meadow soils, takyric meadow soils, grey-brown meadow soils and desert meadow soils. The plain in the interfluvium of the Amu-Darya and the Syr-Darya rivers is characterized by poor natural drainage, low precipitation and high evaporation, which leads to the accumulation of readily soluble salts and formation of salt-affected soils. The reclamation conditions of irrigated soils are mainly governed by their texture. The texture of soils is very variable due to different lithological and geomorphic conditions. Clayey, loamy, sandy and skeletal soils are found in Uzbekistan. The processes of soil degradation due to natural and irrigation water erosion, mudflows, wind erosion and direct harmful influence of wind are observed in Uzbekistan. The latter occurs as a result of climatic and orographic conditions. The classification of irrigated soils of Uzbekistan based on soil quality and their cadastral valuation is given in this chapter. The measures for enhancement and protection of soils in relation to agricultural zoning are also described in this chapter.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Основными направлениями в области управления земельными ресурсами, определенными Программой углубления экономических реформ в сельском хозяйстве, на ближайшую перспективу предусматривались такие, которые способствовали созданию пространственных условий, обеспечивающих рациональное функционирование сельскохозяйственных производств, внедрению прогрессивных форм организации труда, совершенствованию состава и размещения земельных угодий, сельскохозяйственных культур и севооборотов. Должна была быть определена земельная специализация сельского хозяйства с установлением главных отраслей: хлопководства, зерноводства, садоводства, овощеводства, рисоводства и кормопроизводства для животноводства. При этом должны были быть учтены гидротермические и почвенные условия и агробиологические требования культивируемых растений. Эти условия с большой долей ответственности необходимо учитывать и теперь, когда в сельскохозяйственном производстве создана многоукладная форма хозяйствования. В настоящее время приоритетным направлением в деятельности агропромышленного комплекса республики является получение прироста объемов сельскохозяйственной продукции посредством повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Решение этой весьма важной задачи может быть достигнуто путем воспроизводства и повышения плодородия почв, дифференцированного размещения сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-мелиоративных условий и внедрения новых агротехнических технологий, разработанных и применяемых в сельскохозяйственном производстве в последнее время.

На всех ступенях развития человечества земля служила ничем не заменимым, абсолютно необходимым средством производства для жизнеобеспечения людей. Проводимые в стране коренные экономические преобразования выдвинули на передний план вопросы рационального и эффективного использования природных ресурсов, в первую очередь земельных.

В нашей стране охрана земель и её рациональное использование является общенародной задачей, имеющей конституционное значение. В статье 55 Конституции Республики Узбекистан написано: “Земля, её недра, воды, растительный и животный мир и другие природные ресурсы являются общенациональным богатством, подлежат рациональному использованию и охраняются государством”.

Особое внимание уделяется охране земель сельскохозяйственного назначения. С учётом проводимых экономических реформ в сельском хозяйстве, возрастающее значение приобретает рациональное использование земель, повышение отдачи с каждого гектара. Управление земельными ресурсами - это взаимосвязанные экономические, технические, организационно-хозяйственные и правовые государственные мероприятия, направленные на упорядочение земельных отношений, организацию рационального землепользования и обеспечение охраны земель в интересах их владельцев, пользователей, собственников и арендаторов, изучение земельных ресурсов и картографирование, ведение земельного кадастра, прогнозирование, планирование рационального использования земель.

В свете задач, возложенных Указом Президента Республики Узбекистан от 24 июля 1998 года “Об образовании государственного комитета по земельным ресурсам Республики Узбекистан”, созданы, укомплектованы и функционируют центральные структуры, территориальные органы и службы, обеспечивающие, согласно утверждённых “Положений”, осуществление единой государственной политики, направленной на рациональное использование земельного фонда, исполнение на местах земельного законодательства, Указов Президента и решений Кабинета Министров Республики Узбекистан. Контроль за соблюдением земельного законодательства и координация деятельности органов государственного управления, юридических и физических лиц осуществляется путём планомерных проверок и обязательного согласования всех вопросов, связанных с выделением, использованием земель и реализацией прав на земельные участки. Образование Государственного Комитета по земельным ресурсам Республики Узбекистан (с 2004 года - Государственный Комитет Республики Узбекистан по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру) явилось следствием реализации политики экономических реформ, направленных на либерализацию всех сфер жизни общества, объективного создания условий дальнейшего совершенствования земельных отношений и структуры управления земельными ресурсами. За короткий период разработана Концепция и в соответствии с ней разработана “Национальная программа улучшения использования земельного фонда, сохранения, повышения и воспроизводства плодородия почв”. Ежегодно составляется Национальный отчёт о состоянии земельных ресурсов по состоянию на 1 января предшествующего года, который представляется в Аппарат Президента и Кабинет Министров Республики Узбекистан.

Проводится работа по внедрению механизмов реализации «Земельного кодекса», законов «О государственном земельном кадастре», «О фермерском хозяйстве», «О дехканском хозяйстве» и выполнению Постановления Кабинета Министров от 31 декабря 1998 года №543 «О ведении государственного земельного кадастра в Республике Узбекистан». Так, в настоящее время разработано более 50 нормативно-правовых и инструктивных документов общепринятого и внутриведомственного характера. Разработка нормативно-правовых и инструктивно-методических документов, способствующих созданию условий для реализации земельного законодательства, совершенствованию организации землеустройства, использования и охраны земель, учёта и оценки земельных ресурсов, создания благоприятной экологической среды и улучшения природных ландшафтов, продолжается.

Для использования в работе издан сборник нормативных документов по производству земельно-кадастровых работ, который является практическим пособием для всех специалистов системы Госкомгеодезкадастра, в том числе и почвоведов. Территориальными органами и службами проводится на местах работа со всеми землепользователями и землевладельцами по изучению и применению на практике земельного законодательства. Подготовлены соответствующие нормативно-инструктивные документы, связанные с порядком организации и ведения мониторинга земель, и ведётся его планомерное осуществление. Проводится постоянный текущий учёт земельных ресурсов и регистрация прав на землю. Для целей земельного кадастра производятся лётно-съёмочные работы. Проводятся инвентаризация и бонитировка почв орошаемых и богарных земель, межхозяйственное землеустройство, корректировка планово-картографической основы, обновление (издание) графических планов земель и другие землеустроительные и земельно-кадастровые работы. Ведётся многоплановая работа по рациональному использованию и охране земель, по повышению и воспроизводству плодородия почв, по внедрению почвозащитных технологий в сельском хозяйстве.

Ведётся постоянный контроль за качеством и количественным учётом земель, их использованием под посевы сельскохозяйственных культур, соблюдением земельного законодательства. По результатам контроля и других проверок, Комитетом незамедлительно принимаются меры, соответствующие его компетенции.

Наряду с этим, Госкомгеодезкадастр активно участвует в реализации «Плана действий по охране окружающей среды», «Программы углубления экономических реформ в сельском хозяйстве», «Программы мер по улучшению мелиоративного состояния земель», по разработке закона «О плодородии почв» и других мероприятий, связанных с использованием земель.

## ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

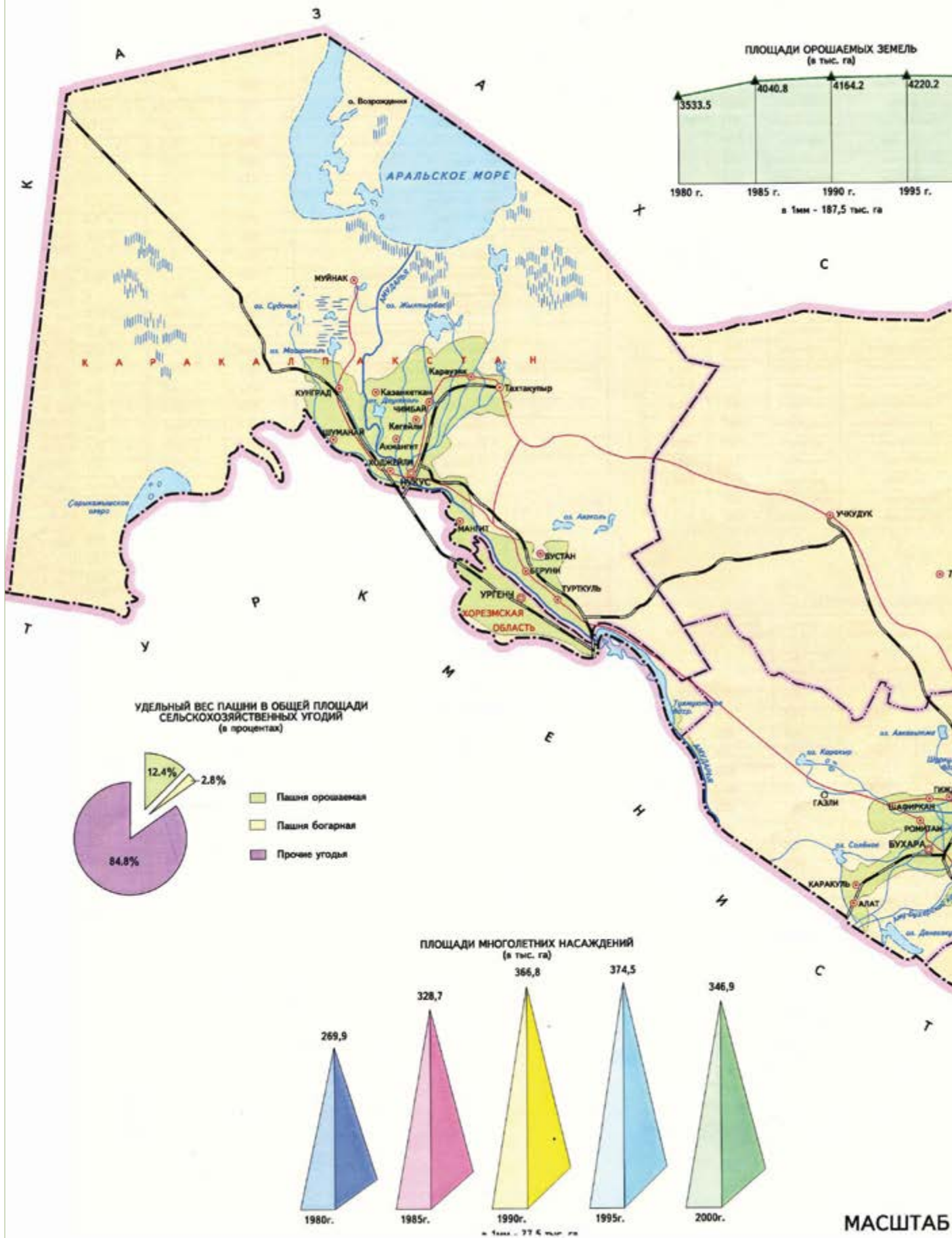
По состоянию на 1 января 2012 г. общая площадь земель территории Республики Узбекистан составляет 44896.9 тыс. га. Все земли являются государственной собственностью и считаются общенациональным богатством. Рациональное и бережное использование земельного фонда охраняется государством.

Земельный фонд Республики Узбекистан по своему целевому назначению делится на следующие основные категории:

- Земли сельскохозяйственного назначения, предназначенные для нужд и целей сельскохозяйственного производства (Рис. 4.1). Общая площадь этих земель по состоянию на 1 января 2012 года составляет 25252.2 тыс. га, или 56.9% от общей площади земельного фонда Республики. Сельскохозяйственные земли, представляя собой особую ценность, вбирают в себя решение многих задач. Они обеспечивают осуществление не только сельскохозяйственного производства, но также служат для создания благоприятного климата агроландшафта и экологических условий.
- Земли населенных пунктов, включающие в себя земли, занятые городами, сельскими населенными пунктами и другими местами проживания населения. Общая площадь таких земель составляет 216.3 тыс. га, или 0.48% от земельного фонда. В нее не включены земли, расположенные в пределах границ сельских населенных пунктов, площадью 584.8 тыс. га.
- Земли промышленности, транспорта, связи, государственной обороны и другие, выделенные юридическим лицам для использования в определенных целях. Площадь этих земель по состоянию на 1 января 2012 года составляет 911.0 тыс. га, или 2.05% от площади земельного фонда.
- Земли природоохранные, оздоровительные и рекреационные, площадь которых по состоянию на 1 января 2012 года составляет 75.9 тыс. га. Эти земли занимают особо охраняемые территории с природными лечебными свойствами, а также с возможностями для организации массового отдыха и туризма. Основная площадь этой категории земель приходится на заповедники и национальные парки.
- Земли историко-культурного значения в пределах республики составляет 4.7 тыс. га или 0.01% земельного фонда.
- Земли лесного фонда, к этим землям относятся земли, покрытые лесами, а также не покрытые лесами, но отведенные для нужд лесных хозяйств. Общая площадь земель этой категории составляет 9635.9 тыс. га или 21.69% от общего земельного фонда.
- Земли водного фонда составляют 830.3 тыс.га или 1.86%. В эту категорию земель относятся земли, занятые водными объектами и сооружениями, земли вдоль берегов водных объектов, отведенные в установленном порядке предприятиям, организациям, учреждениям для ведения хозяйства.
- Земли запаса. К ним относятся земли, не отведенные на пользование или аренду и не закрепленные к какому-либо юридическому или физическому лицу. По состоянию на 1 января 2012 года площадь таких земель составляет 12262.7 тыс. га или 27.62% от общего земельного фонда (Национальный отчет..., 2012).

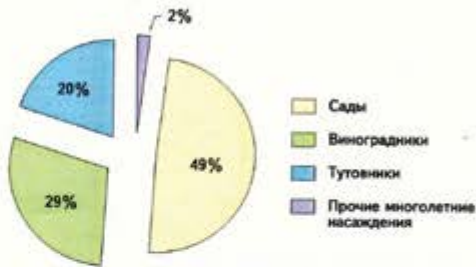


Рис. 4.1. Земельный фонд Республики Узбекистан



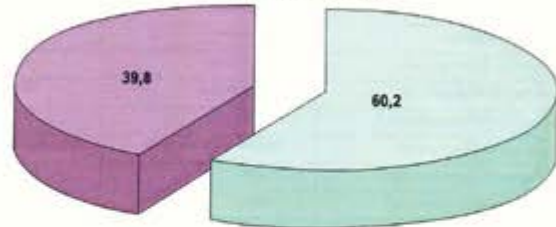
## ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД

СТРУКТУРА МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ  
(в процентах)

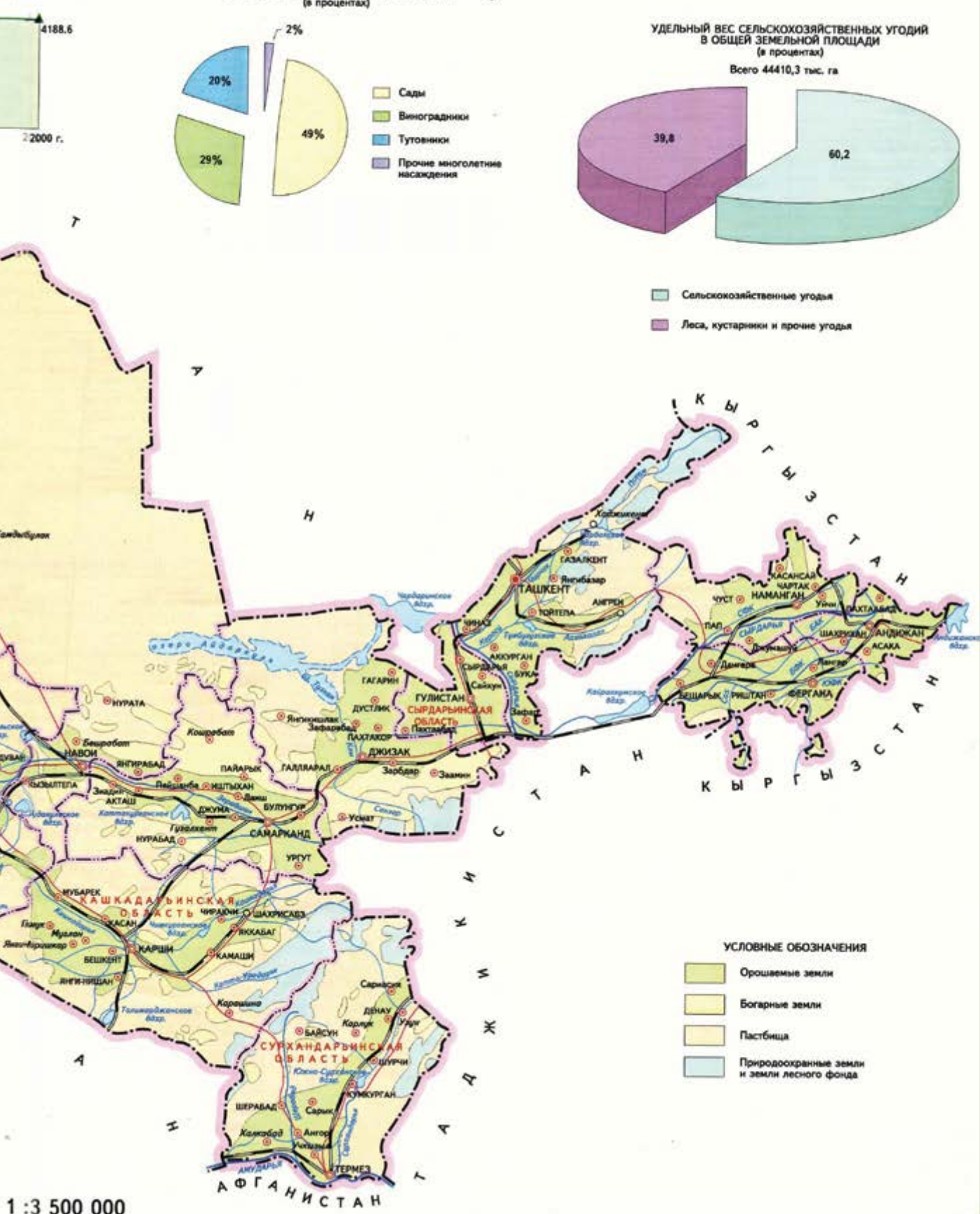


УДЕЛЬНЫЙ ВЕС СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ  
В ОБЩЕЙ ЗЕМЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ  
(в процентах)

Всего 44410,3 тыс. га



- Сельскохозяйственные угодья
- Леса, кустарники и прочие угодья



1 : 3 500 000



**Таблица 4.1. Площади различных категорий земель Республики Узбекистан (по состоянию на 1 января 2012 г.), тыс.га (Национальный отчет..., 2012).**

Административные единицы	Общая площадь	В том числе орошаемых	Площадь пашни			Многолетние насаждения
			Всего	Орошаемые	Богарные	
Республика Каракалпакстан	16659.1	500.1	418.8	418.8	-	9.2
Андижанская обл.	430.3	271.5	198.2	198.2	-	28.3
Бухарская обл.	4032.3	273.7	199.6	199.6	-	23.7
Джизакская обл.	2121	301	479.9	258.2	221.7	17.2
Навоийская обл.	11098.8	124.4	111.9	91.4	20.5	10.6
Наманганская обл.	744	279.2	197.7	197.7	-	36.7
Самаркандская обл.	1677.4	373.1	445.7	262	183.7	53
Сырдарьинская обл.	427.6	293.1	255.6	255.6	-	7.1
Сурхандарьинская обл.	2009.9	324.6	281.2	242.2	39	33.3
Ташкентская обл.	1525.7	389.1	334.1	299.2	34.9	41.8
Ферганская обл.	676	356.8	255.6	255.6	-	37.5
Хоразмская обл.	605.2	275.9	206	206	-	14
Кашкадарьинская обл.	2856.8	504.5	668.6	417.1	251.5	34.5
г. Ташкент	32.8	6.3	1.4	1.4	-	0.1
Всего	44896.9	4273.3	4054.3	3303	751.3	347

В структуре земельного фонда республики выделяются следующие виды сельскохозяйственных угодий: земли, пригодные под посевы; богарные земли; многолетние насаждения; залежи; сенокосы; пастбища (Таблица 4.1).

#### 1. Земли посевные.

Земли посевные имеют особо важное значение в развитии экономики и сельскохозяйственного производства республики. По состоянию на 1 января 2012 года площадь таких земель составляет 4064.7 тыс. га площади сельскохозяйственных угодий. Из них орошаемые посевные земли – 3307.3 тыс. га, или 13.1%.

#### 2. Богарные земли.

Площадь богарных земель по республике составляет 757.4 тыс. га. На этих землях сельскохозяйственные культуры выращиваются за счет поступающей в почву влаги от атмосферных осадков и поэтому под посевы пригодны земли с годовым количеством осадков не менее 200 мм.

#### 3. Многолетние насаждения.

По состоянию на 1 января 2012 года их площадь составила 356.7 тыс. га.

#### 4. Залежи.

По состоянию на 1 января 2012 года их площадь составила 80.4 тыс. га.

Залежи	Сенокосы и пастбища	Сельхоз-угодья*	Земли коллективных садов и огородов	Земли мелиоративного строительства	Леса	Кустарники	Земли, не используемые в сельском хозяйстве
10.1	5398	5836.1	45.3	26.9	502.2	67.4	10181.2
4.1	21.8	252.4	52.1	2	3.6	-	120.2
5.6	2524.2	2753.1	56.1	4	187.2	45.4	986.5
6.4	739.8	1243.3	32.4	7.1	173.2	-	665
6.9	10170	10299.4	20.5	2.8	1.1	-	775
3.3	172.4	410.1	45.8	1.3	25.3	-	261.5
6.1	795.7	1300.5	80.5	4.7	11.7	-	280
11.3	23.6	297.6	19	5.2	3.5	-	102.3
0.3	865.7	1180.5	58.8	3.3	191.5	0.3	575.5
0.9	393.8	770.6	57.5	1.2	89.5	3.3	603.6
-	9.9	303	66.9	1.5	14.2	-	290.4
4.4	110.1	334.5	43.2	1.8	58.4	-	167.3
23.5	1502.9	2229.5	74	20.9	110.3	-	422.1
-	-	1.5	5.3	-	1.4	-	24.6
82.9	22727.9	27212.1	657.4	82.7	1373.1	116.4	15455.2

\* Сумма площади пашни, многолетних насаждений, залежи, сенокосов и пастбищ. Прочерк означает «отсутствуют».

### 5. Сенокосы и пастбища.

Большую часть территории республики занимают пастбища, которые служат основным источником кормовой базы животноводства. По состоянию на 1 января 2012 года по республике пастбища и сенокосы занимают 20750.4 тыс. га и по климатическим условиям пастбища подразделяются на следующие пояса: чуль, адыры, тау и яйлау.

## ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Развитие и распространение почв Узбекистана четко отражает сложную систему проявления основных почвенно-географических закономерностей. Наиболее равнинная и пониженная западная часть территории республики занята пустынной зоной, фациально подразделяющейся на суббореальные (Центрально-Казахстанские) и субтропические (Туранские) пустыни. Граница между ними проходит по 430-43.50 с.ш. и совпадает с северной границей возможного развития хлопководства.

Для почвенной характеристики земельного фонда республики использованы количественные и качественные показатели, отображенные на Почвенной карте Республики Узбекистан М 1:750000, включающей 267 почвенных разностей (Кузиев и др., 2008). Как мы отмечали, общая площадь земель в границах Республики Узбекистан, согласно земельному балансу, составляет на 01.01.2012 г. 44896.9 тыс. га. Соотношение площадей основных генетических групп почв, представляющих земельный фонд республики, приведено в Таблице 4.2.

**Таблица 4.2. Земельный фонд республики по основным генетическим группам почв (Кузиев и др., 2008).**

Почвы	Общая площадь	
	тыс. га	%
Светло-бурые лугово-степные	578.5	1.3
Коричневые	1712.8	3.8
Темные сероземы	1208.8	2.7
Типичные сероземы	2880.1	6.4
Светлые сероземы	2191.9	4.9
Сероземно-луговые и лугово-сероземные	1192.0	2.7
Серо-бурые с участками серо-буро-луговых и такыров	10913.1	24.3
Такырные	1003.0	2.3
Такырно-луговые и лугово-такырные	445.6	1.0
Пустынные песчаные с участками пустынно-луговых	2530.6	5.6
Луговые с участками болотно-луговых	3547.8	7.9
Солончаки	2533.5	5.6
Прочие земли	14159.2	31.5
Итого:	44896.9	100.0

Наиболее распространенными, без учета прочих земель (коренные пески, каменистые осыпи, скалы, галечники, чинки и др., а также водная поверхность), являются серо-бурые почвы с вкраплением серо-буро-луговых почв и такыров (24.3%). С большим отрывом от них следуют луговые аллювиальные и сазовые почвы с вкраплением болотно-луговых (7.9%), типичные сероземы (6.4%), пустынные песчаные почвы с мелкими участками пустынно-луговых (5.6%), солончаки континентальные и приморские (5,6%), светлые сероземы (4.9%). На долю каждой из остальных почв приходится менее 4% (Рис. 4.2).

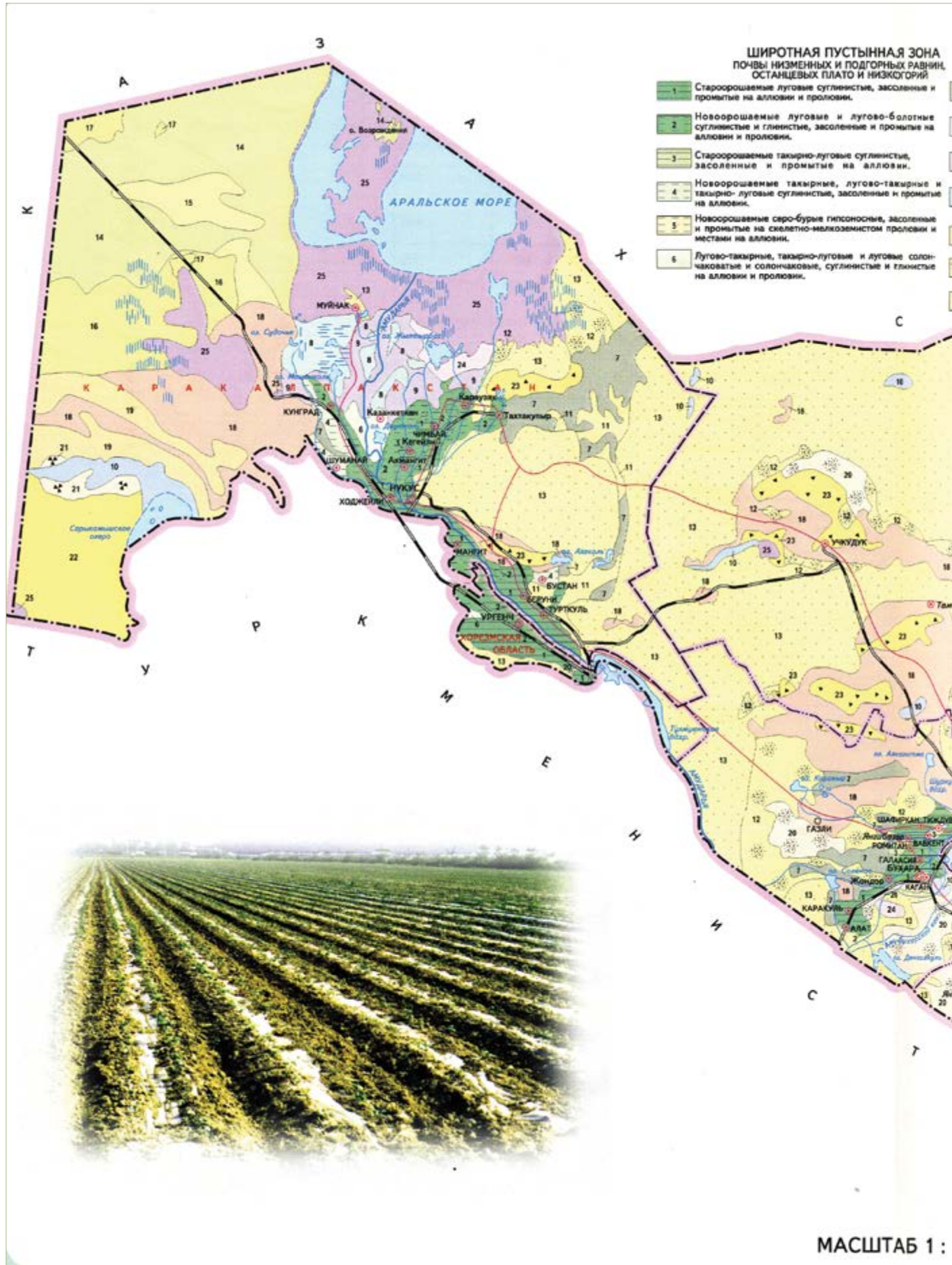
Автоморфные почвы пустынной зоны представлены серо-бурыми, пустынными песчаными, такырными, такырами, остаточными солончаками и бозынгенами (высокогипсоносные почвы). На севере Устюрта встречаются светло-бурые пустынно-степные почвы и редко солонцы. В составе переходных почв, кроме лугово-такырных, выделяются остаточно-луговые и остаточно-болотные, появившиеся на обсохшей части дельты Амударьи. Среди гидроморфных почв преобладают солончаки. Солончаки приморские в комплексе с песками доминируют на обсохшем дне Аральского моря (Атлас почвенного покрова..., 2010; Кимберг, 1974; Кузиев и др., 2004).

В нижнем поясе подгорно-предгорной субтропической полупустыни распространены светлые, типичные и темные сероземы. В горах в субгумидных и гумидных условиях степей, редколесий и лесов их сменяют горные коричневые и бурые почвы.

Структура вертикальной поясности имеет свои региональные особенности, увязанные с орографией, а также с экспозицией склонов.



Рис. 4.2. Почвенный покров Республики Узбекистан

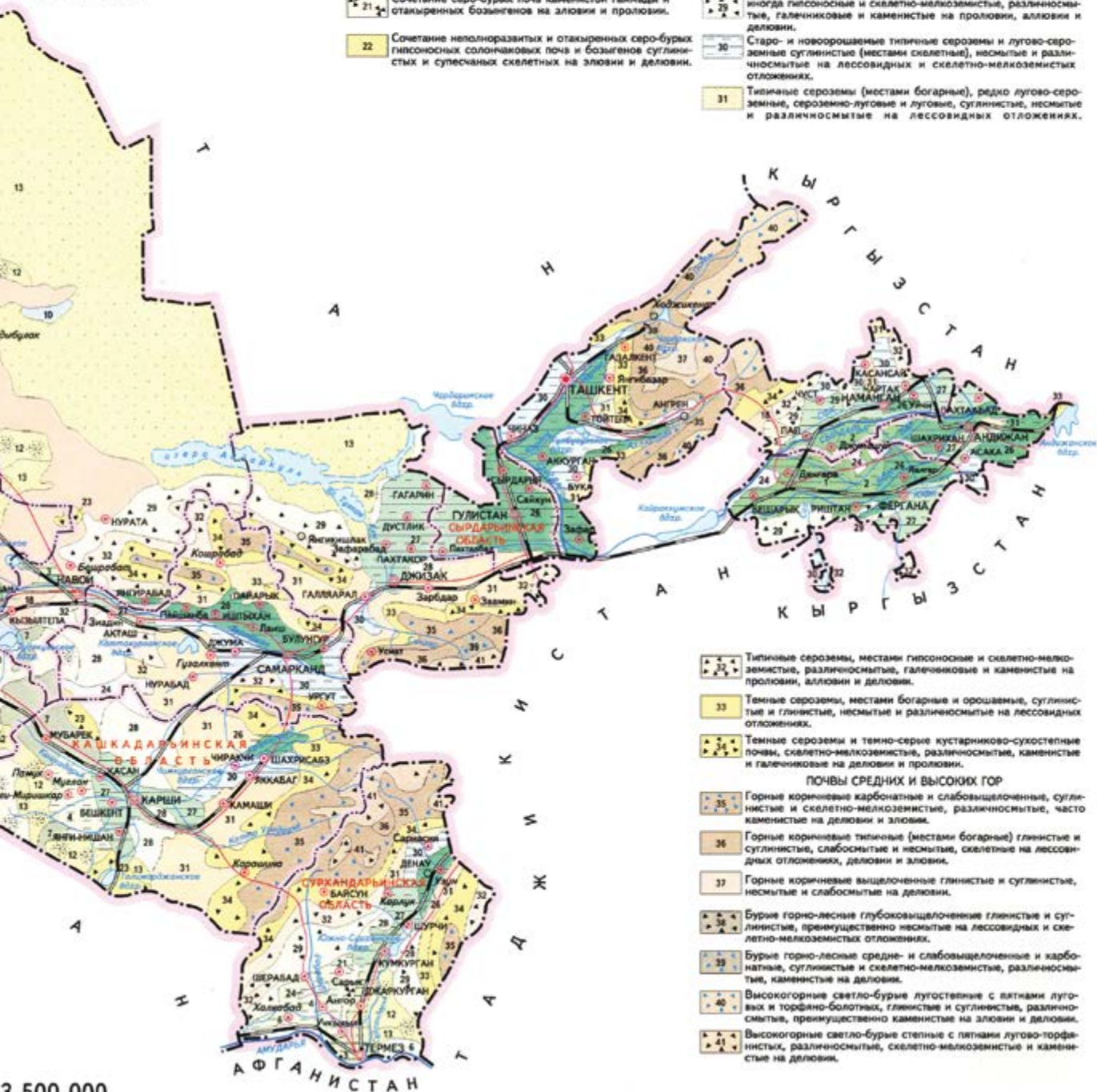


# ПОЧВЫ

- 7. Комплекс тапкырных почв и тапкыров солончакково-солончакватых с остаточными солончакками и песками на аллювии.
- 8. Сочетание остаточно-болотных солончакватых почв и остаточно-болотных солончакво суглинистых и глинистых на озерно-аллювиальных отложениях.
- 9. Сочетание тапкырных, лугово-тапкырных и остаточно-луговых суглинистых и супесчаных, солончакватых почв с остаточными солончакками, пустынными песчаными почвами и песками на аллювии.
- 10. Сочетание тапкырных солончакватых почв и отакырных остаточных солончакво с серо-бурыми и пустынными песчаными почвами на пролювии и озерных отложениях.
- 11. Сочетание пустынных песчаных и прилещенных тапкырных солончакватых почв с песками и тапкырами на золотых отложениях и аллювии.
- 12. Сочетание пустынных песчаных солончакватых почв и лесков на золотых отложениях, аллювии и пролювии.
- 13. Сочетание лесков и пустынных песчаных солончакватых почв на золотых отложениях, подстилаемых третичными породами.

- 14. Комплекс северных серо-бурых гипсоносных, солончаквоых и солончакватых почв, суглинистых на алювиально-делювиальных отложениях.
- 15. Комплекс северных серо-бурых гипсоносных и светло-бурых пустынно-степных (промьтых) почв и тапкыров на злювии и делювии.
- 16. Комплекс северных серо-бурых гипсоносных и светло-бурых пустынно-степных (промьтых) почв и бозыгенов (высокогипсоносных почв) на злювии и делювии.
- 17. Сочетание северных серо-бурых гипсоносных, солончаквоых почв с пустынными песчаными почвами, литогенными и типичными солончакками и пятнами солонцов.
- 18. Типичные серо-бурые гипсоносные, солончаквоые, супесчаные суглинистые на злювии, пролювии и древнем аллювии.
- 19. Сочетание типичных серо-бурых почв гипсоносных, солончаквоых, суглинистых с бозыгеном на злювии и пролювии.
- 20. Сочетание типичных серо-бурых почв гипсоносных, солончакватых, супесчаных и суглинистых скелетных с бугристыми песками на злювии и делювии.
- 21. Сочетание серо-бурых почв каменистой гаммады и отакырных бозыгенов на злювии и пролювии.
- 22. Сочетание неполноразвитых и отакырных серо-бурых гипсоносных солончаквоых почв и бозыгенов суглинистых и супесчаных скелетных на злювии и делювии.

- 23. Серо-бурые неполноразвитые солончаквоые, эродированные, каменистые на делювии и злювии.
  - 24. Солончакки типичные, луговые и болотные на аллювии, пролювии и делювии.
  - 25. Солончакки приморские и шорвые, суглинистые и супесчаные в комплексе с песками на озерных, морских и аллювиально-морских отложениях, пролювии и делювии.
- ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ВЫСОТНЫЕ ПОЯСА  
ПОЧВЫ ПОДГОРНЫХ РАВИН, ПРЕДГОРИЙ И НИЗКИХ ГОР**
- 26. Старо- и новоорошаемые луговые и сероземно-луговые, незасоленные и засоленные, суглинистые (местами с шохом и арзыком) на аллювии и пролювии.
  - 27. Старо- и новоорошаемые светлые сероземы и лугово-сероземные суглинистые (местами скелетные) на лессовидных и скелетно-мелкоземистых отложениях.
  - 28. Светлые сероземы (местами богарные), редко сероземно-луговые и луговые, суглинистые, несмытые и разноносмытые на лессовидных отложениях.
  - 29. Светлые сероземы (местами лугово-сероземные и луговые), иногда гипсоносные и скелетно-мелкоземистые, разноносмытые, галечниковые и каменистые на пролювии, аллювии и делювии.
  - 30. Старо- и новоорошаемые типичные сероземы и лугово-сероземные суглинистые (местами скелетные), несмытые и разноносмытые на лессовидных и скелетно-мелкоземистых отложениях.
  - 31. Типичные сероземы (местами богарные), редко лугово-сероземные, сероземно-луговые и луговые, суглинистые, несмытые и разноносмытые на лессовидных отложениях.



3 500 000

В формировании почвенного покрова речных долин и подгорных равнин, где сосредоточена основная часть зоны хлопководства республики, значительная роль принадлежит литолого-геоморфологическому и гидрогеологическому факторам.

Под влиянием антропогенного фактора почвенный покров подвергается значительным морфо-генетическим изменениям. Орошаемые почвы представлены как самостоятельные почвенные типы. Среди сероземов и горных коричневых почв выделяются богарные разновидности.

Луговые почвы пустынной зоны формируются на дельтовых и подгорных равнинах и в речных долинах в условиях неглубокого залегания грунтовых вод (1.5-3 м). С глубиной усиливаются окислительно-восстановительные процессы. Почвы высококарбонатные, в основном распространены на равнинах, в орошаемом земледелии используются преимущественно под посевы хлопчатника.

Болотно-луговые почвы, занимая понижения среди луговых почв, развиваются в условиях избыточного увлажнения. Отличаются высокой поверхностной гумусностью, высоким залеганием глеевого горизонта, интенсивным соленакоплением.

Новоорошаемые луговые почвы пустынной зоны-почвы сравнительно недавнего ирригационного освоения. Агроирригационный горизонт маломощный, не выходит за пределы пахотного горизонта. Гумуса в пахотном горизонте 0.8-1.5%, вниз по профилю его содержание значительно уменьшается. Близкое к поверхности залегание грунтовых вод (1-3 м) создает предпосылки к засолению почв.

Новоорошаемые лугово-болотные почвы пустынной зоны образуются, в основном, при освоении болотно-луговых, луговых и других типов почв под культуру риса. Содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 1 до 3%. Грунтовые воды, залегающие в пределах первого метра, способствуют переувлажнению почв, вызывающему оглеение. Широкое применение дренажа задерживает процесс заболачивания на лугово-болотной стадии или делает его временным, сезонным.

Староорошаемые луговые (лугово-оазисные) почвы представляют основу ныне действующего земельного фонда древних хлопководческих оазисов дельтовых и подгорных равнин и речных террас в пустынной зоне. Почвы обладают мощным агроирригационным горизонтом. Содержание гумуса в пахотном слое 0.8-1.1%. Распространение его по профилю сравнительно равномерное. Грунтовые воды залегают на глубине 1-3 м. Близкое к поверхности залегание грунтовых вод предопределяет засоление почв.

Остаточно-болотные почвы образуются в дельтах рек при устранении пойменно-аллювиального режима увлажнения и быстрого снижения уровня грунтовых вод до 4-5 м. Высокая первоначальная гумусированность верхнего горизонта (8-9%) со временем быстро уменьшается до 4-5%. Встречаются погребенные высокогумусные горизонты. Преобладающая часть этих земель находится за пределами зоны хлопководства.

Остаточно-луговые почвы формируются в идентичных с остаточно-болотными почвами условиях, но занимают повышенные элементы рельефа. Они развивались в предшествующую стадию в умеренно-гидроморфных условиях, зарастали

древесно-кустарниковой растительностью и меньше, чем болотные, накапливали гумуса. Почвы различной степени засолены. Преобладающая часть этих почв находится вне зоны хлопкосеяния.

Такырно-луговые почвы - почвы переходного периода увлажнения, формирующиеся на слабодренированных аллювиальных и подгорных равнинах по периферии оазисов или в непосредственной близости от них в условиях вторично поднявшихся до 3-4 м грунтовых вод. Почвы постепенно утрачивают признаки зональных пустынных почв и приобретают признаки гидроморфности, особенно в нижней части профиля. Содержание гумуса в них составляет 0.5-1%. Почвы подвержены засолению. Для орошения пригодны.

Лугово-такырные почвы развиваются в условиях ослабления грунтового увлажнения, вызванного понижением грунтовых вод до 3-5 м при искусственном дренировании или в силу естественного изменения гидрогеологических условий. При орошении эти почвы быстро превращаются в гидроморфные. В относительно повышенной гумусности (0,9-2%) отражено гидроморфное происхождение этих почв. Почвы подвержены засолению. Пригодны под все орошаемые культуры.

Новоорошаемые такырно-луговые почвы формируются в результате сравнительно недавнего вовлечения такырных почв в орошаемое земледелие при недостаточной естественной или искусственной дренированности. Грунтовые воды залегают на глубине 3-4 м и вызывают слабое олуговение этих почв. Орошаемые почвы беднее гумусом (0.8-1.1%) и элементами питания, чем целинные. Они подвержены засолению.

Староорошаемые такырно-луговые (такырно-луговые оазисные) почвы отличаются от новоорошаемых наличием агроирригационного горизонта, превышающего по мощности пахотный. В пахотном горизонте гумуса 0.8-1.1%, с глубиной его содержание уменьшается постепенно. Грунтовые воды залегают на глубине 2.5-4 м. Почвы подвержены засолению.

Такырные почвы-автоморфные почвы пустынной зоны, широко распространенные на обсохших древних аллювиальных и аллювиально-пролювиальных равнинах. Общая мощность перегнойного горизонта 25-30 см. Содержание гумуса 0.5-0.9%. Почвы при орошении обладают высокой производительной способностью и представляют лучшую часть резервов ирригации в районах пустынной зоны. Почвы в различной степени засолены.

Новоорошаемые такырные почвы образуются в начальный период освоения такырных почв, когда грунтовые воды залегают еще глубже (более 5 м). В процессе длительного орошения они обычно поднимаются, предопределяя олуговение профиля и вторичное засоление почв. При орошении и обработках утрачиваются основные признаки такырных почв. Содержание гумуса в орошаемых почвах, по сравнению с целинными несколько увеличивается (0.7-1.3%). Орошаемые такырные почвы относятся к лучшим почвам пустынной зоны.



Такыры - своеобразные почвы пустынной зоны, лишенные высшей растительности. Образуются они в неглубоких плоских понижениях древних аллювиальных и пролювиальных равнин в комплексе с такырными почвами и остаточными солончаками, а также на третичных плато среди песков и серо-бурых почв. Поверхность такыра ровная, покрытая твердой пористой коркой, разделенной трещинами на мелкие полигоны. Профиль такыров относительно однороден по механическому составу, преимущественно глинисто-суглинистый. Гумуса в такырах мало – 0.4-0.9%. Такыры засолены и солонцеваты, относятся к трудномелиорируемой категории земель.

Серо-бурые почвы формируются на элювии и делювии коренных пород, слагающих останцовые плато, а также на скелетно-мелкоземистых аллювиальных и пролювиальных отложениях древних конусов выноса и подгорных шлейфов. В пределах Туранской провинции распространены типичные серо-бурые почвы. Содержание гумуса в верхнем горизонте 0.2-0.7%. Преобладающая часть почв в различной степени засолена. Почвенный покров на севере Устюрта характеризуется неоднородностью. Здесь серо-бурые почвы комплексируются со светло-бурыми пустынно-степными почвами. На юге Устюрта и в Центральных Кызылкумах распространены серо-бурые неполноразвитые почвы. Серо-бурые почвы используются преимущественно под пастбища. При благоприятных условиях рельефа и свойств самих почв пригодны под орошаемое земледелие, но только после осуществления соответствующих мелиоративных мероприятий. Бозынгены (высокогипсоносные почвы) развиваются в комплексе или в сочетании с серо-бурыми почвами на микро- и мезоповышениях, не образуя крупных контуров. Поверхность почв чаще каменистая, покрыта изреженной растительностью и обильными лишайниками. Морфологический профиль бозынгена примитивен и состоит из корки и материнской породы, представленной шестоватыми гипсами (30-50%).

Новоорошаемые серо-бурые почвы - почвы недавнего освоения, измененные в процессе орошения и обработок только в верхней части профиля. Гумуса в нем менее 1%. В нижней части профиля еще сохраняются в разной степени остаточные признаки целинных серо-бурых почв. Почвы подвержены засолению.

Пустынные песчаные почвы широко распространены в пустынях в сочетании с песками. Формируются они на продуктах эоловой переработки древнеаллювиальных отложений или третичных пород. Особенно велика роль в формировании пустынных песчаных почв песчаной осочки. Дернина образуется на некоторой глубине под 5-6 сантиметровым слоем навейного песка. Почвы очень малогумусные (0.2-0.5%). Почвы до глубины 1.5-2 м незасоленные.

Солончаки - почвы, содержащие максимум воднорастворимых солей (3% и более) в верхнем горизонте профиля. Они формируются как на континентальных поверхностях, так и на обсыхающем морском дне. Основным источником засоления почв являются минерализованные грунтовые воды, залегающие или залегавшие в прошлом выше критического уровня. Солончаки подразделяются на гидроморфные и автоморфные. К первым относятся типичные, луговые, болотные, шоровые и приморские гидроморфные и полугидроморфные солончаки, основные свойства которых обязаны современному процессу соленакопления. Ко вторым -

остаточные солончаки и солончаки приморские автоморфные и полуавтоморфные. Из всех солончаков только луговые и болотно-луговые имеют гумусовый горизонт, связанный с произрастающей на них растительностью. Содержание гумуса в этих солончаках 1-2%. В зависимости от состава солей и характера их аккумуляции на поверхности, выделяются корковые, пухлые, влажные солончаки и их переходные разновидности. Большая часть солончаков после проведения соответствующих мелиоративных мероприятий может быть освоена и уже осваивается под орошаемое земледелие.

Сероземы - наиболее широко распространенные в пределах вертикальной пояности автоморфные почвы (грунтовые воды более 5 м), формирующиеся на сравнительно небольших высотах подгорных равнин и реже - речных долин. Смена условий почвообразования с высотой обуславливает различную степень выраженности сероземообразования и приводит к развитию трех подтипов сероземов: светлых, типичных и темных.

Светлые сероземы формируются на подгорных покатых равнинах, а также местами на предгорьях и низкогорьях, в зависимости от широтного положения и экспозиции склонов основных хребтов. Гумусовый горизонт мощностью 12-15 см содержит 1-1.5% гумуса (Гафурова, 2012). Светлые сероземы по сравнению с другими почвами высотных поясов являются наиболее легкими по механическому составу и бедными по содержанию органического вещества. В поясе светлых сероземов находится и почти пятая часть орошаемых земель республики.

Типичные сероземы формируются на лёссовых холмистых предгорьях (адырах) и подгорных покатостях, сложенных преимущественно лёссами. Гумусовый горизонт мощностью до 14-18 см содержит 1,5-2,5% гумуса. В поясе типичных сероземов широко развито орошаемое полубеспеченное осадками богарное земледелие.

Темные сероземы, занимая территории высоких предгорий, развиваются на элюво-делювиальных и местами на лёссовидных отложениях. Профиль промывает от карбонатов до 130-140 см. Гумусовый горизонт достигает 17-20 см, гумуса в нем 2.5-4%. С глубиной его содержание резко уменьшается. В условиях расчлененного рельефа почвы в сильной степени подвержены водной и ирригационной эрозии. Земли в естественном состоянии используются под весенне-осенние пастбища, на мелкоземистых участках со спокойным рельефом развито богарное земледелие, обеспеченное осадками.

Старо- и новоорошаемые сероземы светлые, типичные и темные (сероземно-оазисные почвы) - это почвы, измененные под влиянием орошаемого земледелия. Глубина изменений зависит от давности орошения, интенсивности орошаемого земледелия, уровня его культуры. Орошение сероземов коренным образом изменяет их водный, воздушный и температурный режимы, а также условия поступления, минерализации и синтеза органического вещества, выветривания и миграции продуктов минерального распада. Повышается биологическая активность в почве. Содержание гумуса колеблется в пределах 1-1.5% в орошаемых светлых сероземах, 1.5-2% в орошаемых типичных сероземах и более 2% в орошаемых темных сероземах. При монокультуре и низком уровне агротехнических мероприятий гумусность почв снижается.

Лугово-сероземные почвы развиваются на верхних речных террасах и в нижних частях подгорных равнин при ослаблении грунтового увлажнения. Грунтовые воды залегают на глубине 4-5 м. Содержание гумуса достигает 1.5-2.5%. Лугово-сероземные почвы распространены главным образом в поясе светлых сероземов и почти полностью используются под орошаемое земледелие. Подвержены засолению.

Сероземно-луговые почвы формируются при вторичном подъеме грунтовых вод в результате нарушения баланса между их притоком и оттоком. Гумуса – 1.5-2 %, местами до 3-4%. Грунтовые воды находятся на глубине 2-3 м. Эти почвы склонны к быстрому засолению. Распространены сероземно-луговые почвы преимущественно в поясе светлых сероземов и используются в основном, под орошаемое земледелие.

Луговые почвы сероземной зоны распространены на нижних речных террасах, в дельтах и на плоских подгорных покатостях. Развиваются они в условиях умеренного увлажнения грунтовыми водами, залегающими на глубине 1-2.5 м. Режим грунтовых вод неустойчивый, с большими сезонными колебаниями. В целинных почвах содержание гумуса достигает 2-4%. Они почти полностью используются под орошаемое земледелие. Луговые почвы пояса светлых сероземов подвержены засолению.

Старо- и новоорошаемые луговые почвы сероземного пояса (лугово-оазисные) преобладают в группе гидроморфных почв с неглубокими грунтовыми водами. Типовые и подтиповые различия находятся в тесной связи с уровнем грунтовых вод: под луговыми почвами грунтовые воды залегают на глубине 1-2(3) м, под болотно-луговыми - 0.5-1 м и под болотными - менее 0.5 м. В настоящее время в естественных условиях этих почв осталось очень мало. Старо- и новоорошаемые луговые почвы являются одними из лучших в хлопковой зоне.

Коричневые почвы (горно-коричневые карбонатные, горно-коричневые типичные, горно-коричневые выщелоченные) являются основным типом почв средневысотных гор. Формируются они на элювии, делювии и каменистом пролювии под горно-лесной растительностью. Мощность гумусового слоя достигает 30 см. Гумуса в верхнем горизонте несмытых коричневых почв содержится от 4 до 9%, а смытых -1.5-3% и менее.

Наряду с коричневыми почвами в поясе средневысотных гор формируются бурые горно-лесные почвы под орехово-плодовыми лесами.

Светло-бурые лугово-степные почвы формируются в высокогорьях, занимая водоразделы и прилегающие к ним склоны. Развита они под низкотравной растительностью на элювии и делювии коренных пород в сочетании с выходами последних на поверхность. Эродированные и грубоскелетные. Мощность мелкоземисто-каменистого слоя обычно небольшая, редко превышает 2 м. Гумусовый горизонт довольно мощный - 25-30 см с дерниной до 10 см. В почвах северных экспозиций содержится до 5-7% гумуса. Профиль от карбонатов выщелочен. Светло-бурые почвы развиваются в комплексе с торфяно-болотными и луговыми почвами близ родников и снежников. Земли используются под летние отгонные пастбища. Из-за суровости климата территория для земледелия непригодна.

## ДИНАМИКА СВОЙСТВ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Сравнивая современное состояние почвенных типов с таковыми тридцатилетней давности, можно заметить, что здесь произошли определенные изменения.

В пределах Каракалпакстана, находящегося в северной части пустынной зоны, на это повлияло усыхание Аральского моря, сопровождающееся образованием солончаков и песков на обсохшем морском дне. Площадь солончаков в этой республике увеличилась более, чем в три раза. Значительную роль в этом сыграло также обсыхание и опустынивание нижней части дельты Амударьи. Здесь болотные, лугово-болотные и луговые пойменно-аллювиальные почвы трансформировались в соответствующие переходные или автоморфные почвы пустынной зоны и солончаки.

Определенное влияние на преобразование почв оказывает интенсивное орошение и осушительные мелиорации. Это происходит как в пустынной зоне, так и в сероземном поясе.

Орошаемый земельный фонд республики составляет 4312,4 тыс. га (брутто) или 9.71% от общей площади. Почти половина (48.2%) орошаемых земель представлена гидроморфными почвами - луговыми и болотно-луговыми. Значительную площадь (25.4%) занимают переходные почвы, формирующиеся при слабом влиянии грунтовых вод. К ним в сероземном поясе относятся сероземно-луговые (и лугово-сероземные) почвы, а в пустынной такырно-луговые (и лугово-такырные), серобуро-луговые и пустынно-луговые.

Автоморфных почв в орошаемом земельном фонде примерно столько же (26.4%), сколько и переходных. Преобладающая часть автоморфных орошаемых почв находится в сероземном поясе (22.5% от площади орошаемых земель), в пустынной зоне их всего 3.9%.

Наиболее широко распространены луговые почвы. Они встречаются во всех административных подразделениях, где в основном приурочены к аллювиальным равнинам (дельтам рек, надпойменным террасам). Образуются луговые почвы также по периферии конусов выноса рек и на подгорных равнинах, а иногда и на третичных плато, при освоении автоморфных почв под орошаемое земледелие.

Обладающие недостаточным естественным оттоком подземных вод территории при слабом искусственном дренировании в результате орошения характеризуются постепенным подъемом уровня грунтовых вод. В зависимости от характера естественных и сложившихся в результате орошения гидрогеологических условий автоморфные почвы с той или иной быстротой эволюционируют в полугидроморфные почвы.

При эффективном искусственном дренировании трансформация почв может остановиться на этом генетическом уровне, но чаще всего полугидроморфные почвы переходят в гидроморфные. Близкое к поверхности залегание грунтовых вод, почти всегда в различной степени минерализованных, вызывает засоление почв. Засоление почв иногда может возникнуть и на переходной стадии развития. Засоление почв является одним из основных негативных факторов, влияющих на качество земель, что сказывается на росте и развитии сельскохозяйственных культур, на их урожайности (Хамзина, 2012).

Равнинная территория бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи представляет собой необеспеченную естественным дренажным стоком низменность, которая из-за сухости климата, малых атмосферных осадков и крайне высокого испарения является аккумулятором легкорастворимых солей в верхнем горизонте почвы. Поэтому, начиная с нижней части предгорий, при развитии орошаемого земледелия, необходимо считаться с наличием современного или древнего остаточного засоления в подстилающих грунтах и опасностью вторичного засоления почв. Высокая напряженность процесса сульфатно-хлоридного соленакпления и засоления издавна наблюдается на почвах пустынной зоны и пояса светлых сероземов: в Каракалпакстане, Хорезмской, Бухарской, Навоийской, Сурхандарьинской, Кашкадарьинской, Джизакской, Сырдарьинской областях и в Центральной Фергане. В настоящее время в республике засоленные земли составляют более 46% от общей площади орошаемых угодий, в том числе слабозасоленные - 15% и сильнозасоленные - более 6% (Таблица 4.3).

Различной степени засоления почв подвержены все районы Республики Каракалпакстан, Бухарской, Хорезмской, Джизакской (кроме Бахмальского, Галляаральского, частично Джизакского и Зааминского районов) и Сырдарьинской (кроме Хавастского района) областей, Балыкчинский, Бозский, Улугнорский районы Андижанской области, Касансайский, У. Юсуповский, Касбинский, Нишанский, Бахористанский, Мубарекский и частично Каршинский районы Кашкадарьинской области; Канимехский, Хатырчинский, Навоийский и Кызылтепинский районы Навоийской области; Джамбайский, Акдарьинский, Пахтачийский, частично Пастдаргомский и Самаркандский районы Самаркандской области; Ангорский, Жаркурганский, Кызырыкский, Термезский, Шерабадский, Музрабадский и частично Кумкурганский районы Сурхандарьинской области, частично Чиназский, Букинский и Бекабадский районы Ташкентской области; Алтыарыкский, Ахунбабаевский, Багдадский, Бувайдинский, Язьяванский, Дангаринский, Фуркатский и частично Узбекистанский районы Ферганской области (Рис. 4.3) (Кузиев, Сектименко, 2009; Расулов, 1976).

Не снижается напряженность карбонатно-магниевого засоления в Самаркандской области. Засоление части новоорошаемых земель сопровождается формированием трудномелиорируемых гипсоносных почв. Прослойки и горизонты гипса ухудшают фильтрацию и в результате затрудняют промывки этих почв от воднорастворимых солей. Общая площадь гипсоносных почв составляет около 291,5 тыс. га (Таблица 4.4). Гипсоносные почвы распространены в Кунградском районе Каракалпакстана; Пешкунском, Караулбазарском и Жондорском районах Бухарской области; Зафарабадском и Зарбдорском районах Джизакской области; Нишанском, Мубарекском и У. Юсуповском районах Кашкадарьинской области; Кызылтепинском, Навоийском и Хатырчинском районах Навоийской области; Папском и Чустском районах Наманганской области; Музрабадском, Шерабадском и Ангорском районах Сурхандарьинской области; Мехнатабадском и Хавастском районах Сырдарьинской области; Язьяванском и Ахунбабаевском районах Ферганской области; Хазараспском районе Хорезмской области (Атлас земельных ресурсов..., 2001; Шапиро и др., 2012).

В целом, орошаемые земли республики в мелиоративном отношении достаточно благоприятные, тем не менее, в отдельных областях необходимо провести надлежащие мелиоративные мероприятия, направленные на ликвидацию и профилактику засоления орошаемых почв. На засоленных почвах с глубоким залеганием грунтовых вод и удовлетворительным их дренированием для этого будут достаточны профилактические промывные или даже вегетационные поливы. На гидроморфных почвах с близким залеганием грунтовых вод, особенно высокоминерализованных, потребуется комплекс мелиоративных мероприятий: строительство более частой коллекторно-дренажной сети, планировки, ежегодные капитальные промывки, специальные агротехнические приемы с посевом мелиорирующих трав и т.д.

Мелиоративное состояние орошаемых почв в значительной мере определяется их механическим составом. По механическому составу почвы очень разнообразные, что обусловлено различными литолого-геоморфологическими условиями их формирования. Среди них выделяются глинистые, тяжело-, средне- и легкосуглинистые, супесчано-песчаные и скелетно-мелкоземистые в комплексе с грубоскелетными. Механический состав почв, включенных в экспликацию к республиканской почвенной карте, на основании которой проведен подсчет площадей (Таблица 4.5), определен по составу пахотного или проективного пахотного слоя (Турсунов, 1981).

Для условий орошаемого земледелия лучшими водными, воздушными и технологическими свойствами обладают средне- и легкосуглинистые почвы. В них продолжительнее период «спелого» состояния, благоприятного для обработок, обеспечивающего лучшую разделку почв, более мобильны влага и питательные растворы, они легче поддаются рассолительной мелиорации, чем тяжелые почвы. Вместе с тем легкосуглинистые и супесчано-песчаные почвы относятся к наименее устойчивым в отношении процессов эрозии. Такие почвы в общем земельном фонде занимают около 29%, а в орошаемом — более 29%. Тяжелосуглинистые и глинистые почвы наиболее широко распространены среди орошаемых земель в Ташкентской, Андижанской и Сурхандарьинской областях и в Каракалпакстане (29-44%). Почвы облегченного состава - супесчаные и песчаные - занимают в общем земельном фонде менее 15%, а в орошаемом - около 9%. Эти почвы обычно менее засолены, но легко поддаются ветровой эрозии, что требует при их освоении и эксплуатации применения специальных противодефляционных мер. В орошаемом земельном фонде эти почвы наиболее часто встречаются в Бухарской, Хорезмской, Ферганской, Джизакской, Навоийской областях и в Каракалпакстане.

Почвы с повышенной скелетностью (каменистостью) занимают в общем земельном фонде 7% площади, а в орошаемом — менее 2%. В целом, в земельном фонде республики преобладают почвы с достаточно благоприятными свойствами, способные обеспечить получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

На территории Республики Узбекистан наблюдаются все виды эрозии: водная и ирригационная, разрушительные селевые потоки, ветровая эрозия почв и непосредственное вредоносное влияние ветров на растения. Этот процесс обусловлен почвенно-климатическими особенностями и рельефными условиями местности.

Таблица 4.3. Характеристика земельного фонда республики по засолению почв, тыс. га.

Административные единицы	Незасоленные		Слабозасоленные		Среднезасоленные	
	Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый
Республика Каракалпакстан	809.8	65	1298.5	264.6	4130.5	292.2
Андижанская обл.	262.3	214.1	55.8	52.4	70.8	63.6
Бухарская обл.	543.1	75	327.4	99.6	528.3	103.6
Джизакская обл.	1080.8	72.1	190.3	166.3	149.1	114.8
Кашкадарьинская обл.	1590.4	166.8	710.3	300.1	146.4	54.4
Навоийская обл.	836.9	35.1	968.7	107.1	1105.9	30.4
Наманганская обл.	481.5	234.3	159.9	96.8	33.9	24.6
Самаркандская обл.	1368.3	335.1	173.9	140	76.7	39
Сурхандарьинская обл.	1377.7	205.4	125.1	85.1	245.8	101.2
Сырдарьинская обл.	16.3	16.3	203.5	197.9	118.1	103.5
Ташкентская обл.	1260	355.9	154.7	111.3	21.7	9.1
Ферганская обл.	230.1	186.4	170.3	144.6	196	166.2
Хорезмская обл.	82.5	72.7	125.4	115.6	131.8	112.9
Итого:	9939.7	2034.2	4663.8	1881.4	6955	1215.5
В % от общего земфонда	22.2	-	10.4	-	15.3	-
В % от орошаемого земфонда	-	36.8	-	34.1	-	22.0

Таблица 4.4. Площади гипсоносных почв.

Административные единицы	Гипсоносные почвы (в га)			
	всего	в том числе:		
		слабо	средне	сильно
Республика Каракалпакстан	136059	129787	6272	-
Андижанская обл.	26141	15034	9291	1816
Бухарская обл.	2519	1388	202	929
Джизакская обл.	17823	12424	4930	469
Навоийнская обл.	9787	5157	2194	2436
Наманганская обл.	15037	8458	6264	315
Самаркандская обл.	4433	4173	255	5
Сырдарьинская обл.	40161	22743	14405	3013
Сурхандарьинская обл.	6024	5831	193	-
Ташкентская обл.	931	543	388	-
Ферганская обл.	15002	12180	2783	39
Хорезмская обл.	-	-	-	-
Кашкадарьинская обл.	17552	16354	1198	-
Республика Узбекистан	291469	234072	48375	9022

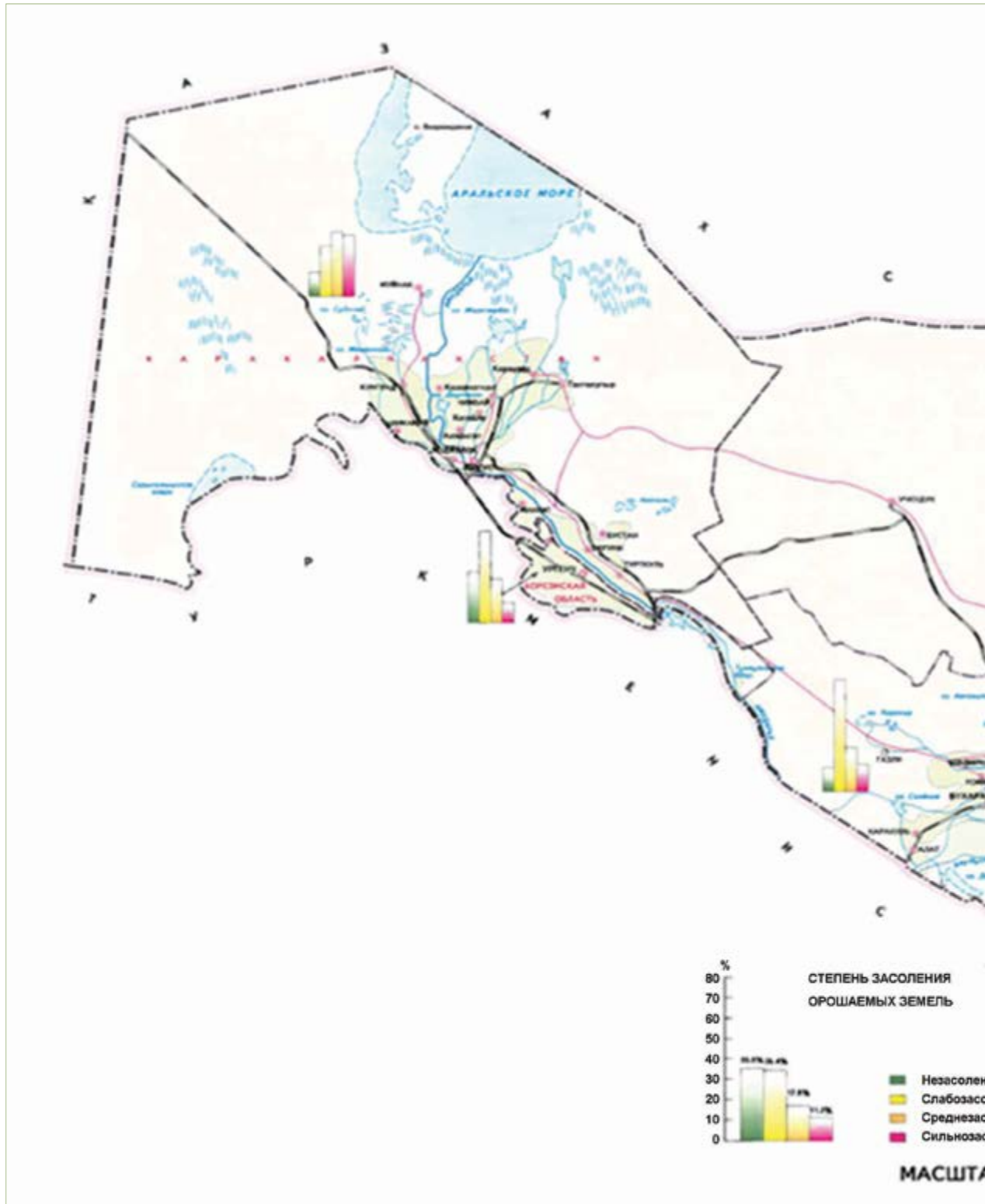
Прочерк означает «отсутствуют».

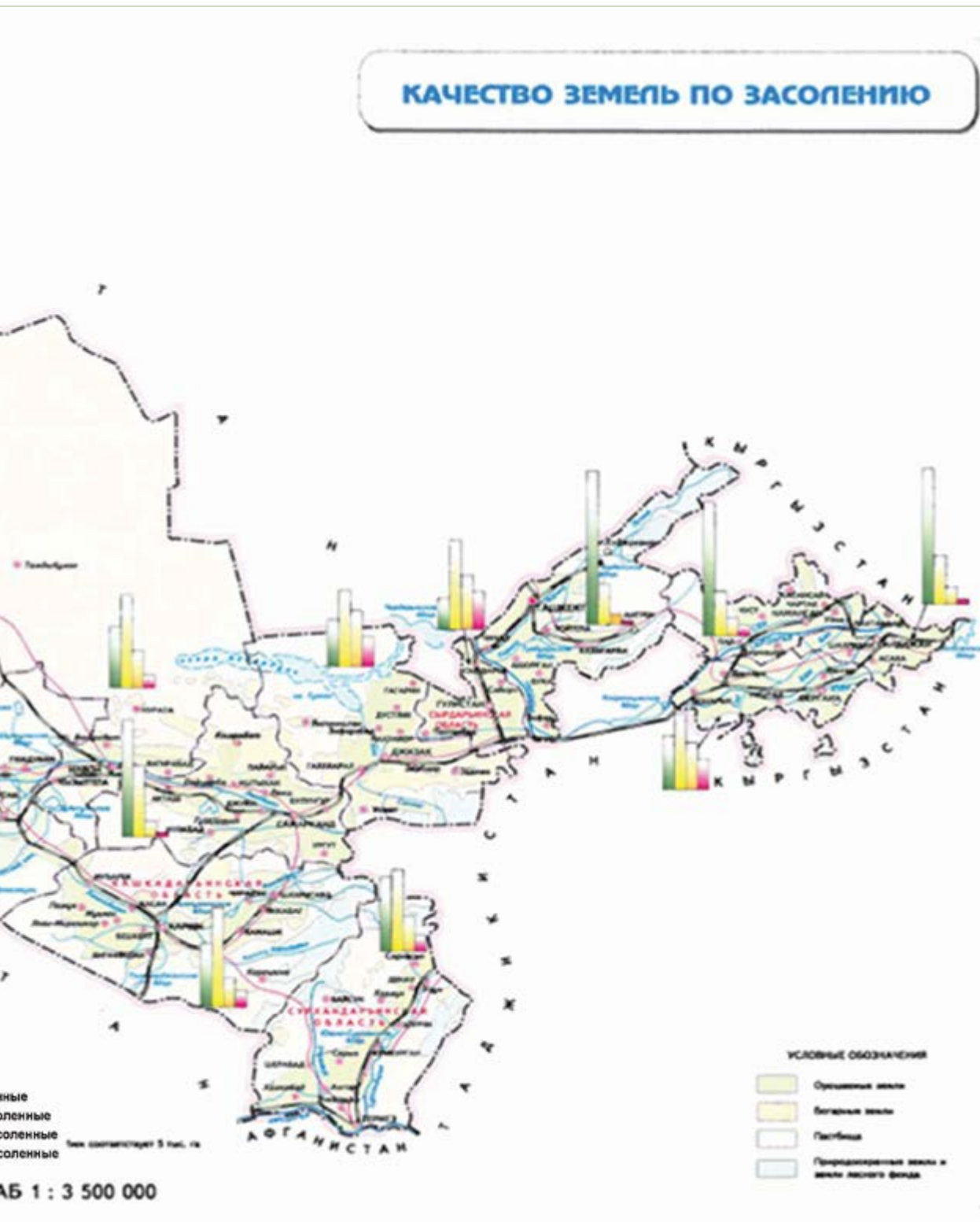
Сильнозасоленные		Очень сильно засоленные		Прочие земли		Итого	
Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый
3813.3	68.9	2543.2	8.9	4063.8	-	16659.1	699.6
24.3	21.5	-	-	17.1	-	430.3	351.6
813.5	25.8	62	-	1758	-	4032.3	304
51.1	34.1	17	-	632.7	-	2121	387.3
142.4	21.3	47.3	-	220	-	2856.8	542.6
1069.6	0.9	162.2	-	6955.5	-	11098.8	173.5
19.8	18.7	7.9	-	40.9	-	743.9	374.4
25.2	6.8	13.2	-	20.1	-	1677.4	520.9
131.2	33.9	-	-	130.1	-	2009.9	425.6
56.6	42.9	11.5	10.9	21.6	-	427.6	371.5
-	-	-	-	122.2	-	1558.6	476.3
60.3	35.4	5	-	14.3	-	676	532.6
81.6	54.9	21	6.3	162.9	-	605.2	362.4
6288.9	365.1	2890.3	26.1	14159.2	-	44896.9	5522.3
14	-	6.4	-	31.5	-	100	-
-	6.6	-	0.5	-	-	-	100

Прочерк означает «отсутствуют».



Рис. 4.3. Качество земель Республики Узбекистан по степени засоления





Из всех видов эрозии почв в республике наибольшее распространение получила ветровая эрозия. По характеру ветровой активности выделено три района: район слабой ветровой деятельности (скорость ветра до 6 м/с площадью 6.66 млн.га ), район средней ветровой деятельности (скорость ветра 6-12 м/с) площадью 35.08 млн. га, район сильной ветровой деятельности (скорость ветра свыше 12 м/с) площадью 2.67 млн. га.

Ветровой эрозии и вредоносному влиянию ветров на растения подвержено 21.4 млн. га, или свыше 80% сельхозугодий. В орошаемой зоне из 3.7 млн. га эродировано в различной степени 2.8 млн. га, или 75%.

Большой урон народному хозяйству республики наносят селевые потоки. Защита земель от ветровой и водной эрозии является одной из актуальных проблем дальнейшего развития сельскохозяйственного производства, охраны и улучшения использования земель.

Кважнейшим организационно-хозяйственным мероприятиям относятся: строгое соблюдение всеми хозяйствами законодательства о рациональном использовании и охране почв, ведение севооборотов с различной степенью насыщенности многолетними и однолетними травами, соблюдение нормированного выпаса скота, запрет выпаса скота, ведение пастбищеоборотов (Махсудов, 1989).

Значительный ущерб сельскому хозяйству наносят водная и ирригационная эрозии почв (Таблица 4.6). Вместе со смытыми мелкоземистыми частицами выносятся органическая часть почвы, гумусовый горизонт укорачивается, а гумуса становится меньше. На сильносмытых почвах на поверхность могут выйти карбонатные конкреции, а если профиль каменистый, то и камни.

Все это снижает агрономическую ценность почв. Наиболее явственно эрозионные процессы проявляются в горах и на предгорных равнинах, отличающихся значительными уклонами склонов. Здесь в богарно-пастбищной зоне преобладает водная эрозия, а на орошаемых землях — ирригационная.

На слабоволнистых подгорных равнинах на богарно-пастбищных землях водная эрозия развита слабее благодаря меньшим уклонам местности. На поливных землях путем проведения капитальных планировок и других агротехнических приемов она сведена до минимума. В пределах пустынной зоны водная и ирригационная эрозии встречаются очагами в островных низкогорьях и на их подгорных равнинах. В пустыне доминирует ветровая эрозия (Рис. 4.4).

На слабоволнистых подгорных равнинах и равнинах пустынной зоны преобладают несмытые и слабосмытые почвы. В общем земельном фонде они занимают более 56%, а в орошаемом — 95%. На долю средне- и сильносмытых почв в общем земфонде приходится 12%, в орошаемом — около 5%.

Определенное влияние на ухудшение качественного состава почв оказывает скелетность (каменистость) (Таблица 4.7). При значительной скелетности затрудняется обработка почв, ухудшаются водно-физические свойства, заметно сокращается объем мелкоземистой массы. Светло-бурые лугово-степные почвы, коричневые почвы и темные сероземы в разной степени каменисты. В пределах горного региона почвообразование происходит на продуктах разрушения горных пород, которые

довольно часто выходят на дневную поверхность. В поясе типичных и светлых сероземов и в пустынной зоне, при общем нешироком распространении каменистости преобладают слабокаменистые почвы. Абсолютное большинство каменистых почв приходится на категорию целинных. С продвижением от гор к равнинам площади каменистых почв сокращаются. Каменистость земель является отрицательным фактором, ограничивающим механизированную обработку и снижающим объем плодородного слоя почвы. За последние годы в Наманганской, Ферганской, Навоийской и некоторых других областях были освоены каменистые адырные земли, что увеличило площади этой категории орошаемых земель до 150 тыс. га.

**Таблица 4.7. Площади каменистых земель (в пределах сельскохозяйственных угодий).**

Административная единица	Каменистые земли (в га)				
	всего	в том числе			
		слабо	средне	сильно	очень сильно
Республика Каракалпакстан	-	-	-	-	-
Андижанская обл.	26436	15789	6407	4240	-
Бухарская обл.	3367869	2538106	829452	312	-
Джизакская обл.	380361	129561	111670	122906	16724
Навоийнская обл.	-	-	-	-	-
Наманганская обл.	183712	68766	44967	69979	-
Самаркандская обл.	882422	426059	363623	92740	-
Сырдарьинская обл.	5296	5296	-	-	-
Сурхандарьинская обл.	487954	150245	149897	124324	63488
Ташкентская обл.	41508	10056	20818	9066	-
Ферганская обл.	34929	19336	12009	3584	-
Хорезмская обл.	-	-	-	-	-
Кашкадарьинская обл.	130561	27942	22244	73075	7300
Республика Узбекистан	5541548	3391156	1561087	500226	89080

Прочерк означает «отсутствуют».

Каменистые земли распространены в Булакбашинском и Андижанском районах Андижанской области, Шафирканском, Караулбазарском и Гиждуванском районах Бухарской области; Фаришском районе Джизакской области; Шахрисабзском, Мубарекском, Гузарском и Китабском районах Кашкадарьинской области; Кызылтепинском и Нуратинском районах Навоийской области; Янгикурганском, Чустском и Папском районах Наманганской области; Кошрабадском и Булунгурском районах Самаркандской области; Байсунском, Сариасийском и Кызырыкском районах Сурхандарьинской области; Бостанлыкском, Бекабадском, Куйичирчикском, Ташкентском, Юкоричирчикском и Ахангаранском районах Ташкентской области; Ферганском, Сохском, Риштанском, Узбекистанском и Кувинском районах Ферганской области; Хазараспском районе Хорезмской области.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН ПО КАЧЕСТВУ И ИХ КАДАСТРОВАЯ ОЦЕНКА**

Основным показателем качественной оценки земель, как известно, является её плодородие, которое выражается в баллах бонитета. Бонитировка - сравнительная

качественная оценка почвы, указывающая на уровень естественного плодородия земли, т.е. способность давать урожай при среднем уровне агротехники и земледелия. Бонитировка связана с урожайностью сельскохозяйственных культур и проводится с учетом свойств почв на основе “Методических указаний по проведению бонитировки орошаемых почв” (2005). При бонитировке учитываются основные свойства почвы и природные условия, в которых они формируются, типы и подтипы, давность орошения, окультуренность, почвообразующие породы, подстилающие породы, степень засоленности, гипсоносности и каменистости. Оценка проводится по закрытой стобальной шкале. Самым высоким баллом оцениваются лучшие почвы, обеспечивающие высокий урожай. С учетом природного плодородия почв, урожайности орошаемых земель и их потенциальной возможности использования в сельском хозяйстве, орошаемые земли республики по баллам бонитета разделены на 10 классов и объединены в 5 кадастровых зон (Рис. 4.5).

В первую кадастровую зону (I и II классы) включены вновь освоенные земли, с малоразвитыми почвами, с негативными свойствами и низкой плодородностью, с

**Таблица 4.5. Характеристика земельного фонда по механическому составу почв, тыс. га.**

Административные единицы	Тяжелосуглинистые и глинистые		Среднесуглинистые		Легкосуглинистые	
	Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый
Республика Каракалпакстан	1926.8	201.3	3453.3	262.5	3715.4	128.3
Андижанская	110.9	107.0	207.9	168.3	70.6	65.3
Бухарская	116.7	24.4	769.4	158.4	520.0	60.4
Джизакская	187.3	38.1	424.0	209.9	177.0	78.7
Кашкадарьинская	627.3	103.7	1432.7	287.7	274.5	137.7
Навоийская	87.9	18.8	1246.2	94.6	908.5	35.6
Наманганская	155.8	82.5	304.1	202.6	83.4	71.3
Самаркандская	186.8	80.8	610.4	346.1	246.5	94.0
Сурхандарьинская	523.4	124.4	210.8	163.4	92.0	57.5
Сырдарьинская	47.3	33.1	209.3	199.7	149.4	138.7
Ташкентская	667.3	211.1	691.8	252.5	10.2	10.2
Ферганская	52.6	52.6	216.8	208.0	145.9	145.9
Хорезмская	60.2	54.3	153.0	141.8	123.8	103.8
Итого	4750.0	1132.1	9929.7	2695.5	6517.2	1127.4
В % от общего земфонда	10.6	-	22.1	-	14.5	-
В % от орошаемого земфонда	-	20.5	-	48.8	-	20.4

ограниченной прибылью в земледелии, с недостаточным количеством питательных веществ для возделывания культур, земли с худшими условиями почв. Природные условия земель этой зоны определены как плохие и оценены баллами бонитета от 0 до 20 баллов. Эти земли в республике составляют 0.3% общей площади орошаемых сельскохозяйственных земель. Они состоят из небольших контуров, неудобных для механизированной обработки, и распространены в Джизакской, Бухарской, Навоийской, Наманганской, Сурхандарьинской, Ферганской и Хорезмской областях. Для использования этих земель необходимо проводить промывку солей и осушение, уменьшить их эрозию и просадку путем осуществления мер биологического воздействия.

Во вторую кадастровую зону (III и IV классы) включена большая часть новоорошаемых интенсивно осваиваемых и окультуриваемых земель. Свойства земель в достаточной степени устойчивые, все они пригодны для орошения ограниченного количества культур. Почвы засолены, подвержены ветровой эрозии, имеют качество ниже среднего и оценены баллами бонитета от 21 до 40 баллов. Нормативная урожайность хлопка составляет 1.2 ц/га, которая является

Супесчано-песчаные		Скелетно-мелкоземистые и грубоскелетные		Прочие земли		Итого	
Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый
3499.8	107.5	-	-	4063.8	-	16659.1	699.6
10.0	3.4	13.8	7.6	17.1	-	430.3	351.6
843.4	60.8	24.8	-	1758.0	-	4032.3	304.0
85.7	60.6	6143	-	632.7	-	2121.0	387.3
97.6	13.5	204.7	-	220.0	-	2856.8	542.6
1470.2	24.5	430.8	-	6955.5	-	11098.8	173.5
21.9	18.0	137.8	-	40.9	-	743.9	374.4
-	-	613.6	-	20.1	-	1677.4	520.9
89.3	39.8	964.3	40.5	130.1	-	2009.9	425.6
-	-	-	-	21.6	-	427.6	371.5
2.5	2.5	64.6	-	122.2	-	1558.6	476.3
84.6	84.6	161.8	41.5	14.3	-	676.0	532.6
105.3	62.5	-	-	162.9	-	605.2	362.4
6310.3	477.7	3230.3	89.6	14159.2	-	44896.9	5522.3
14.1	-	7.2	-	31.5	-	100.0	-
-	8.7	-	1.6	-	-	-	100.0

Прочерк означает «отсутствуют».

Таблица 4.6. Характеристика земельного фонда республики по смытости почв, тыс. га.

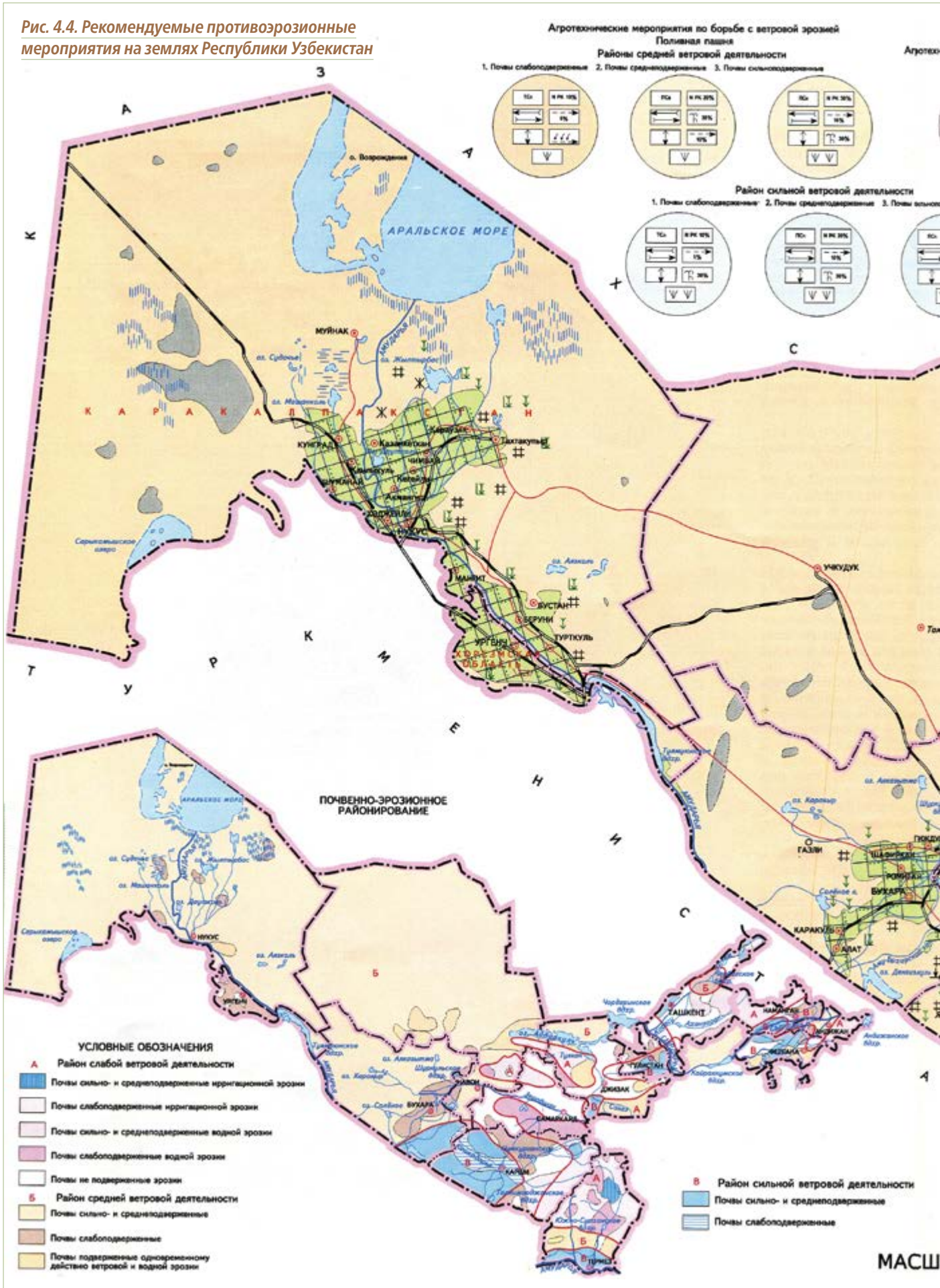
Административные единицы	Несмытые		Слабосмытые		Среднесмытые	
	Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый
Республика Каракалпакстан	2595.3	699.6	-	-	-	-
Андижанская	334.6	322.4	22.1	9.3	35.2	14.4
Бухарская	2209.1	304.0	2.6	-	50.2	-
Джизакская	457.5	340.7	341.9	41.8	295.8	4.8
Кашкадарьинская	1111.2	516.6	294.7	26.0	592.7	-
Навоийская	3608.0	163.6	25.3	9.9	270.8	-
Наманганская	396.7	352.7	68.2	21.7	161.3	-
Самаркандская	417.1	307.8	289.5	133.5	565.0	66.9
Сурхандарьинская	654.8	361.6	35.2	1.6	752.3	35.2
Сырдарьинская	606.0	371.5	-	-	-	-
Ташкентская	511.8	275.9	404.1	115.5	289.6	67.8
Ферганская	537.8	513.5	55.6	10.7	45.9	8.4
Хорезмская	442.3	362.4	-	-	-	-
Итого:	23682.2	4892.3	1539.2	370.0	3058.8	197.5
В % от общего земфонда	52.8	-	3.4	-	6.8	-
В % от орошаемого земфонда	-	88.6	-	6.7	-	3.6

Сильноосвоенные		Прочие земли		Итого	
Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый	Общий	Орошаемый
-	-	4063.8	-	16659.1	699.6
21.3	5.5	17.1	-	430.3	351.6
12.4	-	1758.0	-	4032.3	304.0
393.1	-	632.7	-	2121.0	387.3
638.2	-	220.0	-	2856.8	542.6
239.2	-	6955.5	-	11098.8	173.5
76.8	-	40.9	-	743.9	374.4
385.7	12.7	20.1	-	1677.4	520.9
437.5	27.2	130.1	-	2009.9	425.6
-	-	21.6	-	427.6	371.5
230.9	17.1	122.2	-	1558.6	476.3
22.4	-	14.3	-	676.0	532.6
-	-	162.9	-	605.2	362.4
2457.5	62.5	14159.2	-	44896.9	5522.3
5.5	-	31.5	-	100.0	-
-	1.1	-	-	-	100.0

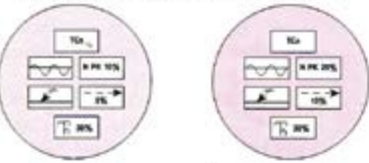
*Прочерк означает «отсутствуют».*



Рис. 4.4. Рекомендуемые противозерозийные мероприятия на землях Республики Узбекистан



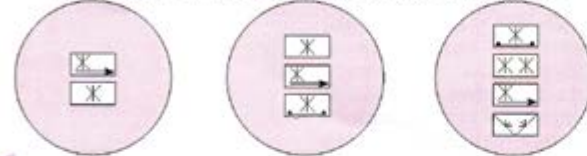
Агротехнические мероприятия по борьбе с ирригационной эрозией  
 1. Почвы слабоподверженные 2. Почвы среднеподверженные



Агротехнические мероприятия по борьбе с водной (ливневой) эрозией на богаре  
 1. Почвы слабоподверженные 2. Почвы среднеподверженные 3. Почвы сильноподверженные



Агротехнические мероприятия по борьбе с водной и ветровой эрозией на выгонах и пастбищах  
 1. Почвы слабоподверженные 2. Почвы среднеподверженные 3. Почвы сильноподверженные

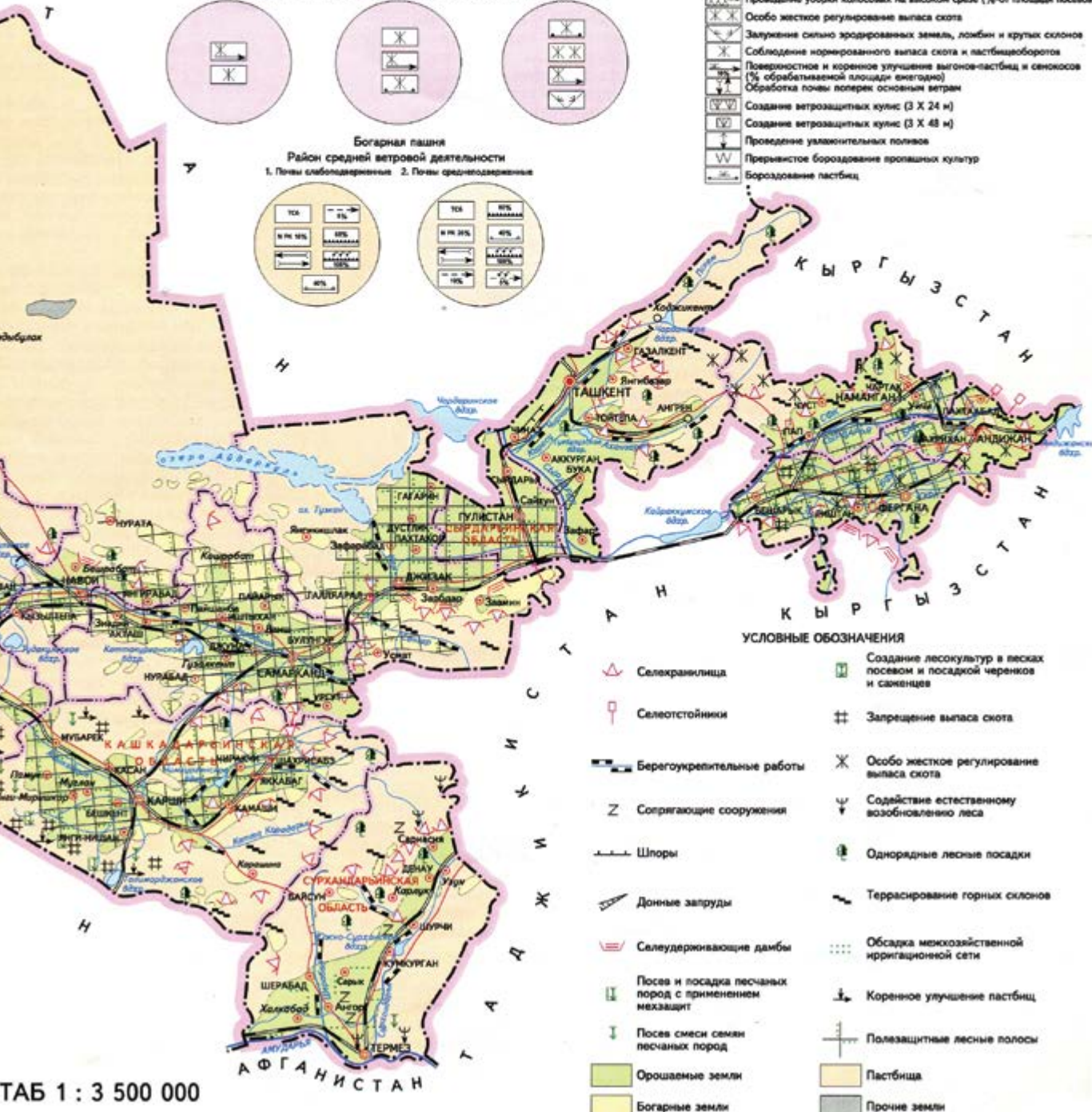


Богарная пашня  
 Район средней ветровой деятельности  
 1. Почвы слабоподверженные 2. Почвы среднеподверженные



# ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

- КС Введение севооборотов с большим удельным весом трав
- КС Применение севооборотов насыщенных многолетними травами
- КС Проведение вспашки и других видов работ поперек склона, а на сложных по рельефу-контуру
- КС Полив и обработка по наименьшему уклону
- КС Применение противоэрозионной техники полива
- КС Внесение повышенных норм минеральных и органических удобрений в предгорной и горной зоне (%-повышенной нормы)
- КС Бороздование озимых культур (%-от площади посева)
- КС Возделывание сидератов (%-от площади пашни)
- КС Высев повышенных норм семян (%-повышенных норм семян)
- КС Временные буферные полосы из бобово-злаковых трав (%- площади пашни)
- КС Проведение глубокого полосного рыхления на глубину 30-40 см (%-от площади пашни)
- КС Заделывание зяби одновременно со вспашкой (%-от площади пара)
- КС Бороздование зяби и пара
- КС Явственная обработка зяби и пара (%-от площади пара)
- КС Безотвальная вспашка на глубину 35-40 см (%-от площади пашни)
- КС Проведение уборки колосовых на высоком срезе (%-от площади посева)
- КС Особо жесткое регулирование выпаса скота
- КС Запущение сильно эродированных земель, ложбин и крутых склонов
- КС Соблюдение нормированного выпаса скота и пастбищеоборотов
- КС Поверхностное и корневое улучшение выгонов-пастбищ и сенокосов (% обрабатываемой площади ежегодно)
- КС Обработка почвы поперек основных ветров
- КС Создание ветрозащитных хули (3 X 24 м)
- КС Создание ветрозащитных хули (3 X 48 м)
- КС Проведение увлажнительных поливов
- КС Прерывистое бороздование пропашных культур
- КС Бороздование пастбищ



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- △ Селекранильница
- Селеотстойники
- ▬ Берегоукрепительные работы
- Z Сопрягающие сооружения
- Шторы
- ▲ Донные запруды
- ▬ Селеудерживающие дамбы
- ▬ Посев и посадка песчаных пород с применением мехзвезд
- ▬ Посев смеси семян песчаных пород
- ▬ Орошаемые земли
- ▬ Богарные земли
- ▬ Создание лесокультур в тяжелых посевах и посадкой черенков и саженцев
- ▬ Запрещение выпаса скота
- ✕ Особо жесткое регулирование выпаса скота
- ▽ Содействие естественному возобновлению леса
- ▬ Однорядные лесные посадки
- ▬ Террасирование горных склонов
- ▬ Обсадка межхозяйственной ирригационной сети
- ▬ Корневое улучшение пастбищ
- ▬ Полезащитные лесные полосы
- ▬ Пастбища
- ▬ Прочие земли

ТАБ 1 : 3 500 000

неустойчивой. Для повышения производительной способности этих земель необходимо проведение вертикальной планировки, промывки солей, осушения, уменьшения эрозии и просадок и других мероприятий совместно со специальными способами биологического воздействия на них. Площадь земель, входящих в эту зону, составляет 24.1% от общей площади орошаемых земель, и они расположены в Республике Каракалпакстан, Бухарской, Джизакской, Наманганской, Сырдарьинской, Сурхандарьинской, Ферганской и Кашкадарьинской областях. В третью кадастровую зону (V и VI классы) включены земли в достаточной степени окультуренные, ново- и частично староорошаемые, качество почв среднее и баллы бонитета составляют 41–60. Для современного земледелия в целях образования новых качеств почвы необходимо проведение мелиоративных мероприятий, т.е. осуществление промывки солей, агротехнических мероприятий против эрозии, а также соблюдение современной технологии использования земель. При неправильном использовании этих земель, наряду с прекращением процесса окультуривания, начнется деградация почв, снижение содержания гумуса и питательных элементов, наступление эрозии почв со снижением их плодородия. Эти почвы характеризуются малой подверженностью эрозии и вторичному засолению.

Средняя нормативная урожайность хлопка составляет 20 ц/га и из-за недостаточного ведения окультуривания почв она нестабильна. Площадь этих земель составляет 45.5% от общей площади орошаемых земель и располагаются они в основном в Республике Каракалпакстан, Джизакской, Сырдарьинской, Сурхандарьинской, Ташкентской и Кашкадарьинской областях.

В четвертую кадастровую зону (VII и VIII классы) включены окультуренные оазисные (старо-и новоорошаемые среднеокультуренные) земли с хорошим и высоким качествами, оцененные баллами бонитета 61-80. Земли орошаются и окультуриваются длительное время, свойства почв ощутимо улучшены, почвы плодородны, поля спланированы и удобны для механизированной обработки. Влияние факторов, снижающих плодородие и производительную способность почв, очень мало. Почвы пригодны для возделывания всех видов сельхозкультур при проведении своевременных агротехнических и мелиоративных мероприятий. Затраты на землю оправдывают себя, средняя нормативная урожайность хлопка 28 ц/га и по сравнению с землями низкого качества требуется меньше затрат. Площадь этих земель составляет 27.2 % от общей площади орошаемых земель, и значительные их части расположены в староорошаемой зоне Андижанской, Бухарской, Самаркандской, Ферганской, Хорезмской и Кашкадарьинской областей.

Пятая кадастровая зона занимает окружающие территории древних городов и населенных пунктов (оазисные земли). Они характеризуются свойственной им высокой и устойчивой урожайностью. Отрицательные факторы не влияют на качество земель. В эту зону входят земли IX и X классов с баллами бонитета 81 и выше. Нормативная урожайность хлопка выше 32 ц/га. Площадь их составляет 2.9% от общей площади орошаемых земель. Для сохранения экологической чистоты их необходимо использовать только для сельскохозяйственных целей.

## СХЕМА ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО РАЙОНИРОВАНИЯ УЗБЕКИСТАНА

Природно-сельскохозяйственное районирование земель рассматривается, прежде всего, как расстановка отдельных территорий по преобладающим аграрным признакам в увязке с геоморфологическими, климатическими, почвенными и другими природными ресурсными факторами в целях правильного размещения сельскохозяйственных культур и специализации сельскохозяйственного производства.

При природно-сельскохозяйственном районировании земель исходными данными являются результаты оценочных работ по почвенно-климатическому, геоморфологическому, мелиоративному и другим природным районированиям.

В основу критериев для оценки природно-сельскохозяйственных ресурсов республики положены следующие факторы: зональность специализации сельскохозяйственного производства; потенциальная интенсификация производственных процессов; технологические и биологические свойства возделываемых сельскохозяйственных культур.

Природно-сельскохозяйственное районирование земель предусматривает два уровня зонирования земель - это зоны и округа, которые, в свою очередь, делятся на подзоны и районы (Рис. 4.6).

Зональный уровень природно-сельскохозяйственного районирования земель предполагает дифференциацию сельскохозяйственных ресурсов по специализации сельскохозяйственного производства.

Исходя из природно-климатических особенностей территории республики, выделены три природно-климатические зоны - субтропическая пустынная, предгорно-полупустынная (равнинная) и горная (область), которые, в свою очередь, с учетом аграрного потенциала разделены на 9 подзон (Таблица 4.8).

**Таблица 4.8. Природно-климатические зоны и подзоны Узбекистана\*.**

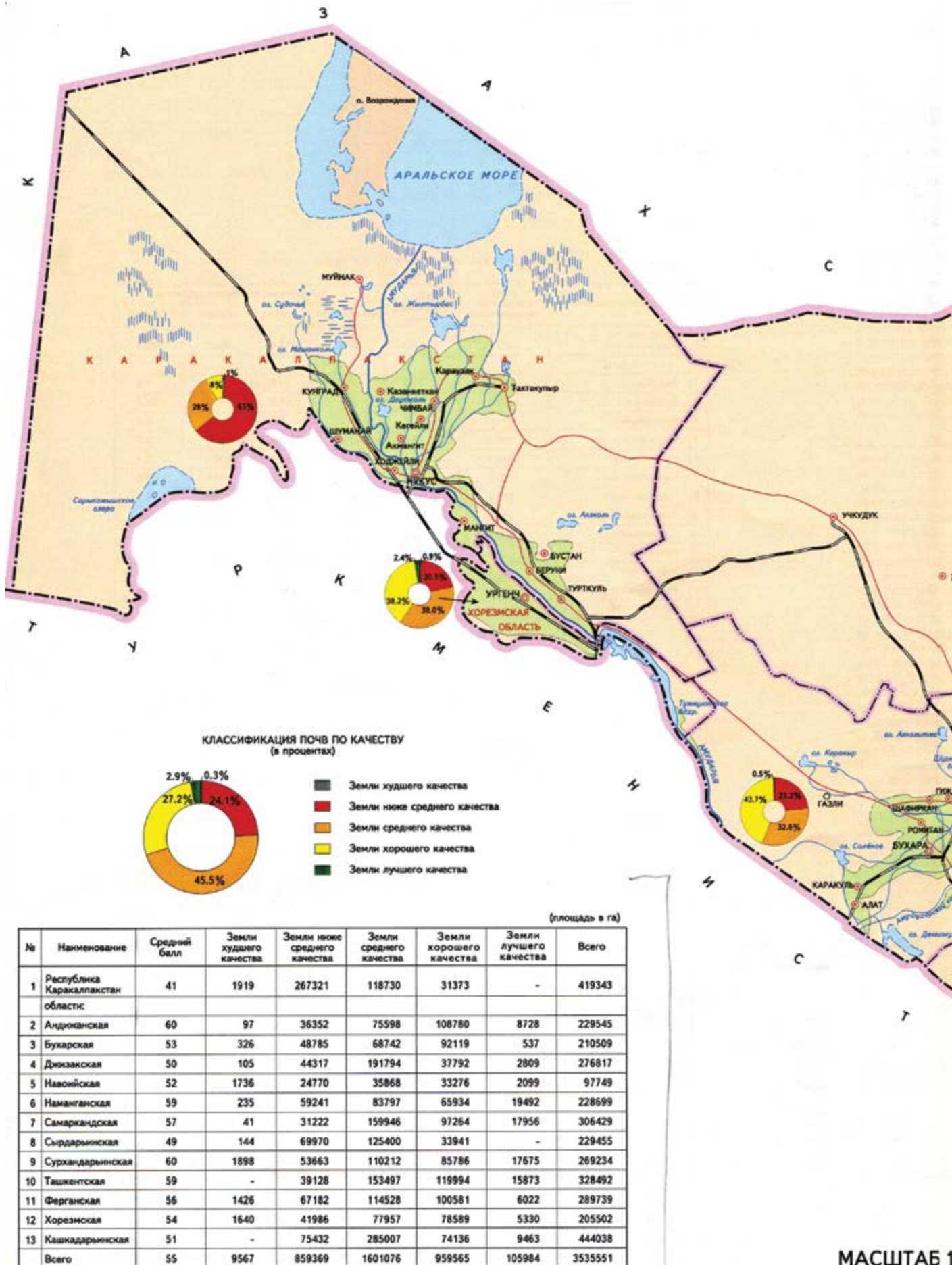
Зональная специализация производства	Природные зоны		
	Пустынная (I)	Предгорно- равнинная (II)	Горная (Ш)
Лесоразведение и животноводство (а)	I а	II а	III а
Богарное земледелие (б)	I б**	II б	III б
Орошаемое земледелие (в)	I в	II в	III в**

\*Пояснения даны в тексте.

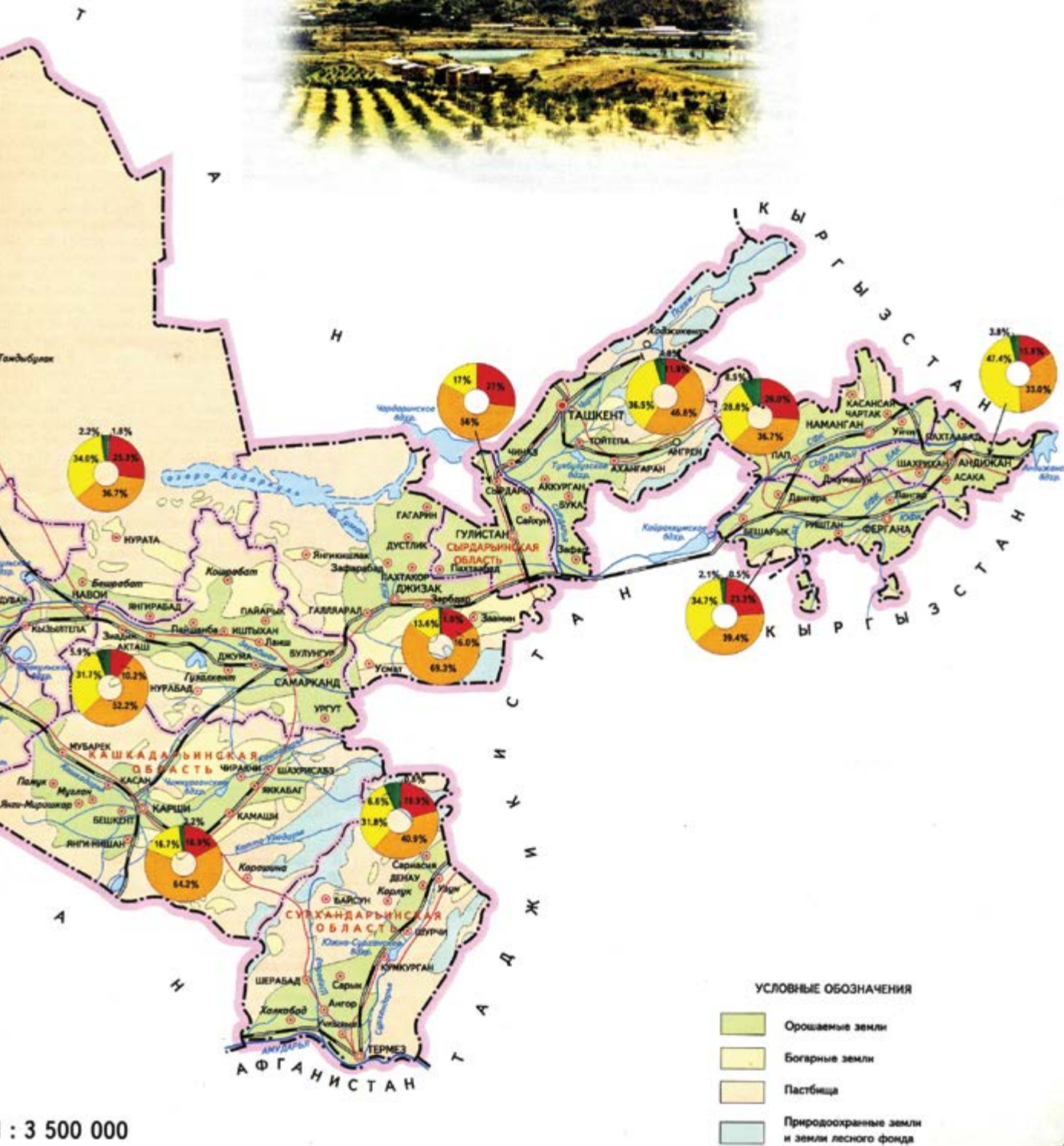
\*\*Подзоны в пределах Узбекистана отсутствуют, т.к. богарное земледелие в пустынной зоне и горной области не осуществляется.

Следует отметить, что из выделенных в классификационном ряду 9 природно-сельскохозяйственных подзон в практической оценке, исходя из агроресурсов, их будет только 7, так как пустынные территории не могут быть использованы по природно-климатическим условиям под богарное земледелие (подзона Iб), а горные территории – под орошаемое земледелие (подзона IIIв).

Рис. 4.5. Качественная и стоимостная оценка орошаемых земель Республики Узбекистан



## КАЧЕСТВЕННАЯ И СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ



Таким образом, в республике выделяются следующие природно-сельскохозяйственные зоны и подзоны:

#### I Пустынная зона

I а - подзона лесного хозяйства и пастбищного животноводства

I в - подзона орошаемого земледелия

#### II Предгорно-полупустынная (равнинная) зона

II а - подзона лесного хозяйства и пастбищного животноводства

II б - подзона богарного земледелия

II в - подзона орошаемого земледелия

#### III Горная зона (область)

III а - подзона лесного хозяйства и пастбищного животноводства

III б - подзона богарного земледелия

## **ПОДЗОНЫ (I А; II А; III А) ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВА**

К землям, пригодным для лесоразведения и развития животноводческой отрасли сельского хозяйства, относятся:

1. Территории, пригодные для лесоразведения и ограниченного использования под пастбища:

- а) склоны горных хребтов крутизной от 30 до 45 градусов;
- б) сильноосмытые части склонов горных хребтов.

Земли этих групп могут использоваться частично под летние пастбища и лесоразведение (противоэрозионное и защитное);

в) территории, густо расчлененные руслами горных рек, саев и временных водотоков, оврагами и промоинами с общим уклоном более 12 градусов; нуждающиеся в гидротехнических, лесомелиоративных и других дорогостоящих противоэрозионных мероприятиях. Земли этой группы выборочно могут быть использованы под весенне-осенние пастбища и лесоразведение.

2. Земли, пригодные только под пастбища:

а) земли пологих склонов водоразделов, высокогорных равнин и впадин;

б) нижние части склонов горных хребтов с уклоном от 30 до 45 градусов.

Климатические и рельефные условия позволяют использовать эти земли под другие виды угодий, кроме летних пастбищ и лесоразведения;

в) низкогорья и подгорные покатые равнины пояса светлых сероземов каменистых, маломощных, с расчлененным рельефом. Для земледелия не пригодны. Земли этой группы могут быть использованы как весенне-летне-осенние пастбища;

г) равнинные пространства с сероземными, сероземно-луговыми и лугово-сероземными почвами, сильно засоленные и солончаковые, пески различных форм и степени закрепленности. Используются под круглогодичные отгонные пастбища и лесоукрепительное лесоразведение.

Подзоны (II б, III б) богарного земледелия

## ПОДЗОНЫ (II Б, IIIБ) БОГАРНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

1. Земли пастбищные, после улучшения могут быть пригодны под многолетние насаждения:

а) нижние части горных склонов с уклоном 12-13 градусов, эрозионноопасные, среднесмытые. Земли этой группы, кроме летних пастбищ, могут ограниченно использоваться под богарное садоводство, после инженерной подготовки территории (террасы, планировка);

б) земли покатых склонов с уклоном 8-12 градусов, эрозионноопасные, слабо и среднесмытые. Земли этой группы, кроме поздне-весенних и ранне-весенних пастбищ, после проведения противоэрозионных мероприятий могут использоваться под богарное садоводство и виноградарство;

в) холмисто-увалистые предгорья и пологие склоны, умеренно расчлененные ложбинами и саями, слабосмытые и некаменистые.

2. Земли, пригодные под весенне-осенние пастбища, после несложных агротехнических и противоэрозионных мероприятий могут быть использованы под богарную пашню:

а) холмисто-увалистые возвышенности (адыры), умеренно расчлененные ложбинами и саями с уклоном 8-12 градусов, слабосмытые и некаменистые. Земли пригодны под весенне-осенние пастбища. После комплекса агротехнических и противоэрозионных мероприятий могут ограниченно использоваться под богарную пашню;

б) пологие склоны, слабо расчлененные потоками, с уклоном 5-8 градусов, несмытые и слабосмытые некаменистые. Земли пригодны под весенне-осенние пастбища. После несложных агротехнических и противоэрозионных мероприятий могут быть использованы под богарную пашню;

в) покатые и плоские равнины с пологим рельефом пояса светлых сероземов. Представлены, в основном, светлыми сероземами с различным механическим составом. В настоящее время используются как круглогодичные пастбища. Под богарное земледелие не используются, в связи с необеспеченностью атмосферными осадками. После проведения комплекса мелиоративных работ могут быть использованы под возделывание хлопчатника и других поливных сельскохозяйственных культур.

3. Земли, пригодные под богарную пашню:

а) покатые склоны подгорных и верхних частей предгорных равнин с расчлененным рельефом, представленные лёссовидными и мелкоземистыми отложениями с выходами горных пород. Пояс коричневых почв и темных сероземов;

б) средняя часть предгорных равнин, сложенная мощной толщей лёссов. Высота



Рис. 4.6. Схема природно-сельскохозяйственного районирования Республики Узбекистан

**КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНОВ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РАЗРЕЗЕ ОКРУГОВ**

Округ	Высота над уровнем моря (в м)	Территориальная зона	Период с температурой выше 10° С		Продолжительность вегетационного периода (в днях)	Продолжительность безморозного периода (в днях)	Сумма температур выше 10° С		Средняя дата начала распускания коровячника клонов	Количество дней со средним количеством осадков до заморозков
			начало периода	конец периода			активных	эффективных		
<b>Пояс В - теплый</b>										
Носенгадударьинский	60-110	умеренно-жаркая	6-III.VI 1-3.IV	15-18.X 20-24.X	186-204	182-207	3750-4450	1865-2432	2.IX 21-31.VIII	II-61
<b>Субтропическая пустынная зона</b>										
Южно-Кашгарский	196-340	знойная	21-23.III 21-23.III	23.X-2.XI 24-28.X	200-213	203-218	4590-5230	2415-2980	5.VIII-21.VIII	58-82
Центрально-Ферганский	400-600	жаркая	21-23.III	24-28.X	212-216	208-218	4750-4890	2630-2840	18-27.VIII	60-85
Южно-Сурхандарьинский	310-440	знойная	8-14.III	12-22.XI	242-256	236-272	5250-5990	2833-3413	6-9.VIII	89-92
<b>12-Субтропическая предгорно-полупустынная зона</b>										
Черны-Ангорский	280-660	умеренно-жаркая	27-31.III	31.X	196-219	196-219	4100-4415	2030-2260	3-25.IX	30-55
Джизак-Голдностетский	250-400	жаркая и умеренно жаркая	22-31.III	23.X-1.XI	207-223	193-220	4260-4810	2135-2555	18.VIII-5.IX	40-70
Ферганский	600-900	жаркая и умеренно жаркая	22-31.III	20.X-4.XI	202-217	208-227	4000-4760	1970-2640	18.VIII-23.IX	35-74
Зарафшанский	400-800	умеренно-жаркая	28-31.III	23-28.X	208-212	207-216	4160-4410	2140-2300	30.VIII-3.IX	40-54
Каршинский	300-700	знойная и жаркая	21.II-18.III	3-12.XI	226-239	213-233	4780-5270	2520-2802	10-23.VIII	68-82
Сурхандарьинский	310-800	знойная	8-14.III	12-22.XI	242-256	236-272	5130-5990	2630-3413	6-18.VIII	82-82



**ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ**

В-теплый субтропический пояс															
11 - Субтропическая пустынная зона								12 - Субтропическая предгорно-пустынная зона							
11-1-Среднеазиатская субтропическая пустынная провинция								12-9-Среднеазиатская субтропическая предгорно-полупустынная провинция							
9-1-1 Успенский	9-2 Южно-Успенский	9-2 Навие - Мушкетерский	9-4 Кашгарский	9-8 Южно-Кашгарский	9-8 Южно-Сурхандарьинский	9-7 Центрально-Ферганский	9-8 Ферганский	9-8 Джизак-Голдностетский	9-10 Черны-Ангорский	9-11 Зарафшанский	9-12 Ферганский	9-12 Каршинский	9-14 Сурхандарьинский	9-11 Читалинский	
<b>Районы хлопководства</b>															
1. Хорезмский 2. Кунград-Чембайский 3. Ферганский 4. Туркестанский №-3-1 №-3-2 №-3-3			1. Наманганский 2. Бухарский 3. Каракалпакский 4. Мубаракский №-3-1 №-3-2 №-3-3 №-3-4	1. Шахридад-Сурхандарьинский №-8-1	1. Бей-Язганский 2. Кизилдере №-7-1 №-7-2			1. Сурхандарьинский 2. Гулистанский 3. Центральноташкентский 4. Южно-Голдностетский №-9-1 №-9-2 №-9-3 №-9-4	1. Ташкентский 2. Янгиюльский 3. Ковалевский 4. Южно-Ангорский №-10-1 №-10-2 №-10-3 №-10-4	1. Самарканд-Вулканический 2. Алтынский 3. Демашевский 4. Южно-Успенский №-11-1 №-11-2 №-11-3	1. Чирчик-Чирчикий 2. Айбур-Айбурский 3. Ангорский 4. Южно-Успенский 5. Солтанный 6. Ферганский-Красноярский №-12-1 №-12-2 №-12-3 №-12-4 №-12-5 №-12-6 №-12-7	1. Каршин-Гузарский 2. Чирчик-Шамановский №-13-1 №-13-2	1. Бей-Язган-Сурхандарьинский 2. Чирчик-Сурхандарьинский №-14-1 №-14-2		
<b>Районы богарного земледелия</b>															
							1. Нуратский 2. Ферганский №-8-1 №-8-2	1. Зарафшанский №-9-1	1. Паркент-Алтынский №-10-1	1. Каттааг-Дарыбадский 2. Голдностетский 3. Южно-Успенский 4. Бей-Язган-Сурхандарьинский №-11-1 №-11-2 №-11-3 №-11-4		1. Ферганский 2. Кизилдере-Каршинский №-13-1	1. Байсар-Бейсарский 2. Кизилдере-Сурхандарьинский №-14-1 №-14-2		
<b>Районы леонного хозяйства</b>															
															1. Успенский 2. Зарафшанский 3. Южно-Успенский 4. Ферганский 5. Южно-Кашгарский №-15-1 №-15-2 №-15-3 №-15-4 №-15-5
<b>Пастбищные районы</b>															
Пустынные								Предгорные							
1. Успенский-Примарский 2. Барсханский №-1-1 №-1-2	1. Успенский-Самаркандский 2. Асхаб-Ауданский №-2-1 №-2-2	1. Соркентский 2. Ангорский 3. Прямачинский 4. Бейсарский 5. Прямачинский 6. Сурхандарьинский №-3-1 №-3-2 №-3-3 №-3-4 №-3-5 №-3-6	1. Ферганский-Кашгарский 2. Ферганский-Центрально-Ферганский 3. Ферганский-Центрально-Ферганский 4. Ферганский-Центрально-Ферганский №-4-1 №-4-2 №-4-3	1. Жаркент-Дарыбадский 2. Газийский 3. Наманганский №-5-1 №-5-2 №-5-3	1. Мушкетерский 2. Каракалпакский №-6-1		1. Ангорский 2. Нуратский 3. Ферганский 4. Нуратский №-8-1 №-8-2 №-8-3 №-8-4		1. Зарафшанский №-9-1	1. Чирчикский 2. Чирчикский №-12-1 №-12-2	1. Джизак-Голдностетский №-13-1	1. Кашгарский-Кашгарский 2. Бейсарский 3. Бейсарский №-14-1 №-14-2 №-14-3	1. Ферганский 2. Чирчикский 3. Ангорский №-15-1 №-15-2 №-15-3 №-15-4		

## СХЕМА ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО РАЙОНИРОВАНИЯ



Южно-Тянь-Шанская горная область		
1-16 Западно-Туркестанский	1-17 Зеравшанский	1-18 Гиссарский



1. Гуравский 1-16-1	1. Авантюрный 1-17-1	1. Тупляк-Ситтадинский 2. Халитский 3. Ансу-Тасовдаринский 4. Бабатаевский 1-18-1 1-18-2 1-18-3 1-18-4
------------------------	-------------------------	---

Высокогорные	
	1. Байрамгуловский 1-18-1

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОКРУГОВ

Округ	Средняя годовая температура, С	Континентальность климата (К)	Средне-годовое количество осадков, мм	Показатель увлажнения (Ку)	Относительная влажность климата в баллах (Вк)
<b>Подпояс В3 - умеренный полупустынно-пустынный</b>					
<b>5 - Пустынная зона</b>					
Устьютский	9	250	79	0,11	12
<b>Подпояс В - теплый субтропический</b>					
<b>11 - Субравнинная пустынная зона</b>					
Южно-Устьютский	11,8	228	80	0,07	12
Новоавандаринский	11-12,1	243	79-97	0,07	9
Кызылкумский	11,5	243	94-138	0,07	11
Южно-Кызылкумский	15,1	229	125	0,07	10
Центрально-Ферганский	13,1	250	100-120	0,08	10
Южно-Сурхандаринский	17,4-18	232	133-154	0,07-0,08	13
<b>12 - Субтропическая предгорно-полупустынная зона</b>					
Фархи-Нуратинский	13,4	217	206	0,11	19
Джизак-Голодностелский	13,3	213	245	0,16	28
Черны-Ангренский	13,3	204	259	0,16	28
Зеравшанский	13	212-228	282-328	0,16	28
Ферганский	13,1-13,4	218	188-226	0,16	18
Каршинский	16,1	218	295-545	0,13	30
Сурхандаринский	14,5-15,6	214	443-360	0,13	30

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНОВ БОГАРОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Округ	Высота над уровнем моря (х м)	Зона увлажнения (естественная)	Годовая сумма атмосферных осадков, (х мм)	Благоприятность лет по естественному увлажнению	Количество дней сохранения снежного покрова	Средняя из максимальная высота снежного покрова (х см)	Коэффициент использования термического ресурса
Фархи-Нуратинский	250-270	сухая	285-300	40-55	97-99	10	0,54
Джизак-Голодностелский	350-950	сухая засушливая	280-500	50-90	75-140	8-20	0,7-0,92
Черны-Ангренский	300-1400	сухая засушливая	300	60-100	94-136	8-40	1,01-1,34
Зеравшанский	500-1200	сухая засушливая	284-485	50-100	77-113	7-10	0,83-1,22
Каршинский	350-1600	сухая засушливая	190-600	40-100	70-210	2-10	0,67-1,02
Сурхандаринский	500-1800	сухая засушливая	280-420	40-90	50-98	5-8	0,5-0,96

над уровнем моря от 450 до 750 метров, сумма атмосферных осадков составляет 300-400 мм в год. Пояс типичных сероземов по механическому составу представлен среднесуглинистыми и реже легкосуглинистыми почвами, с широко развитым богарным земледелием, полуобеспеченным атмосферными осадками;

в) территории нижних частей предгорных равнин. Высота над уровнем моря 450 метров с атмосферными осадками до 300 мм в год. Пояс светлых сероземов, по сравнению с другими богарными почвами, является наиболее легким по механическому составу. Земли пригодны под богарную необеспеченную осадками пашню.

## **ПОДЗОНЫ (I В; II В) ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

а) участки орошаемых земель с низкой производительной способностью почв, пригодны под орошаемую пашню несистематического возделывания и ограниченных культур. Имеют очень большие ограничения в использовании почв. Кроме ограничения под пропашные и плодовые многолетние районированные насаждения, могут использоваться под пастбища и лесопосадки. Ограничение использования определено почвенными факторами, выраженными в высшей степени: засоление, каменистость, гипсоносность, эрозия;

б) земли, пригодные под орошаемую пашню с производительной способностью ниже средней. Имеют большие ограничения в использовании. Ограничение использования определено почвенными факторами, выраженными в сильной степени. Почвы требуют сложных мелиоративных мероприятий по окультуриванию. Пригодны под пастбища и лесопосадки с незначительными ограничениями;

в) земли, пригодны под пашню со средней производительной способностью. Орошаемые земли, имеющие умеренные ограничения при их использовании. Почвы требуют умеренно простых методов по сохранению плодородия. Земли могут быть использованы для возделывания большинства пропашных сельхозкультур, многолетних насаждений с незначительными ограничениями;

г) земли с высокой производительной способностью пригодны под орошаемую пашню. Высоко окультуренные земли практически не имеют ограничений при использовании. Земли пригодны для использования под все пропашные культуры, многолетние насаждения, культурные орошаемые пастбища и другие угодья. Зонирование территории республики по округам

## **ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ПО ОКРУГАМ**

В зависимости от геоморфологических и почвенно-климатических условий, потенциальной зональной специализации сельскохозяйственного производства на территории Узбекистана выделено 18 почвенно-климатических округов, которые, как правило, совмещаются с бассейнами рек. В пустынной и предгорно-равнинной зонах выделено по 7 округов и в горной зоне (провинции) выделено 4 округа.

В каждом округе с учетом комплекса природно-экологических условий (структуры почвенного покрова, особенностей мезо- и микроклимата, почвообразующих пород, гидрогеологических условий), исторически сложившихся отраслей, определяемых особенностями природных условий, выделены природно-сельскохозяйственные районы (Таблица 4.9). Это позволило в пределах субтропической пустынной зоны выделить 10 районов орошаемого земледелия и 14 районов пастбищного животноводства; в субтропической предгорно-равнинной зоне - 18 районов орошаемого земледелия, 10 районов богарного земледелия и 10 районов пастбищного животноводства; в горной области - 15 районов лесного хозяйства и высокогорных пастбищ.

**Пустынная зона** с серо-бурыми почвами, песками и солончаками. Эта зона не обеспечена влагой и выше среднего обеспечена теплом. В пределах этой зоны на территории республики выделяется 7 округов.

### I-1 Устюртский округ

Основными отраслями сельского хозяйства является каракулеводство, мясо-шерстное овцеводство, верблюдоводство.

В округе выделены следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Пастбищные районы (подзона Ia-1): Ia-1-1 - Устюрт-Приаральский район каракулеводства расположен в северной части округа; по условиям рельефа пригоден для орошения с механической подачей воды; не обеспечен термическими ресурсами для произрастания хлопчатника; Ia-1-2 - Барсакельмесский район (бедные пастбища) расположен в южной части округа; освоение этого района, за исключением небольшой части Устюрта, сопряжено с большими трудностями, в связи с бессточностью впадины с большими аккумуляциями солей.

### I-2 Южно-Устюртский округ

Данный округ занимает южную часть плато Устюрт в пределах Узбекистана. Сумма активных температур здесь на 1000 градусов выше, чем в северном округе. В округе выделены следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Пастбищные районы (подзона Ia-2): Ia-2-1 - Устюрт-Присарыкамьшский; пустынные отгонные пастбища каракулеводства; по условиям рельефа мало пригоден для орошения; Ia-2-2 - Ассаке-Ауданский; расположен в центральной части округа, примыкая к Ассаке-Ауданской котловине; в перспективе пригоден для орошаемого земледелия.

### I-3 Нижнеамударьинский округ

Расположен на крайнем северо-западе Узбекистана в дельте и в нижнем течении реки Амударьи. В зависимости от использования почв в сельском хозяйстве в округе выделены следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Пастбищные районы (подзона Ia-3): Ia-3-1 - Современно-дельтовый; занимает приаральскую часть современной дельты Амударьи; в перспективе пригоден к освоению под рис; Ia-3-2 - Акчадарьинский район занимает равнину

Акчадарьи и Джанадарьи; в перспективе пригоден для орошаемого земледелия; обеспечен термическими ресурсами; Ia-3-3 – Приакчадарьинский; занимает древнеаллювиальную дельту Акчадарьи; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов; Ia-3-4 - Таш-Кудукской (Каракалпакские Кызылкумы); почвы района могут использоваться как пастбища; не пригоден к освоению под орошение; Ia-3-5 – Приморский район занимает крайнюю северную часть Каракалпакских Кызылкумов; в перспективе может быть освоен под орошаемое земледелие; Ia-3-6 - Султануздаг-Бельтауский; представлен останцовыми плато и низкогорьями; почвы должны использоваться под пастбища.

Районы орошаемого земледелия (подзона Ib-3): Ib-3-1 - Хорезмский район занимает аллювиально-дельтовую равнину Амударьи; развито хлопководство, рисосеяние, бахчеводство, мясо-молочное скотоводство и овцеводство; Ib-3-2 - Кунград-Чимбайский район расположен на аллювиально-дельтовой равнине Амударьи; наряду с возделыванием скороспелых сортов хлопчатника, здесь развито каракулеводство, рисосеяние, мясо-шерстное овцеводство, шелководство, бахчеводство; Ib-3-3 - Беруни-Турткульский район занимает аллювиально-дельтовую равнину Амударьи; наряду с хлопководством, здесь развито рисосеяние, шелководство, бахчеводство, овцеводство, верблюдоводство, каракулеводство.

#### I-4 Кызылкумский округ

Занимает собственно Центральные Кызылкумы. В округе выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Пастбищные районы (подзона Ia-4): Ia-4-1 - Равнинно-Центрально-Кызылкумский район не пригоден для освоения; Ia-4-2 - Низкогорно-Центрально-Кызылкумский район занимает расчлененные горные хребты и плоские возвышенности Центральных Кызылкумов (Айтымтау, Тамдытау, Ауиинзатау, Кульджуктау и Арстантау); не пригоден под орошаемое земледелие; Ia-4-3 - Подгорно-Равнинно-Центрально-Кызылкумский район занимает равнины низкогорий Центральных Кызылкумов; по обеспеченности термическими ресурсами пригоден для выращивания тонковолокнистых сортов хлопчатника.

#### I-5 Южно-Кызылкумский округ

По климатическим условиям это один из наиболее жарких, высоко обеспеченных термическими ресурсами округов. В округе развито орошаемое земледелие и животноводство, в связи с чем здесь выделяются орошаемые и пастбищные районы. В округе выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Пастбищные районы (подзона Ia-5): Ia-5-1 - Дясаркак-Девханинский район занимает останцовые плато и песчаные равнины; для земледелия почвы района не пригодны; Ia-5-2 – Газлийский; почвы могут быть освоены под орошаемое земледелие; обеспечен термическими ресурсами для тонковолокнистых сортов хлопчатника; Ia-5-3 - Нижнезеравшанский район каракулеводства занимает нижнюю часть долины р. Зеравшан, примыкающую к Амударье; к освоению не пригоден.

Районы орошаемого земледелия (подзона Ів-5): Ів-5-1 - Бухарский район расположен в Бухарской дельте р. Зеравшан; по термическим ресурсам могут возделываться тонковолокнистые сорта хлопчатника; Ів-5-2 - Каракульский район занимает древнюю Каракульскую дельту р. Зеравшан; обеспечен термическими ресурсами для произрастания тонковолокнистых сортов хлопчатника; Ів-5-3 - Навои-Маликчульский район занимает подгорные пролювиальные равнины и плато; тепловые ресурсы позволяют возделывать среднеспелые сорта хлопчатника; Ів-5-4 - Мубарекский район нового освоения расположен на равнине р. Кашкадарьи; обеспечен термическими ресурсами для возделывания тонковолокнистых сортов хлопчатника.

#### І-6 Южно-Сурхандарьинский округ

Расположен в крайней южной части Узбекистана, занимая конус выноса р. Шерабад, верхнюю террасу Сурхандарьи и часть верхней террасы Амударьи. В округе развито хлопководство, овцеводство, шелководство, молочное скотоводство. В округе выделяются районы хлопководства и пастбищ.

Пастбищные районы (подзона Іа-6): Іа-6-1 - Музрабад-Хаудаг-Караханский район занимает низкие горы и предгорья; большей частью не пригоден для орошения.

Районы орошаемого земледелия (подзона Ів-6): Ів-6-1 - Шерабад-Сурханский район наиболее обеспечен термическими ресурсами для возделывания тонковолокнистых сортов хлопчатника.

#### І-7 Центрально-Ферганский округ

Занимает обширную центральную равнинную часть Ферганской котловины. Здесь развито орошаемое земледелие и пастбищное животноводство.

Районы орошаемого земледелия (подзона Ів-7): Ів-7-1 - Боз-Язъяванский район нового освоения; обеспечен термическими ресурсами для возделывания среднеспелых сортов хлопчатника; Ів-7-2 - Кокандский район; обеспечен термическими ресурсами для возделывания среднеспелых сортов хлопчатника.

**Предгорно-равнинная зона.** В пределах зоны выделены следующие природно-сельскохозяйственные округа:

#### ІІ-8 Фариш-Нуратинский округ

Этот округ занимает Нуратинскую долину, склоны гор Нуратау и Актау. Здесь развито лишь богарное земледелие и пастбищное животноводство. Здесь выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Пастбищные районы (подзона Іа-8): Іа-8-1 - Актауский район занимает предгорья и горный хребет Актау; Іа-8-2 – Нуратинский; в перспективе почвы района могут быть освоены под орошаемое земледелие; обеспечен термическими ресурсами; Іа-8-3 - Янгикишлакский район представляет собой бедные пастбища, перспективные под орошаемое земледелие; Іа-8-4 - Нуратинский район

**Таблица 4.9. Климатическая характеристика природно-сельскохозяйственных округов, расположенных в разных природно-климатических зонах.**

Округ	Высота над уровнем моря (в м)	Термическая зона	Период с температурой выше 10 °С	
			Начало периода	Конец периода
<b>Умеренная пустынная зона</b>				
Нижнеамударьинский	60-110	умеренно-жаркая	6-11.IV 1-5.IV	15-18.X 20-24.X
<b>Субтропическая пустынная зона</b>				
Южно-Кызылкумский	195-340	знойная	21-25.III	23.X-2.XI
Центрально-Ферганский	400-600	жаркая	21-25.III	24.X-28.XI
Южно-Сурхандарьинский	310-440	знойная	8-14.III	12-22.XI
<b>Субтропическая предгорно-подгорная полупустынная зона</b>				
Чирчик-Ангренский	280-860	умеренно-жаркая	27-31.III	31.X
Джизак-Голодностепский	250-400	жаркая и умеренно-жаркая	22-31.III	23.X-1.XI
Ферганский	600-900	жаркая и умеренно-жаркая	22-31.III	20.X-4.XI
Зерафшанский	400-800	умеренно-жаркая	28-31.III	23-28.X
Каршинский	300-700	знойная и жаркая	21-18.III	3-12.XI
Сурхандарьинский	310-800	знойная	8-14.III	12-22.XI

Продолжительность вегетационного периода (в днях)	Продолжительность безморозного периода (в днях)	Сумма температур выше 100 С		Средняя дата начала раскрытия коробочек хлопка	Количество дней от начала созревания хлопка до заморозков
		Активных	Эффектив-ных		
<b>Умеренная пустынная зона</b>					
186-204	182-207	3750-4450	1865-2432	2.IX 21-31.VIII	11-61
<b>Субтропическая пустынная зона</b>					
200-213	200-213	4590-5230	2415-2980	5.VIII-21.VIII	58-82
212-216	205-218	4750-4890	2630-2840	18-27.VIII	60-65
242-256	236-272	5250-5990	2833-3413	6-9.VIII	89-92
<b>Субтропическая предгорно-подгорная полупустынная зона</b>					
196-219	196-219	4100-4415	2030-2260	3-25.IX	30-55
207-223	193-220	4260-4610	2125-2555	18.VIII-5.IX	40-70
202-217	208-227	4000-4760	1970-2640	18.VIII-23.IX	35-74
208-212	207-216	4160-4410	2140-2300	30.VIII-3.IX	40-54
226-239	213-233	4780-5270	2520-2802	10-23.VIII	68-92
242-256	236-272	5130-5990	2630-3413	6-18.VIII	82-92



занимает предгорья и склоны Нуратинского хребта; возделываются виноград и орехоплодные.

Районы богарного земледелия (подзона Пб-8): Пб-8-1 - Нуратинский район; при изыскании водных источников почвы района пригодны для орошения; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника; Пб-8-2 - Фариш-Дзюшский; малопродуктивный богарный район, характеризуется как полуобеспеченный осадками; частично используется под пастбища; для орошения не пригоден.

## II-9 Джизак-Голодностепский округ

Занимает подгорную равнину северных склонов Туркестанского хребта. Основные отрасли - хлопководство, шелководство, овцеводство, мясо-молочное скотоводство и зерноводство.

Районы богарного земледелия (подзона Пб-9): Пб-9 1 - Уал-Зааминский район; полуобеспеченная осадками богара.

Районы орошаемого земледелия (подзона Пв-9): Пв-9-1 – Сырдарьинский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания скороспелых и среднеспелых сортов хлопчатника; Пв-9-2 - Гулистанский район обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника; Пв-9-3 - Центрально-Голодностепский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника.

## II-10 Чирчик-Ангренский округ

Расположен в бассейнах рек Чирчика, Ангрена и Геджигена. Занимая в субтропической предгорно-полупустынной зоне крайнее северное положение, округ характеризуется наиболее холодным климатом в системе вертикальной зональности. Наряду с хлопководством, здесь развито лубководство, шелководство, богарное земледелие, садоводство, виноградарство, овощеводство, мясо-шерстное и молочно-мясное скотоводство, птицеводство. В округе выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Районы богарного земледелия (подзона Пб-10): Пб-10-1 - Паркент-Алмалыкский; полуобеспеченная и обеспеченная осадками богара.

Районы орошаемого земледелия (подзона Пв-10): Пв-10-1 - Ташкентский пригородный район овощеводства, плодоводства и виноградарства; Пв-10-2 - Янгиюльский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника; Пв-10-3 - Кокарал-Пскентский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника; Пв-10-4 - Чирчик-Ангренский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания скороспелых и среднеспелых сортов хлопчатника.

## II-11 Зеравшанский округ

Этот округ расположен в бассейне р. Зеравшан. Здесь развито хлопководство, шелководство, зерноводство, садоводство, овоще- и бахчеводство, табаководство, мясо-молочное скотоводство, свиноводство, птицеводство. В округе выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Пастбищный район (подзона Па-11): Па-11-1 - Зирабулакский район; пригодных для земледелия участков очень мало.

Район богарного земледелия (подзона Пб-11): Пб-11-1 - Каттакурган-Джамский район; полуобеспеченная осадками богара; Пб-11-2 – Галляаральский район; полуобеспеченная осадками богара; Пб-11-3 - Южно-Нуратинский; довольно бедные пастбища; обеспеченный осадками богарный район; Пб-11-4 - Верхне-Санзарский; спокойный рельеф наряду с обеспеченностью атмосферными осадками обусловили развитие богарного земледелия.

Районы орошаемого земледелия (подзона Пв-11): Пв-11-1 - Самарканд-Булунгурский район; развито овощеводство и плодоводство; обеспечен термическими ресурсами для произрастания скороспелых сортов хлопчатника; Пв-11-2 – Акташский; занимает третью террасу р. Зеравшан; Пв-11-3 - Джамбай-Иштыханский; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника.

## II-12 Ферганский округ

Занимает подгорные равнины и предгорья в одноименной межгорной впадине. Замкнутое положение Ферганской долины обусловили особенно благоприятные климатические условия округа. Районы, расположенные в западной части Ферганской долины, наиболее ветробойные районы республики. Здесь развито богарное земледелие, а также пастбищное животноводство. В Ферганском округе выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Пастбищные районы (подзона Па-12): Па-12-1 – Чадакский; бедные пастбища, местами используются под условно поливные зерновые культуры; Па-12-2 – Шорсуйский; бедные пастбища.

Районы орошаемого земледелия (подзона Пв-12): Пв-12-1 - Сохский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника; Пв-12-2 - Фергана-Кувинский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника; Пв-12-3 - Акбура-Араванский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания скороспелых сортов хлопчатника; Пв-12-4 - Андижан-Шахриханский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника; Пв-12-5 - Избаскан-Учкурганский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника; Пв-12-6 - Чартак-Чустский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника.

## II-13 Каршинский округ

Расположен в бассейне р. Кашкадарьи. Здесь широко развито орошаемое и богарное земледелие, шелководство, зерноводство, виноградарство, мясо-шерстное овцеводство, птицеводство. В Каршинском округе выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Пастбищные районы (подзона Па-13): Па-13-1 - Джадалик-Карнабчульский; бедные пастбища; в перспективе район пригоден для орошения; обеспечен термическими ресурсами для среднеспелых сортов хлопчатника.

Районы богарного земледелия (подзона Пб-13): Пб-13-1 - Нишанский район; пригоден для освоения под орошение; обеспечен термическими ресурсами для произрастания тонковолокнистых сортов хлопчатника; Пб-13-2 – Камашинский; часть территории района пригодна под орошение; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника; Пб-13-3 - Кокдалинский район; пригоден для орошаемого земледелия; обеспечен термическими ресурсами для среднеспелых сортов хлопчатника; Пб-13-4 - Чиракчи-Дехканабадский; богарные посеы района чередуются с большими массивами неудобных для земледелия земель, используемых как пастбища; обеспеченная осадками богара.

Районы орошаемого земледелия (подзона Пв-13): Пв-13-1 - Карши-Гузарский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания тонковолокнистых сортов хлопчатника; Пв-13-2 - Чиракчи-Шахрисабзский район; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника.

## II-14 Сурхандарьинский округ

Этот округ расположен в бассейне р. Сурхандарьи, на луговых террасах и подгорных лёссовых равнинах отрогов Гиссарского хребта. В округе широко развито орошаемое и богарное земледелие, а также животноводство, садоводство, цитрусоводство. В Сурхандарьинском округе выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Пастбищные районы (подзона Па-14): Па-14-1 - Калламазар-Кокайдынский район; в большей части не пригоден для земледелия и представляет собой бедные пастбища; Па-14-2 – Байсунский; обеспеченная осадками богара; большие площади используются под пастбища; Па-14-3 – Бабатагский; полуобеспеченная осадками богара; большие площади пастбищ; имеются участки, пригодные под освоение; обеспечен термическими ресурсами для произрастания среднеспелых сортов хлопчатника.

Районы богарного земледелия (подзона Пб-14): Пб-14-1 - Байсунтау-Бабатагский; полуобеспеченная осадками богара; в перспективе район пригоден для освоения под орошение; Пб-14-2 – Кызылдарьинский; необеспеченная осадками богара; много земель, пригодных для освоения.

Районы орошаемого земледелия (подзона Пв-14): Пв-14-1 – Верхнесурханский; почвенный покров не подвержен засолению; Пв-14-2 – Среднесурханский; почвенный покров представлен орошаемыми почвами, слабо засоленными.

**Горная область.** В пределах области выделены следующие природно-сельскохозяйственные округа:

### Ш-15 Чаткальский горный округ

В округе выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Районы лесного хозяйства и пастбищ (подзона Ша-15): Ша-15-1 - Угам-Пскемский район; растительный покров представлен арчовыми и широколиственными породами, в том числе плодовыми (яблоня, груша, алча) и орехоплодными (грецкий орех); Ша-15-2 - Западно-Чаткальский; растительный покров преимущественно из арчи, изредка тополевые рощи и плодовые породы; Ша-15-3 - Южно-Чаткальский; древесная растительность сильно изрежена и представлена преимущественно арчой; частично используется под пастбища; Ша-15-4 - Северо-Кураминский; используется под пастбища; Ша-15-5 - Южно-Кураминский; используется под летние пастбища; Ша-15-6 - Пскемский; летние пастбища; Ша-15-7 - Чаткальский; летние пастбища; Ша-15-8 - Ангренский; летние пастбища.

### Ш-16 Западно-Туркестанский округ

В округе выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Районы лесного хозяйства и пастбищ (подзона Ша-16): Ша-16-1 – Гуралашский; здесь размещена Гуралашская лесная дача, представляющая наиболее густой и высокостойный естественный арчовый лес в Узбекистане, а также Кульсайская - с более разреженной арчой; в верхней части район используется под летние пастбища.

### Ш-17 Западно-Зеравшанский горный округ

В округе выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы:

Районы лесного хозяйства и пастбищ (подзона Ша-17): Ша-17-1 - Аманкутанский; природная лесная растительность - арчовое редколесье, местами значительно обогащенное лесопосадками.

### Ш-18 Гиссарский горный округ

В округе выделяются следующие природно-сельскохозяйственные районы.

Районы лесного хозяйства и пастбищ (подзона Ша-18): Ша-18-1: Тупаланг-Сангардагский; частично используется под пастбища и богарные посевы; следует ограничить выпас скота и богарные посевы; Ша-18-2 – Хатанский; растительность представлена арчовыми насаждениями; в районе расположено Хатанское лесничество; частично используется под пастбища; Ша-18-3 - Аксуб-Танхоздарьинский; растительность - арчовое редколесье; большей частью используется под летние пастбища; имеет водоохранное значение; Ша-18-4 – Бабатагский; растительность представлена фисташковыми насаждениями; Ша-18-5 – Байсунтауский; используется под летние пастбища.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ И ОХРАНЕ ПОЧВ

При разработке систем агротехнических и мелиоративных мероприятий, направленных на повышение плодородия почв и их охрану, учтено почвенное зональное, провинциальное (подпровинциальное) и окружное разделение территории, отраженное в схеме почвенно-географического районирования республики (Таблица 4.10) (Кузиев, Сектименко, 2009).

Почвенная зона охватывает ареал распространения зонального почвенного типа или подтипа и сопутствующих интразональных почв. Характеризуется определенным уровнем баланса тепла и влаги, с которыми связаны основные особенности почвообразования. Каждой зоне соответствуют свои формы сельскохозяйственного производства.

На территории Узбекистана выделяются три природно-климатические зоны: умеренная пустынная, субтропическая пустынная и субтропическая предгорно-подгорная полупустынная. Кроме того, выделяется Среднеазиатская горная область, куда вошли все горные системы Узбекистана. Она включает крупные горные комплексы и образования, привязанные к соответствующему широтному тепловому поясу или смежным поясам. Характеризуется поясными типами высотной зональности и связанными с ними особенностями сельскохозяйственного использования земель (Турсунов и др., 2009).

Почвенная провинция (или подпровинция) представляет собой часть почвенной зоны, отличающейся специфическими особенностями почв и условий почвообразования, связанными с различиями в увлажнении и температурном режиме внутри зон. Провинции различаются континентальностью климата, суровостью и снежностью зим, тепло- и влагообеспеченностью вегетационного периода, биологической продуктивностью земель. Горная почвенная провинция определяет ареал распространения определенного ряда вертикальных почвенных зон, обусловленного положением горной страны в системе горной области и особенностями орографии. На территории республики выделяется шесть почвенных провинций и шесть подпровинций (в теплом субтропическом поясе).

Почвенный округ представляет собой часть провинции (или подпровинций) и подразделяется на ряд районов, характеризующихся определенным генетическим типом рельефа, сочетающим почвообразующие породы и почвы, а также особенностями местного климата и гидрогеологических условий или степенью дренированности. При разработке мероприятий также учитывались агро- и биоклиматические особенности территорий (Кузиев, Сектименко, 2009; Умаров, 1975).

## Глава 5. Деградация лессовых территорий как результат интенсивного орошения

*Мавлянова Н. Г.<sup>1</sup>, Рахматуллаев Х.Л.<sup>2</sup>, Тураева С.Т.<sup>3</sup>*

*(<sup>1</sup>Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук,*

*<sup>2</sup>Институт сейсмологии им. Г.А. Мавлянова Академии наук Республики Узбекистан,*

*<sup>3</sup>Университет мировой экономики и дипломатии, Ташкент, Узбекистан)*

## Chapter 5. The degradation of the loess areas as a result of intensive irrigation

*Mavlyanova N.G.<sup>1</sup>, Rakhmatullaev Kh.L.<sup>2</sup>, Turaeva S.T.<sup>3</sup>*

*(<sup>1</sup>Sergeev Institute of Environmental Geoscience of the Russian Academy of Science,*

*<sup>2</sup>Mavlyanov Institute of Seismology of the Academy of Sciences of Uzbekistan,*

*<sup>3</sup>University of World Economy and Diplomacy, Uzbekistan)*

Региональная геологическая особенность Центральной Азии состоит в том, что большая часть территории расположена в зоне распространения лессовых пород, мощность которых колеблется от 5-10 до 150 м. В силу своего своеобразного химико-минерального состава, специфических свойств и строения, лессовые породы занимают особое место среди огромного числа континентальных отложений. Зарождение земледелия в регионе связано с освоением лессовых территорий для выращивания сельскохозяйственных культур. В XX веке ирригация позволила превратить некогда засушливые, бесплодные лессовые массивы Голодной, Каршинской, Дальверзинской степей, Яванской долины и других районов в зоны развитого сельского хозяйства. Орошение как комплекс инженерно-хозяйственных мероприятий, включающих строительство водохранилищ, каналов, коллекторно-дренажной сети и других ирригационно-мелиоративных сооружений – одна из наиболее интенсивных форм вмешательства человека в ход геологических процессов, происходящих в верхних горизонтах земной коры и вызывающих изменение инженерно-геологических, гидрогеологических условий и ландшафтной обстановки во всем регионе. Интенсивное орошение лессовых территорий стало причиной возникновения ряда негативных процессов и явлений, таких как просадки, оврагообразование, эрозия, суффозия, плоскостной смыв, засоление почв, развитие псевдокарста и т.д., которые стали возможными по ряду причин: несоблюдения режима орошения, излишней подачи воды на поле, недоучета таких свойств лессовых пород, как быстрая размокаемость и размываемость. Уже в первые годы освоения огромных степных массивов было отмечено большое количество случаев просадочных деформаций оросительных каналов, повреждения гидротехнических сооружений.

The specific geological feature of Central Asia is that a large part of this region is located in the zone of loess, the depth of which varies from 5-10 to 150 m. Due to their peculiar chemical and mineral composition, specific properties and structure, the loess deposits have a special place among the huge number of continental deposits. The birth of agriculture in Central Asia is associated with the development of loess lands for growing crops. In the XX century, irrigation changed formerly arid, barren loess soils of Golodnaya, Karshi and Dalverzin steppes and Yavan valley and other areas into the region of highly developed agriculture. Irrigation as a system of engineering and management activities, including the construction of reservoirs, canals and other irrigation and drainage facilities is one of the most intense forms of human intervention in the course of geological processes occurring in the upper horizons of the Earth's crust. It can cause a drastic change in the geological, hydrogeological and environmental conditions throughout the whole region. The intensive irrigation loess areas was the cause of a number of negative processes and phenomena such as subsidence, gullying, erosion, internal erosion (suffusion), sheet erosion, soil salinization, development of pseudokarst, etc. The appearance of the above mentioned phenomena has resulted from a number of reasons: misuse of irrigation, excessive supply of water to the fields, inadequate account for such properties of loess as quick soaking and erodibility. In the first years of development of the huge steppe areas of Central Asia, a great number of cases with subsidence deformation of irrigation canals and the damage of hydrotechnical systems was observed.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В Центральной Азии орошение стали активно использовать еще в VI-VII вв. до нашей эры, т.к. климат в регионе резко континентальный, в основном аридный и полупустынный. Среднегодовое количество осадков (выпадающих в основном зимой и весной) составляет около 270 мм, варьируя в пределах 600-800 мм в горах и 80-150 мм в пустынных зонах. Проследив историю развития ирригационной сети можно отметить, что орошаемое земледелие зародилось в районах, примыкающих к естественным водным артериям. Факторами, способствующими развитию орошения именно на этих территориях, были близость расположения источников воды и относительно ровные и большие по площади и протяжению террасовые поверхности, покрытые лессовыми отложениями. Почвенный покров, сформированный на лессовых породах, характеризуется высокой плодородностью. В условиях орошения на этих массивах возможно получение урожаев всех сельскохозяйственных культур.

Лессовые грунты на территории Центральной Азии встречаются в различных климатических и геоморфологических зонах: в горах, на склонах, в предгорьях, межгорных долинах и в долинах рек (Рис. 5.1). Значительная мощность (от 5-10 до 80-100 м) и сплошной покров лессовых пород характерен для предгорных, предгорно-равнинных и межгорных долин (Smalley et al., 2006). Проблемы лессовых пород уже более ста лет обсуждаются геологами, почвоведом, географами, археологами, строителями. Эти грунты с инженерно-геологической точки зрения входят в число наиболее сложных типов грунтов вследствие ряда специфических особенностей, проявляющихся при взаимодействии с водой - это интенсивное размокание в воде и высокая просадочность (способность породы к уплотнению при промачивании ее водой под действием собственного веса или внешней нагрузки).





Таблица 4.10. Мероприятия по улучшению и охране почв Узбекистана.

Почвенная провинция, подпровинция	Почвенный округ	Преобладающие почвы
<b>Умеренная пустынная зона</b>		
Арало-Каспийская провинция	Северо-Устюртский	Серо-бурые северные и светло-бурые пустынно-степные засоленные и естественно промытые, гипсоносные и выщелоченные. Местами пустынные песчаные и такырные почвы, солончаки и такыры.
	Нижнеамударьинский северный	Такырные почвы в сочетании с песками, остаточно-луговые тугайные, остаточно-луговые и остаточно-болотные опустынивающиеся, лугово-такырные, луговые аллювиальные с вкраплением болотно-луговых, солончаки, местами орошаемые луговые аллювиальные почвы. Все почвы нижней части дельты Амударьи подвержены засолению и опустыниванию, частично ветровой эрозии.
		Такырные почвы, такыры, пески и остаточные солончаки северной части древней дельты Ахчадарьи
		Солончаки приморские остаточные, типичные, гидроморфные, избыточно-гидроморфные и шоровые, пустынные песчаные почвы, пески бугристые и равнинные на обсохшем дне Аральского моря.
<b>Субтропическая пустынная зона</b>		
Среднеазиатская пустынная провинция. Северная подпровинция	Центрально-Устюртский и Северо-Кызылкум-ский	Серо-бурые типичные и неполноразвитые, гипсоносные, засоленные и пустынные песчаные почвы, пески и солончаки остаточные, бугристые и шоровые.
	Нижнеамударьинский центральный	Орошаемые луговые аллювиальные, такырно-луговые и лугово-такырные почвы и мелкобугристые пески современной дельты Амударьи. Почвы подвержены засолению, местами - ветровой эрозии.

## Основные мероприятия

### Умеренная пустынная зона

Ради сохранения оптимальной плотности растительного покрова, создающего кормовую базу для животноводства, необходимо сократить бездорожную езду автотранспорта и другой тяжелой техники. Прекратить вырубку саксаульников и другой кустарниковой растительности на песчаных почвах и песчанистых шоколаковых солончаках. Территория используется как пастбище, но возможно развитие мелкооазисного орошения для выращивания плодово-овощных и кормовых культур на базе водоводов и подземных вод.

Для оздоровления природной обстановки, улучшения почвенно-мелиоративных и экологических условий, восстановления растительного и животного мира в обсохшую часть дельты Амударьи необходимо подавать коллекторно-дренажную и обязательно речную воду. Необходимо заливать низменные солончаки, представляющие собой потенциальный источник соли-пылепереноса. Создавать озера для оживления ландшафтов и разведения рыбы и водоплавающей птицы. Осуществлять пропуски воды по основным протокам для сохранения древесно-кустарниковой растительности на приустьевых валах. Для укрепления кормовой базы необходимо расширять условно-заливные тростниковые пастбища и сенокосы, а также проводить фитомелиоративные работы, прежде всего на песчаных массивах. Почвенный покров пригоден для орошения, но освоена только малая его часть. Орошаемые земли разбросаны мелкими участками и пока обходятся без дренажа, но широкое освоение земель потребует капитальных планировок и строительства полноценной коллекторно-дренажной сети. Из-за недостаточности термических ресурсов здесь не дает урожая хлопчатник, но хорошо растут и дают урожай зерновые, овощные, бахчевые, плодовые и некоторые другие сельхозкультуры. Отработанные воды после поливов необходимо сбрасывать в Аральскую котловину.

Почвы достигли вершины своего опустынивания. Необходимы фитомелиоративные пескозакрепительные мероприятия. Почвы пригодны для освоения под орошаемое земледелие.

С целью экономии внутренних водных ресурсов, необходимых для поддержания уровня моря, следует осуществить внедрение ряда водосберегающих технологий в сельскохозяйственном производстве в пределах бассейнов Амударьи и Сырдарьи. Принять меры по охране и подсадке (подсеву) древесно-кустарниковой и травянистой растительности, появившейся в некоторых частях обсохшего дна в процессе самозарастания. Для активизации самозарастания необходимо производить периодический сброс дренажных и речных вод поочередно на разные участки осушки. На бугристых и равнинных песках надо сажать (высевать) засухоустойчивую и солеустойчивую растительность, на сыпучих песках - после предварительного применения химических или механических методов их стабилизации. Злостные солончаки по возможности поддерживать во влажном состоянии или закреплять химическими методами. Создавать искусственные водоемы.

### Субтропическая пустынная зона

Территория используется в качестве пастбища. Необходимо принять меры по сохранению кормовой базы для животных: запретить бездорожную езду автотранспорта и другой техники, прекратить вырубку саксаульников на песках и солеустойчивых кустарников на песчанистых бугристых солончаках. Провести фитомелиоративные работы по закреплению сыпучих песков. Борьба с солончаками в пустынях на современном этапе их использования нецелесообразна.

Неблагоприятные гидрогеологические условия, несмотря на искусственный дренаж, создают предпосылки для подъема уровня минерализованных грунтовых вод и появления вторичного засоления почв на орошаемых массивах. Необходимы очистка старого и прокладка нового дополнительного дренажа, планировка полей и регулярные промывки почв от токсичных солей. При установке поливного режима надо руководствоваться гидромодульным районированием, в котором даются расчетные оросительные нормы, схемы поливов и поливные нормы, применение которых на фоне эффективно работающей коллекторно-дренажной сети позволит поддерживать грунтовые воды ниже критического уровня. Повсеместное внедрение севооборотов (плодосмен) как мощное средство улучшения мелиоративного состояния почв и повышения их плодородия. Проводить комплекс противодефляционных мероприятий на супесчано-песчаных почвах и песках. Из-за ограниченных термических ресурсов здесь в условиях орошения можно выращивать только скороспелые сорта хлопчатника, а также овощные, бахчевые, зерновые, кормовые, плодовые и другие сельхозкультуры.

### Субтропическая пустынная зона

Среднеазиатская пустынная провинция. Центральная подпровинция	Южно-Устьюртский, Центрально- Кызылкум- ский и частично Нижнезерав-шанский и Центрально- Ферганский	Серо-бурые неполноразвитые и типичные, местами с выходами коренных пород, гипсоносные, иногда эродированные, пустынные песчаные почвы и пески дефлируемые, а также такырные почвы и солончаки.
	Нижнеамударьинский южный и частично Нижнезерав-шанский и Центрально- Ферганский	Орошаемые луговые аллювиальные и сазовые, реже такырно-луговые, серо-буро-луговые, пустынно-луговые и накольматированные почвы, а также пустынные песчаные и такырные почвы и мелкобугристые пески и солончаки. Почвы подвержены засолению, местами ветровой эрозии.
Среднеазиатская пустынная провинция. Южная подпровинция	Южно-Кызылкумский, Нижнесурхандарьинский	Орошаемые и целинные такырные, лугово-такырные, такырно-луговые и луговые сазовые и аллювиальные почвы в различной степени засоленные, а также серо-бурые и пустынные песчаные почвы и пески дефлируемые.

### Субтропическая предгорно-подгорная полупустынная зона

Среднеазиатская подгорно-полупустынная провинция. Северная подпровинция	Чирчик-Ангренский	Орошаемые и богарные типичные сероземы, эродированные, орошаемые луговые, реже лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы, местами засоленные
Среднеазиатская подгорно-полупустынная провинция. Центральная подпровинция	Северо-Ферганский, Восточно-Ферганский, Мирзачульский, Санзар-Нуратинский, Среднезеравшанский	Орошаемые, богарные и целинные типичные и светлые сероземы, местами эродированные, орошаемые и целинные лугово-сероземные и сероземно-луговые, луговые и болотно-луговые аллювиальные и сазовые почвы, часто засоленные.
Среднеазиатская -подгорно-полупустынная провинция. Южная подпровинция	Среднекашкардарьинский, Среднесурхандарьинский	Орошаемые, богарные и целинные типичные и светлые сероземы, эродированные, орошаемые сероземно-луговые и луговые аллювиальные и сазовые почвы, местами засоленные.

## Субтропическая пустынная зона

Принять меры по сохранению и преумножению кормовой базы для животных: сократить бездорожный проезд автотранспорта и другой техники, прекратить вырубку саксаульников и других кустарников, проводить пескозакрепительные мероприятия путем посадки и посева засухоустойчивой кустарниковой и травянистой растительности. Борьба с водной эрозией на подгорных равнинах Центральнокызылкумских низкогорий и с солончаками на современном уровне использования пустынь нецелесообразна.

Потребуется очистка, а при необходимости прокладка нового дополнительного дренажа с целью поддержания уровня минерализованных грунтовых вод ниже критического уровня ( $> 2.5$  м). При разработке поливных режимов неукоснительно руководствоваться гидромодульным районированием, что позволит экономить водные ресурсы и предотвратить нежелательный подъем грунтовых вод. Для борьбы с засолением необходимы тщательная планировка полей и регулярные промывки почв от токсичных солей. Повсеместное внедрение севооборотов (плодосмен) позволит улучшить мелиоративное состояние почв и повысить их плодородие. На почвах супесчано-песчаного состава и песках проводить комплекс противодефляционных мер. Солончаки по возможности содержать во влажном состоянии и засеивать (засаживать) солеустойчивой растительностью. Термические ресурсы позволяют здесь выращивать в условиях орошения средневолокнистые сорта хлопчатника, а также зерновые, овощные, бахчевые, плодовые, кормовые и другие сельхозкультуры.

В целях предупреждения дальнейшего подъема грунтовых вод на орошаемых переходных почвах и понижения их уровня в гидроморфных почвах необходимо обеспечить территорию полноценной коллекторно-дренажной сетью. При определении поливных режимов руководствоваться знаниями о почвах и гидромодульным районированием, что позволит экономить водные ресурсы и избежать нежелательного подъема грунтовых вод. На засоленных почвах проводить профилактические промывные поливы. На почвах супесчаного и песчаного состава проводить противодефляционные агротехнические мероприятия (кулисы, посев трав и др.). Повсеместно вводить севообороты (плодосмен). Вносить минеральные и органические удобрения. На целинных песчаных почвах проводить фитомелиоративные работы. Высокая обеспеченность природно-климатической подпровинции термическими ресурсами позволяет в условиях орошения выращивать тонковолокнистые сорта хлопчатника, а также зерновые, овощные, бахчевые, плодово-ягодные, кормовые, местами цитрусовые и другие культуры.

## Субтропическая предгорно-подгорная полупустынная зона

Комплекс мероприятий на орошаемых и богарных сероземах должен быть направлен на сокращение и предупреждение эрозионных процессов: вспашка и посев сельхозкультур поперек склона, поливы по наименьшему уклону, почвозащитные севообороты со значительным участием многолетних трав, кулисные посевы, на богаре, кроме того, бороздование на глубину 25-30 см, глубокая летняя вспашка на пар с глыбистой поверхностью пашни, узкорядные и перекрестные посевы зерновых и других культур. На орошаемых почвах необходимо принять меры по регулированию уровня грунтовых вод (дренаж, умеренное водопользование). Внесение под посевы органо-минеральных удобрений. Термические ресурсы позволяют выращивать средневолокнистые сорта хлопчатника, овощные, бахчевые, плодово-ягодные, зерновые, кормовые и другие сельхозкультуры.

На эродированных орошаемых и богарных сероземах проводить соответствующий комплекс противоэрозионных мероприятий. Для предупреждения подъема грунтовых вод на орошаемых типичных и особенно светлых сероземах необходимо применять оптимальное водопользование согласно гидромодульному районированию. На луговых и переходных почвах принять меры по регулированию уровня грунтовых вод (дренаж). На почвах, подверженных засолению, проводить профилактические промывные поливы. Повсеместно внедрять севообороты (плодосмен). Вносить под посевы минеральные и органические удобрения. На целинных сероземах противоэрозионные мероприятия должны включать: запрет вырубki кустарников, регулируемое пользование пастбищами. Термические ресурсы позволяют выращивать средневолокнистые сорта хлопчатника, а также зерновые, плодово-ягодные, овощные, бахчевые, кормовые и другие сельхозкультуры.

На орошаемых и богарных сероземах, подверженных эрозии, применять противоэрозионные мероприятия. На орошаемых сероземно-луговых и луговых почвах необходимо принять меры по регулированию уровня грунтовых вод и предотвращению засоления почв (дренаж, профилактические промывки). Внедрение севооборотов (плодосмен). Внесение под посевы органо-минеральных удобрений. На целинных землях принять меры по сохранению травянисто-кустарниковой растительности. Термические ресурсы позволяют выращивать средневолокнистые сорта хлопчатника, зерновые, плодово-ягодные, овощные, бахчевые, садовые и другие сельхозкультуры.

### Среднеазиатская горная область теплого и умеренного пояса

Западно- Тяньшань ская провинция	Пскем-Чаткальский, Чаткал-Кураминский	Целинные, редко богарные и условно-орошаемые горные коричневые почвы и темные сероземы. Целинные светло-бурые лугово-степные высокогорные и бурые горно-лесные почвы, выщелоченные и карбонатные, эродированные.
Алай- Туркестанская провинция	Мальгузар-Туркестанский, Нуратинский, Западно- Зеравшанский	Целинные, местами богарные и орошаемые темные сероземы и горные коричневые почвы. Целинные бурые горно-лесные и светло-бурые лугово-степные высокогорные, типичные и выщелоченные, эродированные.
Гиссарская провинция	Верхне-кашкадарьинский, Верхнесурхандарьинский	Целинные, редко богарные темные сероземы и горные коричневые почвы типичные, карбонатные и выщелоченные, местами под арчевыми лесами. Целинные светло-бурые лугово-степные высокогорные. Все почвы эродированные.



## Среднеазиатская горная область теплого и умеренного пояса

В гумидных и субгумидных условиях увлажнения формирование почв происходит под ореховыми и плодовыми лесами, что накладывает отпечаток на их морфологическое строение. Высокогорья получают много осадков. Провинция интенсивно осваивается, что влечет за собой нарушение природной среды. Леса местами уничтожаются, активизируется эрозия почвенного покрова. Необходимы срочные меры по охране лесов, их посадке, по террасированию крутых склонов.

Эта провинция заметно холоднее и суше, что накладывает существенный отпечаток на ход почвообразования по всем вертикальным поясам. Кустарниковая растительность и наличие типчака образуют местами ландшафты, напоминающие сухие степи. В пределах Мальгузар-Туркестанского округа складываются благоприятные условия для произрастания арчи. Несколько теплее и влажнее в Западно-Зеравшанском округе. Здесь произрастает табак, в естественных условиях орех и плодовые породы. Арчевые и другие леса также уничтожаются. Необходимо принять меры по охране уникальных лесов и почвенного покрова, особенно на территории Зааминской лесной дачи и Гуралашского заповедника.

Провинция отличается наиболее теплым и влажным климатом по сравнению с другими горными провинциями, что определяет приподнятость всех почвенно-климатических поясов. Богарное земледелие сосредоточено в сероземном поясе, в поясе горных коричневых почв - незначительно. Богарные почвы сильно подвержены эрозии. Необходимо применить комплекс противоэрозионных мероприятий, описанный выше. В горах от нерациональной хозяйственной деятельности человека пострадали древесно-кустарниковая и другая лесная растительность, а также почвенный покров. Необходимо принять меры по сохранению и восстановлению горных лесов, а также посадке древесно-кустарниковой растительности на безлесных горных склонах. Проводить террасирование склонов.



Искусственное орошение позволило использовать лессовые массивы Голодной, Каршинской, Дальверзинской степей, Яванской долины и других районов для развития сельского хозяйства. Распашка и искусственное орошение коренным образом изменили водный режим лессовых массивов, которые в течение длительного геологического времени подвергались только естественному увлажнению. В результате интенсивного орошения проявляются инженерно-геологические процессы: эрозия, просадки, плоскостной смыв, оврагообразование, оползни, карсты, суффозия, засоление, что приводит к деградации земельных ресурсов.

Деградация ландшафта – его естественное или антропогенное упрощение, снижение хозяйственного и эстетического потенциала вплоть до превращения в пустынь (Реймерс, 1990). Практически любое воздействие на ландшафт вследствие тесной взаимосвязи его компонентов сопровождается цепью изменений. Характер изменений зависит от многих факторов: от типа воздействия, его продолжительности и режима, от характера зависимостей свойств внутри ландшафта (Лихачева, Тимофеев, 2004).

В данной статье рассматриваются проблемы изменения рельефа и ухудшение качества земель, возникшие в процессе хозяйственной деятельности человека на лессовых массивах, покрывающих значительную часть орошаемых территорий в Центральной Азии.

*Рис. 5.1. Распространение лессовых пород на территории Центральной Азии*



## ЛЕССОВЫЕ ПОРОДЫ – РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СВОЙСТВА

Лессы - это молодые отложения четвертичного периода, возникшие в недавнее геологическое время (не более 1.5 млн. лет тому назад). По условиям залегания лессы повсеместно располагаются в виде покровов (т.е. не перекрыты другими отложениями). В настоящее время к лессам относится однородная, неслоистая, сильно пылеватая (содержание фракций 0.005 – 0.05 мм более 50%), пористая (пористость более 42%), часто имеющая макропоры маловлажная порода, обладающая просадочными свойствами при замачивании (Лессовые породы СССР, 1986). Мощности лессовых пород колеблются от нескольких сантиметров до десятков и даже сотен метров.

В распространении лессовых пород прослеживается определенная зональность, которая, как указывают многие исследователи, придает им специфические черты, характерные для речных долин предгорных равнин, предгорий и гор. Г.А. Мавлянов (1958) выделял 3 зоны распространения лессовых пород:

I – зона сплошного распространения непросадочных и слабо просадочных лессовых грунтов - равнинная часть территории;

II - зона сплошного распространения просадочных лессовых грунтов в предгорьях и на предгорных равнинах;

III - зона островного распространения просадочных и непросадочных лессовых грунтов – горная часть.

На подавляющей части земледельческой зоны региона развиты почвы, сформированные на массивах лессовых пород различного генезиса и возраста. На территориях распространения типичных лессов преобладают светлые, типичные сероземы, а на лессовидных породах – темные сероземы, сероземно-оазисные суглинистые, сероземно-оазисные засоленные суглинистые почвы. Основная часть орошаемых земель используется для выращивания главной сельскохозяйственной культуры – хлопчатника, под посевы которого отведены наиболее ровные или с небольшим уклоном территории, на которых возможно эффективное использование техники (Рис. 5.2). В последние годы значительно расширены площади под посевы пшеницы, кукурузы, риса, овоще-бахчевых культур.

В Центральной Азии наибольшая часть орошаемых земель располагается в Узбекистане. Общая площадь орошаемых земель республики составляет 4.2 млн. га, на которой по урожайности основной сельскохозяйственной культуры - хлопчатника - можно выделить следующие районы (Рахматуллаев, 2010):

- староорошаемые районы, предгорных покато-волнистых равнин III и IV террас рек и конусов выноса, где распространены типичные сероземы, в понижениях сероземно-луговые, луговые почвы. Здесь средняя урожайность хлопчатника 38.2 ц/га (правобережье р. Чирчик, левобережье р. Кашкадарья, долина р. Гузар в верхнем течении, предгорья Ферганской долины и долина р. Зеравшан);



**Рис. 5.2. Хлопковое поле на поверхности аллювиальных отложений (Касансай)**

- старо- и новоорошаемые районы предгорных равнин верхних террас рек и конусов выноса, где распространены в основном светлые сероземы, в понижениях сероземно-луговые, местами слабозасоленные почвы (долины рек Ахангаран, Сырдарья, Сурхандарья в верхнем течении, Ферганская долина). Средняя урожайность хлопка 33.5 ц/га.
- новоорошаемые районы - центральная часть Голодной степи и дельта р. Кашкадарья, где развиты сероземы светлые, в понижениях сероземно-луговые, луговые почвы, засоленные. В этих районах для успешного земледелия необходимо проведение мелиоративных работ по снижению засоленности почв. Средняя урожайность хлопчатника 26.0 ц/га;
- районы, преимущественно староорошаемые, представляющие собой поверхности нижних террас в долинах рек Чирчик, Зеравшан, междуречье Нарына и Кашкадарьи, где сформированы луговые, по повышению лугово-сероземные почвы местами слабо засоленные. Средняя урожайность хлопчатника здесь 34.4 ц/га.
- районы древнего орошения располагаются в Хорезмской области на низких террасовых поверхностях р. Амударья, где распространены луговые, лугово-такырные сероземные почвы, слабо засоленные и промытые, со средней урожайностью хлопчатника 40.5 ц/га.
- старо- и новоорошаемые районы, на низких террасовых поверхностях р. Амударья, в Хорезмской области и Республики Каракалпакстан, где развиты лугово-такырные сероземные, лугово-пустынные почвы, со средней урожайностью хлопчатника 29.0-32 ц/га.

В зоне богарного земледелия и пастбищ, в районах низкогорий, расчлененных предгорных, подгорных широковолнистых равнин, на делювиальных и делювиально-пролювиальных лессовых массивах почвенный покров представлен светлыми, типичными, темными сероземами и коричневыми суглинистыми почвами. Богарные земли занимают большие площади в долинах рек Кашкадарья, Сурхандарья, Амударья, в Джизакской, Ташкентской, Наманганской областях. Общая площадь богарных земель на лессовых массивах составляет 5.2 млн. га, из которых 1.5 млн. га используется под богарные посевы, а остальная часть - как пастбища.

## ОРОШЕНИЕ ЛЕССОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

До начала XX века земельный фонд Центральной Азии составлял чуть более 2.0 млн.га, расположенных, в основном, в естественно хорошо дренированных зонах родников, пойм, дельт малых и средних рек, и был представлен плодородными почвенными разностями, не подвергающимися резкому изменению своих водно-физических и водно-химических свойств при развитии орошения. На этих землях в процессе сельскохозяйственного производства не протекали неблагоприятные эколого-мелиоративные процессы. Этому способствовала высокая культура земледелия мелких дехканских (фермерских) хозяйств, которые исключительно бережно относились к водным ресурсам, не допуская излишних потерь воды при поливах. Коэффициент полезного действия оросительных систем и особенно техники полива, действовавших в прошлом веке, был велик и изменялся в пределах 0.92-0.94. Однако из-за низкой урожайности сельскохозяйственных культур, объясняемой недостаточным объемом удобрений и обработки, повсеместно наблюдались высокие затраты воды на единицу продукции и низкая продуктивность оросительной воды по сравнению с таковыми, достигнутыми на современном уровне сельскохозяйственного производства ([www.cawater-info.net](http://www.cawater-info.net)).

Постоянный рост населения, развитие технической вооруженности и необходимость увеличения производства сельскохозяйственной продукции способствовали интенсивному развитию ирригационного строительства. В 1930-х годах было начато освоение целинных земель. Именно это время можно считать началом строительства современной ирригационной системы, а 1960-е годы были переломным периодом подъема культуры орошаемого земледелия в Центральной Азии, когда освоение и орошение новых и улучшение продуктивности старопахотных массивов осуществлялись на основе комплексной мелиорации земель и интенсивных приемов агротехники выращивания сельскохозяйственных культур. Сущность комплексной мелиорации земель заключалась в широком использовании при проектировании, строительстве водохозяйственных объектов и эксплуатации гидромелиоративных систем водосберегающей техники и технологии орошения земель (Мавлянов, Хасанова, 1974). Но при этом не были учтены особенности лессовых массивов, увлажнение которых привело к необратимым последствиям.

Основными источниками поверхностных вод региона Центральной Азии являются бассейны рек Амударьи и Сырдарьи, суммарный средний сток которых составляет 115.6 млрд.м<sup>3</sup> (в бассейне Амударьи формируется 78.5 млрд.м<sup>3</sup>, Сырдарьи – 37.1 млрд.м<sup>3</sup>) (Turaeva, 2011).

В целях развития орошения в Центральной Азии были созданы водохранилища на реках, а их энергетическое использование предусматривалось в рамках ирригационного режима. В регионе бассейна Аральского моря создано свыше 90 водохранилищ сезонного и многолетнего регулирования суммарной полной емкостью ~61 км<sup>3</sup> и полезной емкостью 43.6 км<sup>3</sup>, из них в Узбекистане - 55 водохранилищ с емкостями 19.2 и 15.3 км<sup>3</sup>, соответственно (Рис. 5.3). В регионе насчитывается 32 относительно крупных водохранилища (с емкостями не менее 100 млн. м<sup>3</sup>), суммарными объемами 59.2 и 43.5 км<sup>3</sup> (в Узбекистане - 20 водохранилищ с объемами 17.8 и 14.1 км<sup>3</sup>, соответственно). Их основное проектное назначение - регулирование стока в ирригационных целях, а наиболее крупных - еще в интересах энергетики и других отраслей народного хозяйства (Стариков, 2005). Рис. 5.3

*Рис. 5.3. Пачкамарское водохранилище в Узбекистане*



В то же время главным достижением орошаемого земледелия Центральной Азии, периода реализации комплексного подхода мелиорации земель, является постепенное наращивание роста продуктивности орошаемых земель и сокращение удельного водопотребления как на 1 га, так и на единицу урожая (Таблица 5.1). Так, в 1970-х - начале 1980-х годов урожайность основной культуры - хлопчатника по республикам Центральной Азии изменялась в пределах от 28 до 30-32 ц/га, а по отдельным регионам (областям), таким как Андижанская, Хорезмская, Ташкентская, Сурхандарьинская области Республики Узбекистан, Казахская часть Голодной степи, Ленинадская область Республики Таджикистан, Ташаузская область Туркменистана, она достигала 32-37 ц/га. В период внедрения комплексного подхода к мелиорации годовое водопотребление по Центральной Азии было снижено с 16.9 тыс. м<sup>3</sup>/га в 1970 г. до 14.0-14.5 тыс. м<sup>3</sup>/га в 1990 г., а по отдельным регионам, где

внедрялись совершенные системы орошения и дренажа, таким как Голодная степь, она изменялась в пределах 9.5-12.0 тыс. м<sup>3</sup>/га ([http://www.icwc-aral.uz/general\\_ru.htm](http://www.icwc-aral.uz/general_ru.htm)).

**Таблица 5.1. Основные показатели по орошению в бассейне Аральского моря**  
([http://www.icwc-aral.uz/general\\_ru.htm](http://www.icwc-aral.uz/general_ru.htm))

Показатель	Единица измерения	Год					
		1960	1970	1980	1990	2000	2004
Население	млн.чел.	14.6	20.3	26.8	33.6	41.8	43.8
Площадь орошаемых земель	тыс. га	4510	5150	6920	7600	7896	8120
Орошаемая площадь на душу населения	га	0.31	0.27	0.26	0.23	0.19	0.18
Суммарный водозабор / в том числе на орошение	км <sup>3</sup> в год	60.61/ 56.15	94.56/ 86.84	120.69/ 106.79	116.27/ 106.4	105.0/ 94.66	102.0/ 93.0
Удельный водозабор на 1 гектар	м <sup>3</sup> на га	12450	16860	15430	14000	11850	11450

Процесс развития орошения можно рассмотреть на примере освоения Голодной степи. Голодная степь расположена на левом берегу р. Сырдарьи, ограничена на юге и юго-западе северными склонами отрогов Туркестанского хребта, на западе и северо-западе – пустыней Кызылкум. В геологическом отношении представляет собой предгорную впадину, заполненную отложениями мезозойского и кайнозойского возраста. Значительная часть территории Голодной степи, особенно Голодностепское плато, покрыто мощной (до 70 м) толщей лессов (Мавлянов, Мирзаев, 1962).

Орошение Голодной степи началось в 1870-х годах, это был один из первых объектов орошения в России. Из-за отсутствия опыта освоения таких крупных массивов, а также слабого инженерно-геологического и технического обоснования проектов орошения вызвало отрицательные последствия; усиленно развивались процессы подъема уровня грунтовых вод, вторичного засоления почвогрунтов и заболачивания.

В 1956 г. принято постановление правительства СССР «Об орошении и хозяйственном освоении в Голодной степи 300 тыс. га в зоне нового орошения и проведения мелиоративных мероприятий в зоне старого орошения». До 1980 года было освоено 306 тыс. га земли. Здесь, наряду с новыми городами, поселками, построены промышленные предприятия, проложены сотни километров облицовочных каналов, лотковых оросителей, железные дороги, автодороги, дренажная и коллекторная сети, скважины для мелиорации засоленных земель путем применения вертикального дренажа (Рис. 5.4, 5.5). К 1980 году орошаемая территория в Голодной степи достигла 598 тыс. га, из них 453 тыс. га находятся в Узбекистане, 117 тыс. га – в Казахстане, и 28 тыс. га - в Таджикистане. Это составляет две трети территории Голодной степи, пригодной к орошению (Рахматуллаев, 2010).

Орошение резко изменяет естественные инженерно-геологические условия и ландшафт крупных территорий. По данным Н.А. Димо и Б.А. Келлера (1907), в начале орошения, когда орошаемая площадь составляла всего 13 тыс. га, уровень

грунтовых вод (УГВ) на большей части территории находился на глубине 10-20 м и более, площадь их распространения была равна 52.2% территории всей степи, а площадь, где грунтовые воды залегают на глубине 2.5-5 м - всего 12% и отмечались в пределах низких террас р. Сырдарьи, в бессточных понижениях. К 1958 г., когда орошаемая площадь в Голодной степи увеличилась до 201 тыс. га, площади с залеганием УГВ до 3 м увеличились в 2.5 раза и составляли 34 тыс.га, а с УГВ 10-20 м - уменьшились в 1.8 раз и составляли 31.2%. В 1980 г. площадь орошения возросла до 506 тыс. га, площади с УГВ 2.5-5 м уже составляли 434.3 тыс. га, с УГВ 10-20 м – 79.4 тыс. га. В настоящее время территория Голодной степи подтоплена и УГВ составляет от 0 до 3 м. Преобладают процессы засоления и заболачивания. Процессы просадки уже закончились. Орошение новых территорий в настоящее время не ведется в виду нехватки водных ресурсов.

Специфические свойства лессовых пород определяют очень частую и значительную повреждаемость и аварийность гидротехнических сооружений. На основе неоднократно проведенных обследований на орошаемых массивах установлено, что первые пять лет эксплуатации на слабопросадочных лессовых породах серьезно было повреждено 3% сооружений, нуждались в профилактическом ремонте 20-22% и требовался капитальный ремонт 4% гидротехнических сооружений, на средне- и сильнопросадочных лессовых породах было разрушено 8-10%, нуждались в профилактическом и капитальном ремонте 27-34% сооружений (Рахматуллаев, 2010).

При строительстве и последующей эксплуатации гидротехнических сооружений воздействие оказывается не только на лессовую толщу зоны аэрации, но и на все составные элементы водного и солевого баланса до регионального водоупора, на окружающий природный ландшафт и климат. В свою очередь составные элементы природного ландшафта (состав, свойства и строение лессовых толщ, гидрологические и инженерно-геологические условия, геоморфологическое строение), обладающие бесконечным многообразием, определяют конструкцию гидротехнических сооружений, технологию строительства и последующий эксплуатации.

Условием использования лессовых массивов как среды расположения гидротехнических и гидромелиоративных объектов является значительное изменение не только в основаниях сооружений, но и в целом гидрогеологических условий территории, что непосредственно вытекает из главного назначения сооружений. Особенностью гидромелиоративных систем является переменное увлажнение лессовых пород и циклическое инфильтрационное питание грунтовых вод во времени.

**Рис. 5.4. Лотковая система орошения**



**Рис. 5.5. Южно-Голодностепский ирригационный канал с бетонной облицовкой на поверхности пролювиальных лессовых пород**



Особенности изменения лессовых пород в сфере влияния гидротехнических сооружений определяют поставку двух взаимосвязанных задач:

- детальное изучение состава, свойств и строения лессовых пород в массиве;
- определение динамических схем возможных изменений лессовых пород при взаимодействии с гидротехническими сооружениями.

Крупные мелиоративные системы занимают большие территории, составляющие десятки и сотни тысяч гектаров. При этом изменения, вносимые ими в окружающую среду, настолько существенны и масштабны, что способны изменить направленность самого процесса формирования инженерно-геологических свойств массивов лессовых пород. Прогноз изменений геологической среды в условиях аридного климата в свое время был сделан еще Г.А. Мавляновым в его работах, посвященных освоению таких новых орошаемых территорий, как Каршинская и Голодная степи, Ферганская долина (Jefferson et al., 2004). Г.А. Мавлянов организовал детальное изучение процесса просадки лессовых пород как в новоорошаемых, так и староорошаемых территориях путем кропотливых работ по замачиванию лессовых пород в естественных условиях их залегания. Исследователями до сих пор широко используется карта прогноза просадочности различных генетических типов лессовых пород, составленной им еще в 1958 г. Например, фактические значения величины просадки в лессовых породах, полученные в результате орошения Голодной степи, совпали с прогнозом, данным Г.А. Мавляновым в его карте (Мавлянов, 1958).

Лессовые породы при искусственном орошении получают воду во много раз больше, чем на целине. Например, в районе г. Курган-Тюбе в Вахшской долине в Таджикистане (80 км южнее Яванской долины) годовая сумма осадков составляет около 200 мм. Суточный максимум осадков в этом районе один раз в год составляет около 20 мм, один раз в 10 лет – 30 мм, в 50 лет – 45 мм. В районе г. Душанбе, где годовая сумма осадков выше в 3 раза (до 600 мм), суточные максимумы составляют 30 мм, 45 мм, 60 мм, соответственно. В то же время при возделывании хлопчатника в результате нескольких поливов на 1 га расходуется около 8000 м<sup>3</sup> воды в год, т.е. количество влаги превышает сумму атмосферных осадков в основных хлопкосеющих районах в 4 раза. И это при соблюдении норм водопользования. При нарушении же этих норм на поля подается значительно большее количество воды, избытки которой удаляются с полей через водосборно-сбросовые каналы, трубопроводы, балки и ложбины. Эти сооружения часто не облицованы бетоном, хотя как показывают наблюдения авторов, это не спасает от утечек воды (Лаврусевич А.А., Лаврусевич С.А., 2011).

Условия строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений и мелиоративных систем на лессовых массивах имеют ряд особенностей, связанных со слабой водостойчивостью этих отложений. Видимая однородность лессовых толщ часто осложняется наличием горизонтов погребенных почв, наличием и составом солей, характером пористости. В конечном итоге, эти показатели лессовых пород определяют величины просадочных и послепросадочных деформаций, водонепроницаемости, определяющей способность пород к переходу ингредиентов загрязнения, размываемости, размокаемости и др.

## ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

Интенсивное орошение лессовых территорий способствовало развитию ряда негативных процессов и явлений, таких как просадки, оврагообразование, эрозия, суффозия, плоскостной смыв, засоление почв, развитие псевдокарста и т.д.

*Эрозионные процессы.* Формирование эрозии, т.е. смыва и размыва почвенной части лессовых массивов происходит в результате действия поверхностного стока временных водных потоков. По генезису водных потоков можно выделить три основных типа эрозии: от стока дождевых осадков, талых вод и вод орошения.

Водопрочность лессовых пород невысока, поэтому оврагообразование в толще отложений протекает очень интенсивно. Способность лессовых пород быстро размокать при увлажнении и интенсивно размываться под воздействием поверхностных вод определяет максимальное развитие оврагов на склонах. В проявлении эрозии большое значение имеет характер дождевых осадков, время их проявления и особенно интенсивность. Наиболее опасными являются ливни. Под их влиянием происходит быстрое разрушение малопрочных структурных агрегатов почв, развитых на лессовых породах, происходит закупорка почвенных пор, уплотнение поверхностного слоя почвы, что способствует увеличению поверхностного стока и развитию эрозии.

Сток талых вод в основном определяется запасом воды в снежном покрове и интенсивностью таяния. Наиболее сильная эрозия почвенного слоя наблюдается в тот период, когда он успел оттаять, а нижний подстилающий горизонт находится еще в мерзлом состоянии. В данном случае оттаявший почвенный слой, развитый на лессовых породах, интенсивно смывается со склонов.

Развитию эрозионных процессов в значительной мере способствует хозяйственная деятельность человека. Эрозионные процессы, главным образом, оврагообразование, повсеместно встречаются по периметру интенсивно орошаемых массивов. Развитие оврагов происходит в результате утечек воды из оросительных каналов и нерегулируемого сброса использованных поливных вод (Рис. 5.6).

По характеру проявления эрозионных процессов на лессовых территориях различают поверхностную и линейную форму эрозии. В результате проявления поверхностной эрозии последовательно развиваются слабо-, средне- и сильносмываемые почвы. В результате линейной эрозии в начале образуются промоины, которые перерастают в овраги. Крупные овраги глубиной до 40-50 м и более, как правило, имеют вертикальные откосы. Увеличение площади поливного земледелия сопровождается увеличением числа ирригационной эрозии. По данным Махсудова (1981), при бороздковом поливе хлопчатника среднегодовой ирригационный смыв составляет 100-1500 т/га. Интенсивное развитие ирригационной эрозии в той или иной степени отмечается на всех орошаемых землях республики. По замерам 300 оврагов в течение 8 лет установлено, что среднегодовой прирост оврагов составил в длину 53.6 м, в ширину 7.8 м и в глубину 6.5 м (Махсудов, 1981).



**Рис. 5.6. Эрозия лессовой породы в результате утечки воды из оросительного канала (Андижан)**

Несовершенство оросительных систем приводит к развитию ирригационной эрозии, которая провоцирует развитие псевдокарста. Яванская долина – типичный пример развития эрозии и псевдокарста в результате техногенеза. Более 7 тыс. га орошаемых земель Яванской долины, а это более 27% всех орошаемых земель долины, подвержены процессам оврагообразования. В природных условиях развитие псевдокарстового оврага занимает сотни лет и встречается в основном в необжитых районах. При техногенезе крупный псевдокарстовый овраг может развиваться за 2-3 года, нанося значительный ущерб всем отраслям хозяйства, связанным с землепользованием. До освоения Яванской долины и пуска вод реки Вахш для орошения в конце 1960-х годов было выявлено 25 оврагов общей протяженностью 15 км. Через 40 лет после начала освоения зафиксировано 320 оврагов общей протяженностью уже 55 км. В результате перерасхода потребления воды как при сельскохозяйственном использовании, так и в промышленности, нецивилизованного сброса излишков воды до местных базисов эрозии, несвоевременного принятия мер к устранению утечек и подачи воды в республике Таджикистан ежегодно выводятся из оборота тысячи гектаров ценнейших поливных земель, разрушаются здания и сооружения (Лаврусевич А.А., Лаврусевич С.А., 2011).

В этих условиях защита от эрозии имеет исключительно важное значение для сохранения плодородия почв и предупреждения различных негативных последствий, которые наносит эрозия. При всем различии почв по химическому

составу, физико-химическим свойствам, физическим характеристикам, водно-воздушному режиму, биогенности и другим показателям есть один существенный признак, сближающий различные генетические типы почв, сформировавшихся на массивах лессовых пород - в гранулометрическом составе почв преобладает крупнопылеватая фракция (10-50 мкм). В зависимости от гранулометрического состава материнских лессовых пород общее содержание пылеватых частиц в сформировавшихся на них почвах различно. Высокая пылеватость состава, соотношение пылеватых частиц по крупности во многом определяет физические свойства почв.

Противоэрозионная стойкость почв обычно оценивается по содержанию в них водопрочных структурных агрегатов размером  $>250$  мкм. Не менее важным показателем является средневзвешенный размер структурных агрегатов. Как правило, почвы с высоким содержанием гумуса и иловатых частиц имеют большее количество водопрочных структурных агрегатов, а почвы с малым содержанием этих компонентов – низкое. По степени снижения противоэрозионной стойкости подтипов сероземных почв, сформированных на лессовых породах различного генезиса и возраста, их можно расположить в следующий ряд: темные – типичные - светлые. Наряду с содержанием водопрочных структурных агрегатов противоэрозионная стойкость сероземов зависит от размывающей скорости потока. Экспериментально установлено, что размывающая скорость водного потока для типичного серозема равна 6.7 см/сек, а для светлого серозема - 5.2 см/сек. При исследовании образцов серозема светлого легкосуглинистого, имеющих примерно одинаковый гранулометрический состав, было определено, что при средневзвешенном диаметре водопрочных агрегатов 340 мкм (под целиной) данная размывающая скорость потока была 8 см/с, а при диаметре 180 мкм (под хлопчатником) – 6 см/с (Рахматуллаев, 2010).

Активному протеканию эрозионных процессов на орошаемых лессовых массивах в значительной степени способствует распашка склонов, нерегулируемый сброс излишков поливной воды, аварии на водонесущих сооружениях и др.

**Суффозионные процессы.** На лессовых массивах активно развиваются суффозионные процессы (Рис. 5.7). Особенно интенсивно протекают они в лессовых породах, имеющих зернисто-пленочную структуру и обладающих высокой активной пористостью. При искусственном орошении вода обычно подводится к полям путем строительства магистральных и распределительных каналов, а на самих полях прокладывается сеть поливных борозд. Полив по бороздам, т.е. самотечным способом, наиболее способствует развитию суффозионных процессов.

**Рис. 5.7. Суффозионные воронки на лессовой поверхности (левобережье р. Сурхандарья)**

Если в лессовых массивах имеются депрессии с крутыми обрывистыми бортами (овражно-балочная сеть, террасовые уступы речных долин, карьеры, котлованы и др.), то возможно развитие лессового суффозионного псевдокарста. Для этого необходимо, чтобы в лессовом массиве имелись исходные «водоводы», в которых возможно турбулентное движение воды. К ним относятся пустоты в лессовых толщах, образованные пластами и жилами льда, кротовины, крупные корнеходы, просадочные трещины, трещины оседания и оползневые у края уступов, массивов и искусственных выемок. Все разнообразие лессового псевдокарста можно разделить на поверхностный и глубинный.

К поверхностным формам псевдокарста относятся различные воронки и прогибы. Воронки обычно имеют круглую форму, их диаметр обычно 1-3 м при глубине 2-4 м. По происхождению воронки могут быть суффозионно-эрозионными и провальными.

Глубинными формами являются карстовые трубы, колодцы и шахты. К ним же относятся также поноры, берущие начало в донных частях воронок, подземные трубы и каналы. Как показали исследования, псевдокарст формируется в массивах лессовых пород, для которых характерна зернисто-пленочная структура, активная пористость при этом равна 15-18%, а естественная влажность менее 15%. Как правило, псевдокарст не встречается в лессовых породах с агрегативной структурой. Наиболее интенсивно развитие псевдокарста наблюдается в лессовых толщах, залегающих на хорошо фильтруемых породах (крупнозернистые пески, галечники, щебень, гравий и др.).

А.А. Лаврусевич и С.А. Лаврусевич (2011), исследовавшие процессы лессового псевдокарста в Таджикистане, подробно описывают его проявление в результате орошения: «Показательным в этом отношении является образование провального псевдокарстового оврага и сопутствующих ему многочисленных более мелких форм на хлопковом поле близ кишлака Кингурджар, левый берег р. Явансу южнее г. Явана. На вновь освоенном участке с углом наклона поверхности около 5 градусов, экспозицией склона Ю-З 230 градусов и площадью около 10 га в результате недозированного полива началось активное развитие этого процесса. В результате за три с половиной месяца 6 га из 10 га были так осложнены псевдокарстовыми оврагами, провалами, промоинами и другими формами, что уборку сохранившегося хлопка на поле, предназначенном для машинной сборки, пришлось проводить вручную с соблюдением мер предосторожности. Наибольшее влияние на образование псевдокарста оказывают утечки воды из каналов и трубопроводов. Из 18.6 тыс. км каналов постоянной оросительной сети к концу 1980-х годов было облицовано бетоном лишь 0.75 тыс. км, т.е. около четырех процентов. Трубопроводы обычно конструируются для орошения земель, находящихся выше магистральных каналов. При помощи каскада насосных станций вода поднимается на высоту до 1000 м. Вода в трубопроводах находится под давлением и ее утечки приводят к активному развитию псевдокарста. Аналогичные последствия имеют утечки из каналов при недостаточно качественной заделке стыков между секциями бетонных лотков, которыми укладываются эти каналы. Приведем следующий пример: в средней части Яванской оросительной системы возле селения Бешкоппа с хлопкового поля удалялись излишки воды с помощью водовода, состоящего из металлических труб диаметром 0.5 м в расположенную в 320 м балку. Вода по трубам транспортировалась в объеме 10-12 л/с по склону с углом наклона 5 градусов. Трубы были зарыты в грунт на 1 м. При интенсивном сбросе воды образовалась промоина, размеры которой быстро увеличивались. Конец трубы оказался в висячем положении. Неравномерное поступление воды вызвало вертикальную раскачку трубы (амплитуда достигала 1 м), что привело к увеличению напряжений на швы, скрепляющие отрезки труб длиной 10 м. В результате в течение одного поливочного сезона (с мая по сентябрь) образовался псевдокарстовый овраг длиной более 45 м, шириной 4 м, глубиной 6 м. Пятьдесят метров стальных труб обрушилось в псевдокарстовый овраг. Сброс воды в связи с окончанием поливочного сезона был прекращен».

**Плывуны** в лессовых толщах наиболее часто встречаются в районах расположения мелиоративных систем и при вскрытии выработок в водонасыщенных лессовых грунтах. Исследования показали, что наиболее предрасположены к переходу в

пльвунное состоянии лессовые породы, имеющие зернисто-пленочную и в меньшей степени зернисто-агрегативную структуру. Лессовые грунты с агрегативной структурой, содержащие значительную часть водостойких агрегатов, либо сохраняют свою устойчивость, либо переходят в пльвунное состояние в весьма замедленном темпе.

При увеличении содержания водорастворимых соединений способность к оплыванию лессовых пород возрастает; такая же закономерность отмечается при увеличении содержания органического вещества. Переходу водонасыщенных лессовых пород в пльвунное состояние могут способствовать динамические воздействия естественного (землетрясения) и искусственного (различного вида взрывы) происхождения.

**Просадочные явления** наиболее часто наблюдаются на массивах нового орошения вдоль оросительных каналов в грунтовом русле. Значительная часть орошаемой и перспективной для орошения территории Центральной Азии сложена лессовыми грунтами, обладающими просадочными свойствами. Увлажнение лессовых грунтов оросительными водами сверху и подъем уровня грунтовых вод снизу может вызвать их просадку. Установлено, что режим орошения, главным образом, связан с распространением контура увлажнения лессовых грунтов зоны аэрации. Например, уровень грунтовых вод, залегающий на глубине 13-15 м до орошения, через 5 лет поднялся до 2.5-4 м. Величина просадки лессовых пород вдоль оросительного канала составила 0.5 м (Мавлянов, Хасанова, 1974).

Прогноз просадочности лессовых грунтов в связи с орошением основывался на прямых показателях величины просадки в природных условиях методом замочки котлованов и в лабораторных условиях компрессионными испытаниями монолитов методом одной, двух и трех кривых с увлажнением при бытовой нагрузке. При этом учитываются и косвенные показатели просадочности лессовых пород, главные из которых: генезис, возраст, строение толщи, состав, состояние структуры, текстуры и мощность лессовых грунтов. Расхождение между натурными и лабораторными определениями просадки лессовых грунтов составило 19.5 см. По результатам исследований была построена инженерно-геологическая карта прогноза просадочности лессовых грунтов в результате орошения и выделено 5 различных участков (Мавлянов, Мирзаев, 1962):

I- Прогнозная величина просадки 50-100 см. Просадка в пределах участка происходит неравномерно и зависит от режима увлажнения и мощности активной толщи лессовых грунтов. На орошаемых территориях полное завершение площадных просадок произойдет за 3-4 года. Линейные просадки вдоль ирригационных каналов продолжаются в основном 2-2.5 мес.

II- Прогнозная величина просадки от 16 до 50 см, среднепросадочные. Площадная просадка осуществится через 2-3 года после сплошного орошения, линейная в течение 1.5-2 мес. после пуска воды в каналы.

III- Величина просадки от 5 до 16 см, считаются слабопросадочными. Площадная просадка полностью завершится в основном через 2 года орошения, линейные просадки, вызванные фильтрацией из каналов, будут проявляться довольно короткое время.

IV- Величина просадки менее 5 см, т.е. практически не наблюдается. При строительстве гидротехнических сооружений грунты будут оседать только под собственной тяжестью.

V- Проявленные просадочные свойства. Занимают староорошаемые территории. В результате длительного орошения просадочные процессы в основном завершились.

По результатам статистической обработки для пород неорошаемой зоны коэффициент пористости характеризуется средним значением 1.05, для орошаемой зоны – 0.78. Просадочные свойства пород в основном определяются их пористостью, критерием просадочности, общим низким значением естественной влажности (Мавлянов, Хасанова, 1984).

**Оползни.** Увеличению оползневых процессов в значительной степени способствует освоение горных и предгорных районов. В результате подрезок склонов при строительстве автомобильных и железных дорог, прокладки каналов, разработки месторождений полезных ископаемых, сооружения крупных водохранилищ и интенсивного орошения предгорных участков меняется напряженное состояние массивов лессовых пород на склонах, изменяется их влажностный режим, что способствует активному развитию просадок, эрозии, суффозии и как следствие – оползней.

Классическим примером влияния орошения на образование катастрофических оползней стал оползень Шарора в Таджикистане, происшедший в результате Гиссарского землетрясения 23 января 1989 г. (M=5,2, H= 5-7 км, I= 7 баллов). Оползень Шарора объемом 5 млн. м<sup>3</sup>, шириной 1000 м, длиной 250 м, глубиной 20 м произошел в нижней части плато Урта-Боз на склоне высотой 20 м. Глубина тиксотропного разжижения обводненных суглинков составляла 7-22 м. До этого трагического события, когда 200 человек погибло под оползневыми потоками, образовавшимися вследствие сейсмического воздействия, в течение 20 лет происходило обводнение склона в результате полива хлопчатника из системы магистральных каналов. На хлопковом поле, расположенном на склоне крутизной 4-6°, сложенном мощной (60-140 м) толщей лессовых пород, уровень грунтовых вод поднялся до 4-6 м. На этой глубине образовалась толща переувлажненных пород с влажностью 24-28%.

Второй оползень Окули-Поен длиной 3-7 км, шириной 0.6-0.7 км, мощностью 25-28 м и объемом около 40 млн. м<sup>3</sup> находился в 700 м к юго-западу от оползня Шарора, в верхней части эрозионной ложбины. Оползневая поверхность верхней зоны была покрыта водой, в нижней части грязевая масса толщиной 0.7-0.8 м была в текучем пластичном состоянии.

**Засоление.** Одна из главных причин снижения качества земель – заболачивание и вторичное засоление. Вторичное засоление почв является прямым результатом нарушения норм полива. При избыточном бороздковом орошении часть воды, фильтруясь, пополняет запасы минерализованных грунтовых вод и способствует подъему их уровня. Кроме того, повышение уровня грунтовых вод наблюдается в районах расположения водохранилищ. В свою очередь, сооружение водохранилищ на лессовых массивах активизирует развитие эрозионных и оползневых процессов по бортам искусственных водоемов.

Например, в Узбекистане за период 1990-2001 гг. площадь засоленных орошаемых земель увеличилась на треть - с 1.8 млн. га до 2.5 млн. га. В 2001 году площадь засоленных земель составила 66% от площади орошаемой пашни. При этом площадь слабозасоленных почв увеличились на 22%, средnezасоленных – на 12%, сильнозасоленных – в 2.2 раза (Turaeva, 2011).

Рациональное использование ресурсов орошаемого земледелия при существующем дефиците воды должно базироваться на соблюдении норм орошения, отвода излишков влаги и устойчивой работе дренажной системы.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Орошение новых территорий, включающее в себя строительство водохранилищ, каналов, коллекторно-дренажной сети и других ирригационно-мелиоративных сооружений приводит к изменению инженерно-геологических, гидрогеологических условий и ландшафтной обстановки. В Центральной Азии в результате недоучета особенностей лессовых пород, которые длительное время своего существования находились в аридном климате в состоянии природного равновесия, орошение способствовало резкому повышению влажности, которое, в свою очередь, ослабило структурные связи и прочностные характеристики породы и привело к деградации земель.

За период современного орошения (более 50 лет) проявились просадочные деформации, эрозия, оврагообразование, суффозионные процессы, псевдокарст, оползневые процессы, поверхностный смыв, переработка берегов водохранилищ и размыв берегов ирригационных каналов. В связи с подъемом уровня грунтовых вод и увлажнением лессовых пород в зоне аэрации наиболее актуальны проблемы засоления и заболачивания.

Для решения проблем деградации земель необходимо применять водосберегающие и ресурсосберегающие технологии полива и режимов орошения сельскохозяйственных культур и улучшения мелиоративных режимов, ирригационных, почвенных условий орошаемых земель и их взаимно связанных оптимальных сочетаний.

## Глава 6. Устойчивое землепользование и сопряженные проблемы окружающей среды: примеры решения средствами международных проектов в Таджикистане

*Куст Г.С.<sup>1,2</sup>, Сампат Т.В.<sup>2</sup>, Джайн Н.<sup>2</sup>, Мотт Дж.<sup>2</sup>, Андреева О.В.<sup>1</sup>, Армстронг А.<sup>2</sup>,  
Чилдресс М.<sup>2</sup>, Рахимов Р.Н.<sup>3</sup>, Холов Н.С.<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>Институт экологического почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия;*

*<sup>2</sup>Международный Банк реконструкции и развития. Департамент по работе в Европе и Центральной Азии, Вашингтон, США;*

*<sup>3</sup>Проект Всемирного Банка по регистрации и кадастровой системе земель для устойчивого сельского хозяйства, Душанбе, Таджикистан;*

*<sup>4</sup>Проект Международного фонда по развитию сельского хозяйства (IFAD) по развитию животноводства и пастбищ, Душанбе, Таджикистан)*

## Chapter 6. Sustainable land management and relevant environmental issues: the case studies of implementation performed by the international projects in Tajikistan

*Kust G.S.<sup>1,2</sup>, Sampath T.V.<sup>2</sup>, Jain N.<sup>2</sup>, Mott J.<sup>2</sup>, Andreeva O.V.<sup>1</sup>,  
Armstrong A.<sup>2</sup>, Childress M.<sup>2</sup>, Rakhimov R.<sup>3</sup>, Kholov N.S.<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>Institute of Ecological Soil Science, Moscow State University, Russia;*

*<sup>2</sup>World Bank/Sustainable Development Dept., ECA Region, Washington D.C., USA;*

*<sup>3</sup>The Land Registration and Cadastre System for Sustainable Agriculture Project,  
Dushanbe, Tajikistan;*

*<sup>4</sup>International Fund for Agricultural Development, Livestock and Pasture Development Project,  
Dushanbe, Tajikistan)*

Три взаимосвязанных проекта, содержащих компоненты по устойчивому землепользованию (УЗП), реализованы и продолжают осуществляться в Таджикистане: Проект развития общинного сельскохозяйственного производства и управления водосборными бассейнами (SAWMP, 2004–2012); Проект по регистрации и кадастровой системе земель для устойчивого сельского хозяйства (LRCSP, 2005–2014); Экологически устойчивое землепользование и жизнеобеспечение в сельской местности (ELMARL, 2013–2017). Проекты SAWMP и ELMARL, в свою очередь, имеют компоненты, поддерживаемые со стороны Глобального экологического фонда (GEF), а проект ELMARL, кроме того, поддерживается со стороны Международной пилотной программы по изменению климата (PPCR). Политика проектов в области УЗП является успешной и может служить в качестве примера для других будущих проектов Всемирного Банка и других доноров в данной предметной области, несмотря на то, что в этих разных проектах затронуты различные аспекты



сельскохозяйственного развития: совместные действия и повышение потенциала на уровне общин, особенности приватизации и разделения земельных участков и адаптация к изменениям климата. Синергетический эффект от совместных результатов этих проектов проявляется в следующем: повышение осведомленности сельского населения о способах оценки экологических рисков; применение экологически и экономически эффективных технологий в сельскохозяйственном производстве; опыт применения водо-, почво- и энергосберегающих технологий в сельских регионах, улучшение санитарной и экологической обстановки в населенных пунктах; восстановление деградированных земель, включая орошаемые; восстановление пастбищ и доступа к ним; предупреждение и борьба с эрозией на склоновых землях путем развития садоводства, посадки деревьев, сенокосов, и т.д. Уроки, полученные в ходе осуществления этих проектов, сводятся в целом к следующему. Позитивные: рост опыта и квалификации у национальных неправительственных организаций, занимающихся вопросами сельского развития и охраны окружающей среды; высокая эффективность небольших местных инвестиций (реализующих инициативы «снизу») по сравнению с крупными инвестициями на общенациональном уровне (реализующих инициативы «сверху»); устойчивость и репликативность экологически действенных мероприятий; повышение внимания к пастбищам как важному природному ресурсу; повышение возможностей и опыта в области использования дистанционных методов. Негативные: низкий исходный уровень специалистов по окружающей среде в проектах; слабые контакты с правительственными структурами, ответственными за вопросы охраны окружающей среды; малое внимание распространению информации и слабое использование возможностей интернета; слабая интеграция с другими проектами и донорами.

Three cross-linked projects with sustainable land management (SLM) component have been/are implemented/ in Tajikistan: Community Agriculture and Watershed Management Project (CAWMP): 2004 – 2012; Land Registration and Cadastral System for Sustainable Agriculture Project (LRCSP): 2005-2014; Environmental Land Management and Rural Livelihoods Project (ELMARL): proposed for 2013-2017. CAWMP and ELMARL have a component supported by the Global Environment Facility (GEF). The projects' SLM policy is successive, although different projects cover diverse directions of agricultural development: community actions and participatory capacities building, peculiarities of land privatization and fragmentation, and climate change adaptation. The synergy of the projects environmental results appears in: Awareness raising in environmental risks assessment, application of environmentally and economically effective technologies in farm production; Experience in water-, soil- and energy-saving technologies in rural areas; Improvement of sanitary and ecologic conditions in villages; Rehabilitation of degraded lands (incl. irrigated) and increase of soils fertility; Rehabilitation and access to pastures; Fixing erosion on slope lands by woodlots, horticulture, haying, etc. Lessons learned for further development programs are the following. Negative: Low skills of project environmental staff, Weak contacts with governmental stakeholders responsible for environmental issues, Lack of information sharing and low use of Web opportunities, Weak integration with other projects and donors. Positive: Growth of level of national environmental NGOs, High effectiveness of local small interventions (bottom-up approach) in comparison with national-level activities (top-down), Replicability and sustainability of environmentally sound activities, Increasing attention to pastures as an important natural resource, Rising possibilities and capacities of the use of space imagery.



## ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И НЕКОТОРЫЕ ФАКТЫ

В Республике Таджикистан начиная с 1997 года установилась относительная политическая стабильность и наступил устойчивый экономический рост, что привело к реальному росту ВВП на уровне 7.4% в 2011 году. Тем не менее, непрерывное воздействие глобального финансового и экономического кризиса, а также высокий уровень зависимости от импортируемого топлива и хлебопродуктов оставляет страну в уязвимом положении. Несмотря на имевшее место улучшение финансового положения в 2011 году, возможности правительства принимать меры против неблагоприятных событий остаются ограниченными.

Были проведены некоторые структурные реформы в сельскохозяйственном, энергетическом, транспортном, частном и финансовом секторах, но данные реформы требуют дальнейшего усиления. Республика Таджикистан все еще испытывает сезонные отключения электроэнергии и периодическую продовольственную нестабильность. Несмотря на то, что свыше одного миллиона граждан Таджикистана избежали бедности, и их социальное положение улучшилось, снизившиеся объемы денежных переводов со стороны мигрантов, низкий уровень производительности сельского хозяйства и неразвитая система социальной защиты являются причиной того, что 45% проживающих за чертой бедности, главным образом в сельской местности, уязвимы перед чрезвычайными ситуациями и потрясениями.

Неэффективное управление продолжает оставаться ключевым препятствием. Несмотря на улучшение ситуации в плане послаблений для ведения бизнеса, рейтинг страны остается на низком 147 уровне из 183 государств (World Bank, 2012a). Республика Таджикистан также расценивается в качестве наиболее уязвимой страны из 28 государств, расположенных в регионе Европы и Центральной Азии; степень ее высокой подверженности и чувствительности к воздействиям от изменения климата удваивается по причине очень низкой адаптационной способности.

Площадь Республики Таджикистан составляет 141 000 км<sup>2</sup>, из которых около 90% относятся к предгорьям и высокогорьям. Более чем две трети населения страны проживает в сельской местности и зависит от 4.6 миллионов га сельскохозяйственных земель, большую часть которых составляют богарные пастбища (Doing Business, 2009). Всего лишь около 850 тыс. га составляют пахотные земли, из которых примерно 500 тыс. га являются орошаемыми и находятся в севообороте под хлопчатником и зерновыми культурами. Только 206 тыс. га заняты многолетними культурами и садами. Остальные 3.86 миллионов га составляют пастбища, залежные земли и луга. Пшеница, картофель и садовые культуры с незначительными по объему оросительными системами и существенными пастбищными угодьями характеризуют агросистемы в горной местности. Возделывание хлопчатника в орошаемом севообороте доминирует в долинных системах (World Bank, 2008).

Сельскохозяйственный сектор составляет около 24% от ВВП (средний показатель за 2000-2010 гг., World Bank, 2012b) с 64% трудовой занятости, но при этом он, как правило, характеризуется низким уровнем продуктивности. Ухудшение качества состояния окружающей среды и нерациональное использование природных ресурсов являются серьезными препятствиями на пути сельского развития, и преимущественно горный рельеф Таджикистана является причиной его особой

уязвимости перед стихийными бедствиями. Выращивание монокультур на одной и той же земле из года в год без севооборота и практика нерационального землепользования, включающая в себя неадаптивные методы орошения и недостаточный дренаж, приводит к деградации почв и падению урожайности, особенно в долинной зоне.

Сельскохозяйственное производство Республики Таджикистан основывается, главным образом, на орошаемой земледелии – около 90% всей сельскохозяйственной продукции производится на орошаемых почвах. Тем не менее, возраст большинства оросительных сетей и дренажной инфраструктуры в настоящее время составляет 30 лет, и они находятся на грани риска разрушения. В настоящее время для оросительных систем характерно быстрое ухудшение эксплуатационной эффективности насосных станций, возросшие потери в магистральных каналах и низкий коэффициент использования воды на уровне поля (World Bank, 2008, 2009).

Сельская бедность, активная приватизация земель при отсутствии системы комплексного управления земельными ресурсами (Increasing the benefits..., 2012; World bank, 2009), неумелое ведение сельского хозяйства новыми малоземельными фермерами и плохой доступ к службе технической поддержки, равно как и неразвитость местного рынка консультационных услуг вызывают усиление деградации земель. В свою очередь, деградация земель способствует дальнейшему обеднению населения (World Bank, 2012c), проявляясь в активном развитии оползней (приводят к разрушению строений и населенных пунктов, дорог и сельскохозяйственных угодий, а также систем орошения и полива), эрозии почв (подрыве сельского хозяйства) и заилении водных путей и источников, используемых для питьевого водоснабжения и орошения. Тем не менее, горные местности имеют высокий потенциал урожайности при правильном управлении землепользованием и размещении культур (World Bank, 2008).

Деградация пастбищных угодий, вызываемая отчасти чрезмерным выпасом скота и слабой практикой регулирования поголовья скота, является серьезной угрозой. В горной местности сведение лесов и распашка полей на крутых склонах для производства зерновых культур способствовала развитию интенсивной эрозии (Integrating environment..., 2007).

Хронический дефицит энергии в сельской местности также привел к интенсификации сжигания органических веществ (навоза) и растительности (древесной и кустарниковой), которые могли бы быть использованы в качестве удобрения или служить естественным растительным/лесным покровом, укрепляющим склоны и сохраняющим естественные местообитания, важные для сохранения глобально значимого биоразнообразия горных регионов. Другие виды землепользования, на которые оказывает неблагоприятное воздействие деградация земель, включают в себя богарное земледелие и лесоводство (Qurbanova et al., 2012).

Изменчивость и изменение климата создают дополнительные и значительные риски, особенно для тех, кто занимается ведением натурального сельского хозяйства и скотоводством, и лишь усиливают необходимость перехода на безопасные принципы управления земельными ресурсами (Barbone et al., 2010). Климатические прогнозы указывают на то, что Таджикистан будет испытывать повышение температуры, уменьшение количества осадков и более высокое суммарное

испарение с увеличением частоты экстремальных явлений (World Bank, 2013). Эти изменения приведут к таким последствиям, как колебания гидрологического цикла, особенно из-за отступления ледников и ливневых паводков наряду с последствиями для сельскохозяйственных экосистем и водных ресурсов в низовьях рек (Heltberg et al., 2012).

Несмотря на изобилие водных ресурсов и наличие зон избыточного увлажнения, часть территории Республики Таджикистан занята пустынями. Они составляют 40% территории Восточного Памира, небольшие участки в южном и северном Таджикистане и в районе реки Сырдарья. Опустынивание и деградация земель, причиной которых, главным образом, является изменение климата, обезлесение, неправильное орошение, истощение почвы, и другие неблагоприятные методы занятия сельским хозяйством, наблюдаются во многих зонах Республики Таджикистан.

При всем при этом в Таджикистане находятся глобально значимые виды растений и животных, а также местообитания и экосистемы. Многие из них имеют экономическое значение и поэтому находятся под угрозой. Например, на пастбищах произрастает более 3000 видов растений, многие из которых испытывают угрозу из-за перегрузки пастбищ. Многие из дикорастущих плодовых растений (яблони, груши, абрикосы, сливы, ореховые культуры, виноград и ягодные растения) представляют собой уникальный глобально значимый генетический ресурс для сельского хозяйства (World Bank, 2008).

Таким образом, проблема землепользования является ключевой для устойчивого развития и продовольственной безопасности Таджикистана. В настоящей работе мы кратко рассмотрим основные итоги и перспективные пути ее решения средствами некоторых проектов Всемирного банка.

## **ПОЛИТИКА ВСЕМИРНОГО БАНКА В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

Всемирный банк (ВБ) – крупная международная организация, миссия которой состоит в сокращении бедности во всем мире, и предоставляющая ресурсы в том числе для повышения потенциала и управления знаниями, в связи с чем во многих случаях ВБ выступает как банк знаний. Для выполнения своих целей ВБ определяет устойчивое землепользование (УЗП) как «основанный на знаниях процесс, который способствует интегрированному управлению земельными и водными ресурсами, биоразнообразием и окружающей средой (включая входящие и исходящие экстерналии) и направлен на удовлетворение потребностей в росте продуктов питания и тканей, поддерживая при этом экосистемные услуги и средства к существованию». Задачи УЗП тесно связаны с целым рядом главных тематических направлений ВБ, кроме того Банк является исполнительным агентством Глобального экологического фонда (ГЭФ), участвует в ряде глобальных и региональных усилий в области управления и совместного использования знаниями, связанных с УЗП (World Bank, 2006).

1 Вольный перевод авторов. В оригинале звучит так: «SLM is a knowledge-based process that helps integrate land, water, biodiversity, and environmental management (including input and output externalities) to meet rising food and fiber demands while sustaining ecosystem services and livelihoods».

Всемирный банк обеспечивает финансирование тематики УЗП через целевую программу по управлению земельными ресурсами в сельских регионах (LRM), в рамках которой разрабатывает и продвигает основанные на знаниях технические, социальные, институциональные и политические решения, направленные на: развитие устойчивого управления земельными ресурсами путем совершенствования системы землевладения и совместного рационального использования природных ресурсов; повышение значимости воздействий изменения климата на риски и уязвимость природных ресурсов (земельных/водных) сообществ и стимулирование соответствующих механизмов адаптации; усиление комплексных подходов к управлению земельными и водными ресурсами для продовольственной безопасности и сокращения бедности; создание и укрепление благоприятных условий, которые на национальном, региональном и глобальном уровнях укрепят возможности для выполнения Конвенции по борьбе с опустыниванием и восстановления деградированных земель (цит. Kust et al., 2013).

В данной работе рассматриваются три взаимосвязанных проекта Всемирного Банка, содержащих компоненты по устойчивому землепользованию (УЗП), которые реализованы или продолжают осуществляться в Таджикистане. Это Проект развития общинного сельскохозяйственного производства и управления водосборными бассейнами (CAWMP, 2004–2012); Проект по регистрации и кадастровой системе земель для устойчивого сельского хозяйства (LRCSP, 2005–2014); Экологически устойчивое землепользование и жизнеобеспечение в сельской местности (ELMARL, 2013–2017). Проекты CAWMP и ELMARL, в свою очередь, имеют компоненты, поддерживаемые со стороны Глобального экологического фонда, а проект ELMARL, кроме того, поддерживается со стороны Международной пилотной программы по изменению климата (PPCR) (Kust, 2011).

Взаимосвязанными аспектами этих проектов являются: деградация земель и управление землепользованием; водные ресурсы (ирригация и снабжение питьевой водой); эффективность использования энергии и альтернативные источники; уязвимость к изменениям климата и адаптация; проблемы бедности и жизнеобеспечения, продуктивности сельского хозяйства; горные экосистемы (глобально значимые виды и местообитания); обезлесение и деградация лесов; пастбищные проблемы (перегрузка, доступ, дигрессия).

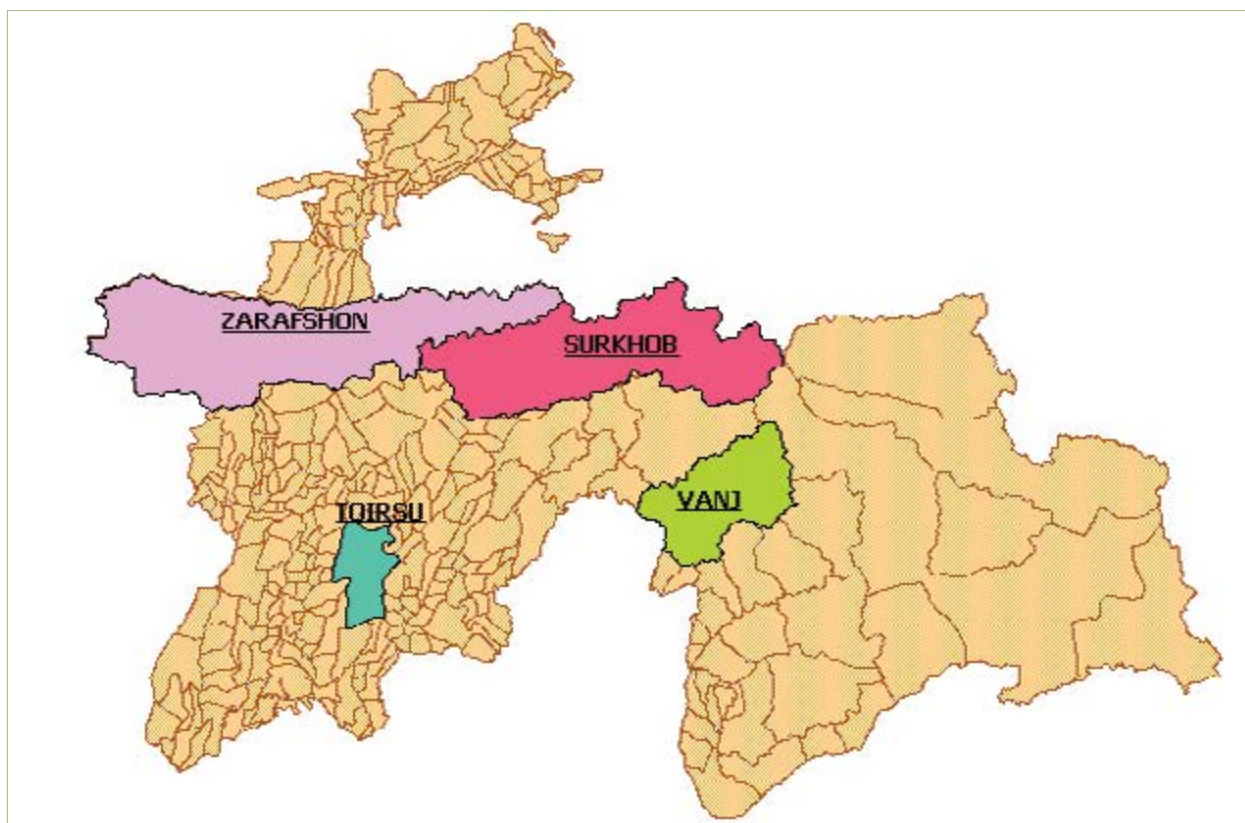
Важно отметить, что эти проекты осуществляются на базе ранее или параллельно реализуемых проектов, укрепляющих необходимую институциональную базу. Так, например, проекты ВБ в Таджикистане уже создали социально приемлемые модели, управляемые местными сообществами, для (I) распределения прав землепользования таким образом, чтобы обеспечить прозрачность при участии членов сообщества в распределении участков, легитимность (путем привлечения традиционных местных учреждений), управление конфликтами и безопасность землевладения; (II) управления инвестициями в инфраструктуру ирригационных систем и их последующую эксплуатацию через ассоциации водопользователей; (III) создания эффективных механизмов передачи технологий посредством информирования фермеров, тренингов и организации консультационных услуг и (IV) создания кредитных механизмов для обеспечения сезонных сельскохозяйственных потребностей за счет оборотных средств через небанковские финансовые организации.

Кроме того, ВБ способствует внедрению через свои проекты лучших практик и уроков, полученных в проектах других международных доноров и неправительственных организаций (НПО), таких как Фонд Ага-Хана, ПРООН, USAID, GIZ, DFID, German Agro Action (GAA) и др.

## **ПРОЕКТ РАЗВИТИЯ ОБЩИННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ВОДОСБОРНЫМИ БАССЕЙНАМИ (CAWMP)<sup>2</sup>**

Этот проект, очень важный в качестве стартового и одновременно многостороннего для поиска и развития наиболее эффективных подходов УЗП в Таджикистане, реализовывался на территории водосборных бассейнов рек Сурхоб (Джиргитальский и Таджикабадский районы), Зеравшан (Пенджакентский, Айнийский и Горно-Матчинский районы), Ванчоб (Ванджский район), Тоирсу (Дангаринский район) (Рис. 6.1). Проект в целом охватил территорию площадью более 36 000 кв. км, с населением более полумиллиона человек и площадью сельскохозяйственных земель более 390 тысяч гектаров.

*Рис. 6.1. Районы реализации проекта CAWMP на карте водосборных бассейнов Таджикистана: участок ZARAFSHON – водосборный бассейн р. Зеравшан; участок SURKHOB – водосборный бассейн р. Сурхоб; участок TOIRSU – водосборный бассейн р. Тоирсу; участок VANJ – водосборный бассейн р. Ванчоб*



Цель проекта состояла в улучшении жизненного уровня сельских общин в горных регионах путем стимулирования деятельности местных общин через систему небольших грантов, направленных на ключевые сельские задачи и неотложные нужды. Направления деятельности определялись самими общинами на основе совместного обсуждения. Вместе с тем, деятельность проекта осуществлялась в строгом соответствии с глобальными задачами ГЭФ и ВБ по сохранению окружающей среды в целях устойчивого развития и была в основном направлена на предотвращение деградации хрупких земель и экосистем горных регионов, поддержку биологического разнообразия экологически значимых территорий высокогорий Таджикистана.

*Задачи проекта SAWMP в области охраны окружающей среды и экологически устойчивого природопользования.* В качестве основных экологических проблем, связанных с деятельностью хозяйств, рассматривались: (1) малоэффективное управление водными ресурсами; (2) эрозия почвы и потеря плодородия из-за неправильной системы управления хозяйством и использования устаревших сельскохозяйственных технологий и агротехнических приёмов; (3) загрязнение основных источников питьевого и ирригационного водоснабжения; (4) убытки, вызванные сельскохозяйственными вредителями, и связанное с этим бесконтрольное применение различных ядохимикатов; (5) деградация земельных ресурсов из-за малоэффективного и истощительного растениеводства и животноводства; (6) низкая эффективность использования пастбищных земель и интенсивная дигрессия ближних (зимних) пастбищ и т.д.

Надо отметить, что основная трудность в реализации задач проекта в области устойчивого управления и охраны окружающей среды заключалась в том, что для большинства населения горных регионов Таджикистана экологические проблемы были и являются до сих пор второстепенными по сравнению с проблемами экономическими, с задачами повышения благосостояния и снижения уровня бедности. Поэтому в рамках проекта были предприняты многосторонние усилия и действия по увязыванию экономических и экологических задач в единый комплекс, по доведению до сознания местных сообществ того, что экологически приемлемые решения в области сельского хозяйства могут и должны быть в то же время наиболее эффективными и с экономической точки зрения, то есть обеспечивать устойчивое повышение продуктивности при сокращении деградации хрупких земель и экосистем.

Именно система грантов для местного населения со стороны проекта SAWMP и послужила тем самым стимулом к применению разных форм экологически эффективного землепользования, которые в настоящее время активно тиражируются и распространяются как в рамках программ других доноров, так и непосредственно самими сельхозпроизводителями. Иначе говоря, гранты не предоставлялись местным сообществам без убедительных доказательств того, что они как минимум не принесут вреда окружающей среде, а лучше, если будут способствовать внедрению ресурсосберегающих (водо-, энергосберегающих) и почвозащитных технологий.



Таким образом, главным методологическим достижением проекта стала разработка и реализация на практике механизма составления, реализации и мониторинга малых стимулирующих проектов (стоимостью от нескольких сотен до нескольких тысяч долларов США) по повышению продуктивности сельскохозяйственного производства, улучшению управления земельными ресурсами и восстановлению сельской инфраструктуры.

Для успешного выполнения этих работ, решения задач и соблюдения требований по охране окружающей среды в проекте предусматривалось несколько уровней экологического мониторинга:

- оценка экологических рисков на этапе разработки малых проектов и выбора альтернативных предложений;
- отбор экологически эффективных предложений и отказ от неприемлемых малых проектов по экологическим критериям;
- оценка индикаторов экологической эффективности по основным этапам выполнения проектных мероприятий и после завершения малых проектов, корректировка мероприятий в случае необходимости;
- оценка эффективности последствий проектных мероприятий и устойчивости результатов в области устойчивого сельского хозяйства и землепользования.

*Система оценки экологических рисков, мониторинга и оценки результатов проекта в области воздействия на окружающую среду.* Несмотря на то, что в проекте с самого начала была разработана такая система, она оказалась очень сложной для применения на местах по нескольким причинам. Во-первых, фермеры и местные сообщества в большинстве своем были крайне мало осведомлены о задачах проекта в области сохранения окружающей среды; во-вторых, квалификационный уровень специалистов проекта в области оценки воздействия на окружающую среду, а также уровень некоторых специалистов районного уровня (в местах осуществления проекта) был недостаточен для правильной оценки экологических последствий проектных мероприятий; в-третьих, фасилитирующие организации (см. ниже), выполнявшие задачи мобилизации и консультирования местного населения, использовали разные собственные подходы в области экологической оценки, не всегда совпадавшие с подходами, заложенными на стадии разработки проекта в целом. Кроме того, недостаточно развитая в Таджикистане практика правоприменения в области экологического контроля и мониторинга на момент начала проекта способствовала скорее не стимулированию экологически успешных действий, а задачам недопущения вредных воздействий на окружающую среду.

Когда указанные недостатки были осознаны, проектом был предпринят ряд последовательных действий по совершенствованию системы оценки экологических рисков, мониторинга и оценки результатов проекта в области воздействия на окружающую среду, которая в целом способствовала достижению экологических результатов высокой эффективности. Проект разработал и стал применять более четкую, комплексную систему индикаторов состояния окружающей среды, полагающуюся на более эффективный целевой подход к «улучшению состояния окружающей среды», вместо ранее использовавшегося принципа «недопущения отрицательного воздействия на окружающую среду».

Во-первых, для оперативного принятия решений о подходящих и неподходящих проектных предложениях была разработана простая таблица типовых мероприятий и малых проектов, в целом удовлетворяющих экологическим требованиям проекта, а главное – перспективных с точки зрения улучшений окружающей среды – так называемый «Перечень приемлемых и неприемлемых инвестиционных мероприятий по повышению сельскохозяйственной производительности» (Таблица 6.1). Условие приемлемости заключалось в том, что будет достигнут как минимум один из следующих результатов по улучшению хрупких земель: уменьшение/предупреждение водной эрозии, увеличение растительного покрова на пастбищах или путем высева многолетних трав, сохранение почв и их водоудерживающей способности, улучшение качества почв, повышение эффективности водопользования, повышение устойчивости снабжения продуктами питания и корма для скота, повышение устойчивости возобновляемых энергетических источников, применение интегрированных методов борьбы с сельскохозяйственными вредителями. Эти условия способствовали тому, что гранты не предоставлялись на выполнение тех проектов, которые не были напрямую связаны с целями устойчивого землепользования.

Во-вторых, для работников комитетов развития джамоатов, районных специалистов по землеустройству и по охране окружающей среды, были организованы комплексные тренинги, на которых были детально рассмотрены, в том числе в форме практических игр, основные положения и формы взаимодействия законодательства Республики Таджикистан в области охраны природы (в том числе процедуры ОВОС, экологического контроля и мониторинга), основные требования ГЭФ к проектам, выполняемым при его финансировании, основные экологические требования к проектам ВБ. На примере типовых модельных проектов, реализуемых в разных природно-ландшафтных условиях Таджикистана, участники тренингов научились использовать методологию и подходы совместного (participatory) принятия решений по вопросам управления окружающей средой и выполнения проектов развития сельского хозяйства и сельской инфраструктуры для выбора наиболее эффективных с экономической и экологической точек зрения проектных предложений и идей.

**Таблица 6.1. Экологически приемлемые и неприемлемые инвестиционные мероприятия по повышению сельскохозяйственной производительности.**

Компоненты		
Повышение сельскохозяйственной производительности	Устойчивое управление землепользованием	Развитие инфраструктуры сельских районов
Приемлемые мероприятия		
<p>1. Повышение урожайности полевых и садовых культур, лекарственных растений, шелковиц для шелководства посредством внедрения новых приемлемых технологий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- создание простых низкочастотных теплиц</li> <li>- производство семян картофеля, кормовых культур</li> <li>- частные питомники, виноградники и фруктовые сады</li> <li>- совершенствование систем растениеводства с промежуточными и сменными посадками</li> <li>- выращивание лекарственных растений</li> <li>- улучшение сортов</li> <li>- совершенствование агрономических технологий в целях повышения производительности и минимизации закупаемых ресурсов</li> </ul>	<p>1. Садоводство на склонах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контурные насаждения фруктовых и ореховых деревьев на богарных землях</li> <li>- висячие сады (ring and basin systems)</li> <li>- сады с капельным/лиманным орошением, мульчирование</li> <li>- использование живых ограждений</li> </ul>	<p>1. Орошение в качестве поддержки мероприятий по устойчивому управлению землепользованием:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- восстановление существующих каналов и небольших оросительных каналов (посредством высадки деревьев)</li> <li>- стабилизация склонов с контурными внутренними канавами и каналами</li> <li>- ремонт и замена небольших насосов</li> </ul>
<p>2. Производство сельскохозяйственной продукции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- переработка семян масличных культур, овощей и фруктов</li> <li>- упаковка овощной и фруктовой продукции</li> <li>- производство молочной и мясной продукции</li> <li>- упаковка и сортировка</li> <li>- технически приемлемые хранилища сельскохозяйственной продукции</li> </ul>	<p>2. Управление пастбищами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- совершенствование производства кормов</li> <li>- повышение мобильности поголовья (включая ремонт укрытий в удаленных районах, пункты водопоя для скота)</li> <li>- пастбищеоборот и ограждения, например живые ограждения</li> <li>- улучшение подходов к пастбищам</li> </ul>	<p>2. Альтернативные источники энергии и эффективное использование энергоресурсов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- микрогидростанции</li> <li>- биогазовые установки</li> <li>- солнечная энергия</li> <li>- микростанции на энергии ветра</li> <li>- улучшенные печи</li> <li>- тепловая реабилитация общественных зданий</li> </ul>
<p>3. Повышение эффективности в животноводстве:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внедрение более качественных пород, подходящих для местных условий</li> <li>- племенное дело</li> <li>- разведение домашней птицы</li> <li>- частные ветеринарные услуги</li> <li>- ассоциации по управлению поголовьем (крупный рогатый скот, овцы и козы)</li> </ul>	<p>3. Высадка деревьев:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- лесные участки для получения топлива и древесины</li> <li>- ветрозащита/защитные полосы (в виде деревьев и кустарников) на холмах и вокруг полей</li> <li>- стабилизация вымоин за счет кустарников и посадки деревьев</li> <li>- живые ограждения</li> </ul>	<p>3. Питьевая вода:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- восстановление существующих систем</li> <li>- создание новых систем через сельские организации</li> </ul>
<p>4. Услуги в сельском хозяйстве:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- небольшие поставки производственных ресурсов для ведения сельского хозяйства, включая лизинг техники, установок</li> <li>- кузнечные услуги</li> <li>- предоставление информации о конъюнктуре рынка</li> <li>- транспортные и торговые кооперативы</li> </ul>	<p>4. Меры по сохранению почв и водных ресурсов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оборот культур (например, выращивание бобовых как промежуточных и сменных культур)</li> <li>- компостирование</li> <li>- ремонт оросительных систем в целях повышения эффективности использования водных ресурсов и предотвращения эрозии</li> </ul>	<p>4. Транспорт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подъезды к селам</li> <li>- ограниченный объем наиболее важных работ по ремонту и восстановлению подъездных дорог и дорог, ведущих к автомагистралям (доступ к рынкам)</li> <li>- совершенствование дорожного дренажа в малых объемах</li> <li>- ремонт небольших мостов (доступ к рынкам)</li> </ul>

5. Пчеловодство	5. Борьба с вредителями и болезнями: - биологический контроль - комплексные меры борьбы с вредителями (с использованием исключительно биопестицидов)	5. Другие мероприятия - стабилизация склонов посредством высадки травяных или кустарниковых и лесных культур и создания контурных посадок - защита от эрозии почв на берегах рек путем закрепления растительностью
Неприемлемые мероприятия		
- выращивание и производство табака - мероприятия, предусматривающие потребление значительного количества местного древесного сырья без восстановления лесов	- использование пестицидов класса Ia и Ib и класса II в классификации ВОЗ - мероприятия, включающие пахотные работы на обрывистых участках без террасирования - мероприятия, предусматривающие потребление значительного количества местного древесного сырья без восстановления лесов	- строительство дамб (старых или новых) высотой более 3 метров - создание новых оросительных установок - мероприятия, которые предполагают вынужденное переселение (дамбы, дороги и т.д.) - инвестиционные мероприятия в образовании и здравоохранении - мероприятия, ведущие к разрушению верхнего слоя почв на площади свыше 100 кв. м (например, широкие каналы, силосные ямы, и т.д.) - потребление значительного количества местного древесного сырья без восстановления лесов

Для проведения таких тренингов были разработаны методические материалы, включающие:

- методы анализа состояния окружающей среды (пространство и местоположение, время, приоритеты, участники (группы и отдельные лица));
- методы разработки концептуальных моделей функционирования локальных природно-территориальных комплексов (проектирование, управление и мониторинг общественных проектов развития), включая оценку ограничений и преимуществ, альтернативных подходов, возможности применения в конкретных условиях, прямых и косвенных угроз, последствий воздействия, применения смягчающих мер и т.п.;
- методы диагностики и ранжирования угроз окружающей среде, включая оценку ключевых угроз и связанных с ними состояниями природных ресурсов;
- методы составления простейших схематических карт и планов взаимосвязей природных ресурсов и угроз окружающей среде (Рис. 6.2);
- методы общественного участия в оценке окружающей среды и последствий воздействия, включая балльную оценку состояния и составление опросных листов.

В третьих, для оценки приемлемости проектных предложений, оценки экологических рисков, оценки и мониторинга основных достигнутых результатов, оценки и мониторинга результатов последствия проектных мероприятий была разработана матрица индикаторов, согласованная по основным укрупненным направлениям деятельности:

Рис. 6.2. Пример простого схематического плана оценки ресурсов и экологических угроз в джамоате



- Земледелие и садоводство на орошаемых равнинных землях
- Земледелие и садоводство на склонах (включая орошаемые и богарные земли)
- Агроресоводство
- Управление пастбищами и животноводство
- Пчеловодство
- Перерабатывающие производства, местные ремесла, технологии водо- и энергосбережения, улучшение питьевого водоснабжения, мельницы, кузницы, холодильники, птицеводство, и т.п.
- Ирригационные системы, восстановление оросительных каналов, строительство дамб, мостов, дорог, трубопроводов

Эти индикаторы (приведены ниже) использовались при оценке приемлемости и мониторинге выполнения и последствий мероприятий вне зависимости от масштаба малого проекта или его отнесения к тому или иному компоненту. Такой подход позволил впоследствии оценить экологическую эффективность проекта и соответствие контрольным показателям в целом.

*Матрица индикаторов* строилась по следующим принципам:

- оценка проводится по основным видам проектной деятельности, имеющим близкий экологический эффект вне зависимости от их принадлежности к разным подкомпонентам;
- оценка проводится для трех фаз развития малого проекта: фаза принятия решения о приемлемости малого проекта предложения, фаза мониторинга и оценки основных достигнутых результатов, фаза оценки и мониторинга

результатов последствия проектных мероприятий;

- оценка проводится для 4 уровней проектной деятельности (уровень малого проекта, уровень джамоата, уровень водосборного бассейна; уровень проекта – оценивается по сумме показателей каждого из индикаторов, взятых для разных видов проектной деятельности)

- оценка эффективности проводится по конечному перечню индикаторов, набор которых отличается для каждого вида проектной деятельности и отмечается в графах «результаты» и «воздействие»:

- √ площадь (га) улучшенных и/или восстановленных земель (где достигнуто существенное улучшение плодородия и продуктивности в результате улучшения структуры почвы, снижения каменистости, снижения засоления или антропогенного заболачивания);

- √ площадь (га) закрепленных склоновых земель (стабилизированных склонов в результате посадки деревьев, кустарников, трав, иных мероприятий). Для уровня водосбора указываются дополнительные данные, полученные с использованием космической съемки;

- √ площадь (га) облесенных и закустаренных территорий. Для уровня водосбора указываются дополнительные данные, полученные с использованием космической съемки;

- √ площадь (га) созданных улучшенных пастбищ и сенокосов;

- √ снижение нагрузки на зимние пастбища по сравнению с началом мероприятий (голов/га). Для уровня водосбора указываются дополнительные данные по площади (га) восстанавливаемых зимних пастбищ, полученные с использованием космической съемки;

- √ виды редких, эндемичных и исчезающих растений и животных, в отношении которых наблюдается устойчивое восстановление (список, количество, площадь охвата). Для пастбищных территорий источником информации могут быть чабаны и пчеловоды. В случае невозможности привести точные данные проводится качественная бинарная (да - нет) оценка увеличения биологического разнообразия;

- √ протяженность укрепленных берегов рек и каналов (км) в результате посадки деревьев, кустарников, трав, иных мероприятий (габионов и др.);

- √ экономия энергоресурсов (кВт/час/год) – рассчитывается в объеме энергопотребления от альтернативных источников энергии;

- √ экономия водных ресурсов (куб. м/год) – рассчитывается в объеме снижения потребления ирригационных вод при использовании водосберегающих технологий по сравнению с традиционными методами (напуском по бороздам);

- √ площадь (га) земель, орошаемых с использованием водосберегающих технологий;

- √ площадь (га) земель, на которых применяются биологические средства защиты растений как альтернатива химическим средствам;

- √ снижение количества (качественная бинарная (да - нет) оценка по сравнению с началом деятельности) и состава (список) сельскохозяйственных вредителей;

- √ снижение заболеваемости человека (качественная бинарная (да - нет) оценка для уровня малого проекта, данные статистической отчетности органов здравоохранения с указанием характера заболеваний для уровня джамоата и водосбора);

√ снижение заболеваемости животных (качественная бинарная (да - нет) оценка для уровня малого проекта, данные статистической отчетности ветеринарной службы с указанием характера заболеваний для уровня джамоата и водосбора);

√ снижение падежа (смертности) скота в процентах по сравнению с уровнем на начало мероприятий (качественная бинарная (да - нет) оценка для уровня малого проекта, данные статистической отчетности ветеринарной службы с указанием характера заболеваний для уровня джамоата и водосбора);

√ снижение числа оползней и селей в процентах за последний год (только для уровня джамоата и водосбора по данным статистической отчетности органов МЧС).

На фазе оценки приемлемости проекта также использован принцип использования индикатора «суперфактора»: равноценные проектные предложения имеют большую экологическую значимость, если суперфактор имеет знак «+», и меньшую значимость – если знак «-». В качестве положительных суперфакторов, усиливающих экологическую значимость проектов, служит следующая информация:

- Используются водосберегающие технологии
- Используются биологические методы защиты растений
- Выращиваются редкие, эндемичные и исчезающие виды растений
- Происходит увеличение биологического разнообразия
- Снижается уровень заболеваний и смертности скота
- Используются альтернативные источники энергии
- Малый проект способствует улучшению почв, сбережению воды, стабилизации склоновых земель, предотвращению водной и ветровой эрозии, просадок, вымочек
- Малый проект способствует росту биологического разнообразия, сохранению редких видов растений и животных

В качестве отрицательных суперфакторов, снижающих экологическую значимость проектов, служит следующая информация:

- В малом проекте используются в избыточных количествах химические средства защиты растений и удобрения
- Способствует увеличению нагрузки на зимние (ближние) пастбища
- Способствует увеличению риска эрозии склоновых земель
- Вызывает загрязнение водотоков и источников питьевого водоснабжения
- Вызывает загрязнение почв
- Вызывает снижение покрова древесной и кустарниковой растительности на склонах.

#### ***Роль партнеров проекта в выполнении экологических задач и их взаимодействие.***

Партнерство в области защиты окружающей среды в рамках проекта включало в себя следующие организации и институты:

- жители кишлаков и фермеры как основные получатели инвестиций в сельскохозяйственное производство и вкладчики проекта;
- группы общинных интересов как выразители общих интересов сельских жителей;

- профессиональные организации и союзы сельских производителей (пчеловодов, пастбищепользователей, водопользователей, и пр.) как выразители профессиональных интересов;
- комитеты развития джамоатов как органы, координирующие планы развития джамоатов и действия бенефициаров проекта на уровне отдельных джамоатов, и распределители грантовых средств;
- комитеты развития водосборных бассейнов и бассейновые центры координации проектов как органы, координирующие планы развития водосборных бассейнов, районных администраций, государственных контролирующих органов, и действия бенефициаров проекта и фасилитирующих организаций на уровне водосборных бассейнов;
- районные и сельские администрации, а также районные представители линейных министерств как наблюдающие органы и выразители государственных интересов на соответствующих уровнях;
- национальные неправительственные экологические организации как проводники глобальной и национальной политики в области охраны и управления окружающей средой;
- национальные академические учреждения: Таджикская академия сельскохозяйственных наук и Таджикская академия наук - как исследовательские учреждения и распространители научных знаний и методологий;
- международные неправительственные организации как фасилитаторы деятельности проекта в каждом водосборном бассейне;
- Центр управления проектом при Правительстве Республики Таджикистан как административная структура, управляющая проектом в целом;
- линейные министерства (Минсельхоз, Госкомзем, Госкомприрода и др) как выразители государственных интересов на национальном уровне;
- Правительство Республики Таджикистан как заказчик Проекта и один из основных инвесторов;
- ГЭФ как выразитель глобальных интересов в области охраны окружающей среды и один из основных инвесторов;
- Всемирный Банк как один из основных инвесторов, финансирующее агентство проекта и надзорный орган за ходом его выполнения.

Вопросы, связанные с экологической оценкой, мониторингом и оценкой результатов проекта, в той или иной форме находились в ведении всех партнеров проекта.

*Сельские бенефициары.* Как и прогнозировалось при разработке проекта, села сами распределяли ресурсы в рамках фиксированных бюджетных ограничений между малыми проектами в процессе совместного анализа и выработки решений (Рис. 6.3). Уровень экологической грамотности сельских жителей в целом невысок, однако после проведения бесед и примеров результативного сочетания эффективных ресурсосберегающих технологий с выращиванием выгодных культур существенно выросло число фермеров, использующих такие технологии. Особенное ускорение данному процессу придал проведенный конкурс «Лучшие достижения в области сельского развития» (см ниже). Всего проект охватил 7 районов, на территории которых расположены 39 джамоатов в 402 сел. Общее число реализованных малых проектов составило 3845. Общее количество участвовавших в проекте бенефициаров составило 238 000.



**Рис. 6.3. Активное участие женщин в определении нужд села и экологической обстановки**

Комитеты/центры развития джамоатов (КРД) были важнейшими партнерами проекта, а их члены – в особенности, выступая в роли выразителей политики проекта на местах. Проект поддержал создание КРД там, где их раньше не было, и обеспечил подготовку сотрудников КРД в разных областях, включая управление, сельскохозяйственную практику и агрономию, а также организацию рационального использования природных ресурсов и охрану окружающей среды. В результате КРД расширили свои возможности в плане предоставления сельским жителям технической и консультативной помощи.

Сотрудничество с международными организациями-фасилитаторами (AKF / MSDSP, ФАО, ПРООН и WHN), имеющими большой опыт в осуществлении проектов развития и проектов экологической направленности (в частности, в области разработки принципов экологической политики, базовых форм для проведения экологической оценки и воздействий на окружающую среду, методов мониторинга и снижения экологических рисков, выявления приемлемых водо- и почвосберегающих технологий и др), оказало неоценимую помощь в повышении потенциала сельских общин по изучению проблем, разработке малых проектов и их реализации в начальный период работы. Именно фасилитирующие организации были первыми, кто взял на себя нелегкий и малозаметный труд по повышению осведомленности и заинтересованности сельских жителей в применении ресурсосберегающих технологий водо- и землепользования. В результате современные исследования показывают, что более 85% населения в горных регионах и более 75% населения на равнинах признают эффективность ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве и используют или готовы использовать эти технологии.

Быстро и эффективно использовать международный опыт в отдаленных районах Таджикистана организациям-фасилитаторам помогало то, что эти организации укомплектованы преимущественно сотрудниками из числа местного населения, вкладывающими в свою работу в рамках проекта знания и богатый опыт работы в местных условиях. Организации-фасилитаторы, в свою очередь, заключали контракты с местными НПО и исследовательскими институтами для обеспечения, по мере необходимости, дополнительной помощи, например, для прохождения подготовки в таких областях, как сельскохозяйственные технологии, подготовка образовательных дидактических и методических материалов и т.д.

Важно отметить, что опыт работы местных национальных НПО с международными организациями позволил за несколько лет работы проекта существенно поднять квалификационный уровень их сотрудников, что дало им возможность активно участвовать наравне с международными НПО в выполнении ряда мероприятий проекта на его финальной стадии (см. ниже о модельных проектах по управлению пастбищами и по самотечному орошению).

*Достижения в области охраны окружающей среды по компоненту «Инвестиции в сельскохозяйственное производство».* По данным экологического мониторинга, достижения проекта значительны, а некоторые из них впечатляют даже на общенациональном уровне (Таблица 6.2). При этом важно отметить, что основными прямыми воздействиями, направленными на улучшение земель, охвачено около 15500 га! Среди них: физическая и химическая реабилитация почв и земель (очистка от камней, рассоление, дренаж, и т.д.); улучшение склонов и остановка эрозии путем посадки деревьев, кустарников и других деревьев; использование новых технологий (севооборот, капельное орошение, террасирование склонов, и т.д.; восстановление земель для новых садов и виноградников; расширение и коренное улучшение пастбищ (дополнительный посев, строительство заграждений и т.д.); улучшение пастбищ путем применения пастбищеоборотов и других косвенных воздействий (Рис. 6.4).

Весьма красноречиво выглядят результаты проекта в области агролесоразведения. Так, за счет средств проекта было высажено свыше 1.3 миллионов деревьев на декханских землях на площади около 3000 га - это лесопосадки для местных нужд, плодовые и ореховые деревья, питомники древесных культур, защитные лесопосадки для закрепления оврагов, берегов каналов и рек.

Гораздо большая территория охвачена эффективными косвенными воздействиями мероприятий проекта.

Так, *реконструкция малых дорог и троп, реконструкция и ремонт малых мостов* позволили населению использовать удаленные земли и улучшать их состояние, а также направлять стада на отдаленные пастбища, что, в свою очередь, содействует природному восстановлению почв вдоль основных маршрутов передвижения скота, снижению нагрузки на ближние (зимние) пастбища, улучшению санитарной обстановки в кишлаках и селитебных зонах. В целом, в рамках 55 малых проектов проведен ремонт 251 км местных дорог, а 65 малых проектов способствовали восстановлению мостов общей длиной 1 200 м.

*Строительство и реконструкция кошар для скота* также предоставили возможность для снижения воздействия на зимние пастбища и земли, которые находятся вблизи кишлаков, а также способствовали улучшению санитарного состояния в кишлаках, снижению заболеваемости людей и животных. В целом, в рамках 29 малых проектов было построено или отремонтировано 17885 кв. метров помещений для скота, в которых были размещены около 45 000 голов. Положительное воздействие было достигнуто путем совершенствования методов управления большинством стад (ветеринарные услуги, стрижка, окот и т.д.) в более отдаленных зонах выпаса от населенных пунктов. Это в результате приводит к снижению пастбищной нагрузки на больших территориях летних пастбищ, которые остаются свободными от чрезмерного давления со стороны крупного и мелкого рогатого скота на летнее время.

*Создание водопоев для скота* предоставило похожие и даже более расширенные дополнительные выгоды, поскольку более частое расположение мест для водопоя снижает необходимость в долгих перегонах, в особенности вдоль земель, находящихся вблизи населенных пунктов и кишлаков. Всего было выполнено 7 таких пилотных проектов.

**Таблица 6.2. Общие результаты компонента по инвестициям в сельскохозяйственное производство по экологически значимым направлениям деятельности.**

Направления деятельности	Количество малых проектов	Площадь, охваченная прямыми и косвенными экологическими эффектами, га	Экологический эффект
Садоводство на склонах	1443	2644	Закрепление склонов, Эффективное использование земельных ресурсов
Террасирование и укрепление склонов	79	278	Закрепление склонов, эффективное использование земель
Питомники древесных культур	14	6	Закрепление склонов, создание условий национальной устойчивости
Очистка с/х полей от камней	2	4	Улучшение почв
Однолетние культуры	162	510	Закрепление склонов, улучшение почв
Картофельводство	27	24	Закрепление склонов, улучшение почв
Виноградники	62	431	Закрепление склонов, эффективное использование земель, улучшение почв
Посадки деревьев на строительную древесину и защитные полосы	69	80	Закрепление склонов, эффективное использование земель, улучшение почв, сохранение естественной растительности
Лекарственные растения	6	57	Улучшение почв, сохранение биоразнообразия
Пчеловодство	159		Сохранение биоразнообразия в горах перекрестным опылением растений

Теплицы	54	2	Эффективное использование энергии и земельных ресурсов
Укрепление берегов рек	32	1508	Предотвращение эрозии
Ремонт насосных станций для орошения	7	444	Эффективное использование водных и земельных ресурсов, улучшение почв
Ремонт оросительных каналов	217	1250	Эффективное использование водных и земельных ресурсов, улучшение почв
Восстановление дренажа	7	340	Улучшение почв
Улучшение пастбищ	152	23061	Закрепление склонов, эффективное использование земель, улучшение почв
Строительство и ремонт кошар	30	21250	Эффективное использование земельных ресурсов, снижение нагрузки на зимние пастбища, снижение заболеваемости животных
Ремонт и строительство малых мостов	56	4050	Эффективное использование земельных ресурсов, снижение нагрузки на зимние пастбища, экономия энергетических ресурсов
Ремонт дорог к пастбищам	171	33636	Эффективное использование земельных ресурсов, снижение нагрузки на зимние пастбища
Водопой для скота на пастбищах	13	7048	Эффективное использование земельных ресурсов, предотвращение усиленной деградации почв на скотопрогонах
Рыбоводство	4	7	Эффективное использование водных ресурсов, сохранение агробιοразнообразия
Источники питьевой воды, водопроводы	170		Улучшение санитарных условий, снижение заболеваемости
Биогазовые установки	3		Эффективное использование энергетических ресурсов
Малые ГЭС	24		Эффективное использование энергетических ресурсов
Использование солнечной энергии	5		Эффективное использование энергетических ресурсов
Дамбы и малые водохранилища	1		Эффективное использование водных ресурсов, предотвращение эрозии и селей
Всего	3845	96630	

**Рис. 6.4. Мероприятия по устойчивому землепользованию, выполненные в рамках проекта CAWMP**



**Закрепление склонов и сенокосы**



**Очистка участка от камней**



**Закрепление оврагов**



**Контурные посадки ореховых и фруктовых деревьев для укрепления почвы**



**Создание садов методом террасирования**



**Садоводство с применением капельного орошения и мульчирования**



**Коренное улучшение пастбищ (посев изеня) на деградированных землях**



**Питомник древесных культур**



**Строительство кошары по дороге к летним пастбищам**



**Берегоукрепительные работы**

Снижению деградации и эрозии почв, повышению плодородия способствовали также и такие работы, как *берегоукрепительные* с возведением габионов и посадкой деревьев для борьбы с овражной эрозией, *посадка деревьев* вдоль каналов для предотвращения деградации земли. Общая длина полос древесных и кустарниковых насаждений и габионов составила более 213 км.

Таким образом, по самым скромным экспертным подсчетам, перечисленные мероприятия способствовали эффективному косвенному воздействию, восстановлению и улучшению состояния почв, защите от ветровой и водной эрозии, снижению селевой опасности и т.п. более чем на 81 тыс. га земель! Еще большая площадь, которую крайне трудно учесть (по разным экспертным оценкам она составила на 1 января 2012 года от 30 до 100 тыс. га), охвачена мероприятиями, которые не были финансированы проектом, но выполнялись декханами самостоятельно и за их собственный счет, после того как они убедились в эффективности проектных модельных мероприятий.

В дополнение к результатам, которые можно выразить в единицах площади улучшенных земель, необходимо отметить и другие полезные результаты в области защиты окружающей среды:

- расширилось использование фермерами биологических методов защиты растений в качестве альтернативы химическим средствам;
- установлено более чем 5 300 ульев для пчел, способствующих возрождению важной экономической деятельности, а также имеющих большое значение для повышения сельскохозяйственной производительности и сохранения биологического разнообразия в горных регионах;
- такие энергосберегающие технологии, как солнечные обогреватели, сушки и водяные мельницы, по расчетам, позволяют экономить как минимум 260 тысяч кВт\*ч в год. В дополнение были отремонтированы или установлены 25 мини ГЭС;
- ветеринарные пункты снизили случаи заболевания и уровень смертности среди скота примерно на 30% и 20%, соответственно
- системы питьевого водоснабжения в кишлаках содействовали снижению уровня заболеваемости кишечными инфекциями примерно на 30%.

### *Успехи проекта в экологизации сельскохозяйственного производства и устойчивом землепользовании*

*Интегрированные методы защиты растений и использования пестицидов, в т.ч. тренинги.* При разработке проекта предусматривалось, что земельная реформа в Таджикистане приведет к появлению многих мелких сельскохозяйственных производителей, которые, в случае их стимулирования со стороны проекта, могут использовать значительное количество вредных средств защиты растений, что неизбежно приведет к ухудшению экологической обстановки, загрязнению почвы и воды. Поэтому еще на предпроектной стадии в рамках экологической деятельности проекта отводилось важное место стимулированию и необходимости обучения по применению альтернативных, преимущественно биологических методов защиты растений.

Проектом был организован цикл специальных тренингов, основной целью которых было распространение знаний по контролю за вредителями и использованию надежных пестицидов. В каждом из 7 пилотных районов проекта были проведены «Полевые школы фермеров» по вопросам интегрированного контроля сельскохозяйственных вредителей (Рис. 6.5). В качестве демонстрационных участков для этих школ-тренингов были использованы угодья фермеров, выбранных в качестве победителей в категории «Управление борьбой с вредителями» в рамках конкурса «Лучшие достижения в развитии села» (см. ниже). Основные особенности этих курсов заключались в демонстрации использования феромонов и биологических методов для борьбы с вредителями, в том числе обучающиеся получили знания в области практического использования феромоновых ловушек, правильного определения количества вредителей растений, использования медоносных растений и кустарников вокруг посадок зерновых, фруктовых и овощных культур, которые будут привлекать природных энтомофагов.

*Рис. 6.5. Тренинги по использованию пестицидов*



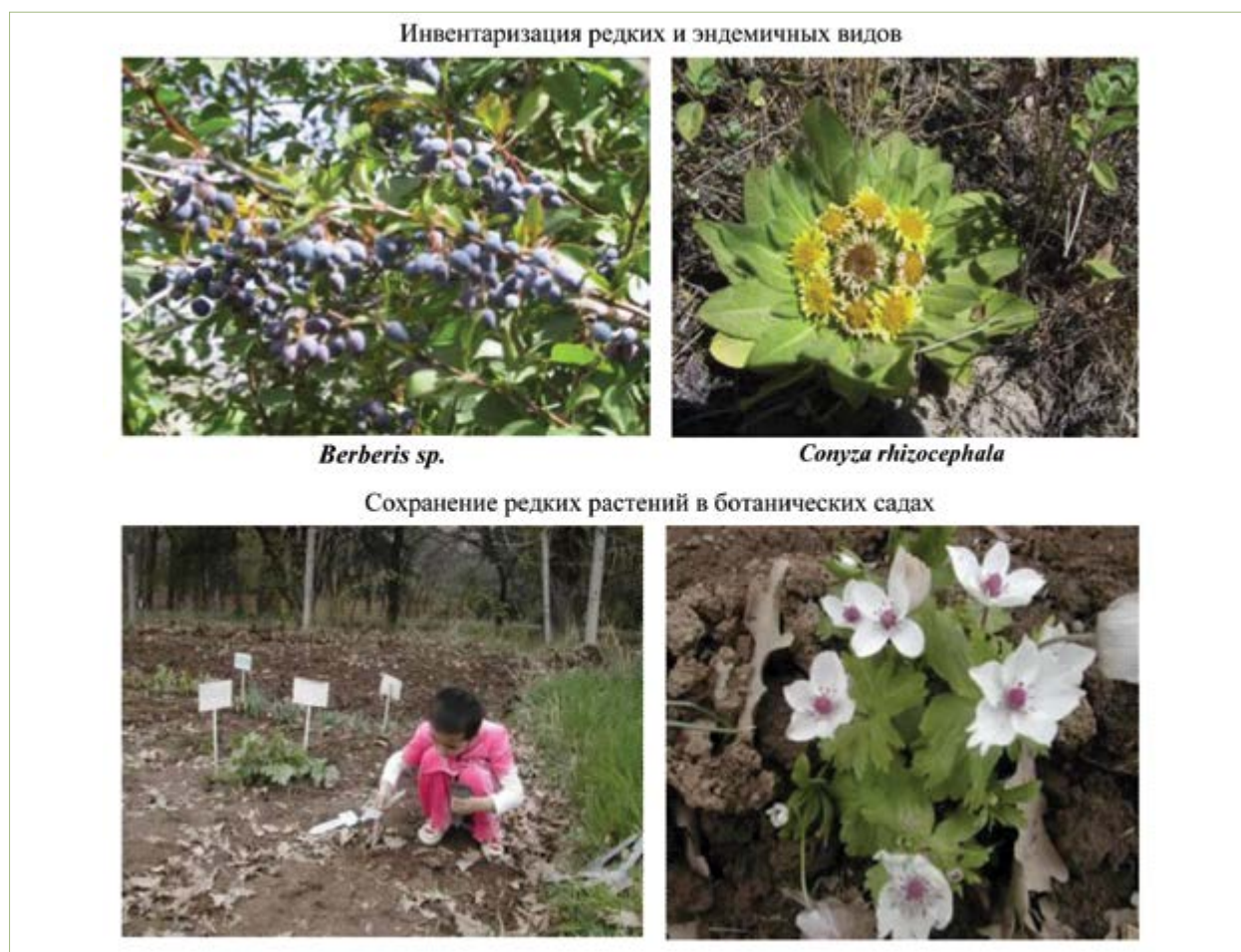
Кроме того, обучающиеся получили навыки использования биопестицидов для борьбы с вредителями и болезнями растений, что способствует уменьшению загрязнений окружающей среды и почвы, сохранению здоровья людей. В качестве биопестицидов рекомендовано использовать растения, имеющие пестицидное действие, такие как юган, ботва картофеля и томата, листья грецкого ореха, острый перец, гармала, крапива, табак и т.д. Кроме того, демонстрировались традиционные методы борьбы с вредителями (обертывание ствола деревьев войлоком, побелка известью и т.д.), распространялась информация о химических пестицидах, разрешенных к применению в Таджикистане.

Результаты проекта в области сохранения биологического разнообразия и инвентаризации флористических ресурсов Таджикистана. Проектом была инициирована работа, направленная на сохранение редких, эндемичных и исчезающих видов растений, которая была проведена Институтом ботаники Таджикской Академии наук в 2008-2010 гг. В ходе и по итогам экспедиционных работ была проведена инвентаризация редких видов растений в 4 водосборных бассейнах, охватываемых проектом, составлены карты распространения редких видов, проведен сбор семян и саженцев для их выращивания на экспериментальных площадках Института ботаники в ботанических садах в Душанбе и Кулябе, проведены семинары для местного населения, составлены гербарии и методические руководства по устойчивому хозяйственному использованию ресурсов редких видов растений.

Всего было инвентаризировано и описано 425 редких и исчезающих видов (из которых 392 эндемики), а также созданы условия для их сохранения путем высаживания саженцев и сбора семян (Рис. 6.6).

Были даны рекомендации по сохранению и рациональному использованию редких и исчезающих видов растений в сельском хозяйстве и медицине.

**Рис. 6.6. Мероприятия по сохранению редких и эндемичных видов**





## *Мероприятия по стимулированию экологически устойчивого земледелия в декханских хозяйствах*

Конкурс «Лучшие достижения в развитии села». По мере выполнения проекта по инвестициям в сельскохозяйственное производство стало очевидно, что проектом приобретен колоссальный опыт в области разнообразия подходов, методов и технологий, используемых сельскими жителями для повышения продуктивности сельского хозяйства и устойчивого эффективного управления природными ресурсами, прежде всего, почвенными и водными. Поэтому на определенном этапе задача распространения этого бесценного опыта для обеспечения устойчивости результатов проекта стала первостепенной.

Для распространения опыта и стимулирования тиражирования результатов был выбран способ организации конкурса «Лучшие достижения в развитии села» по трем основным категориям: «Комплексные методы защиты растений», «Восстановление пастбищ и их эффективное управление», «Водосберегающие технологии».

Выбор этих категорий был обусловлен тем, что проектом к тому времени были выявлены следующие основные экологические проблемы, связанные с деятельностью хозяйств: (1) малоэффективное управление водными ресурсами; (2) эрозия почвы из-за неправильной системы управления хозяйством и использования устаревших сельскохозяйственных технологий и агротехнических приёмов; (3) загрязнение основных источников из-за сбросов воды; (4) убытки, вызванные сельскохозяйственными вредителями; (5) деградация земельных ресурсов из-за малоэффективного растениеводства и животноводства.

Основные цели конкурса состояли в следующем:

1. Дать возможность группам общинных интересов, индивидуальным и семейным фермерам, отдельным домохозяйствам повысить эффективность растениеводства и животноводства за счет применения экологически безопасных методов ведения сельского хозяйства и борьбы с вредителями.
2. Смягчить возможные экологические риски, связанные с изменениями в сфере экологически неприемлемого землепользования. Способствовать сокращению убытков, вызванных сельскохозяйственными вредителями, с целью повышения производительности сельского хозяйства в ближайшем будущем, а в долгосрочной перспективе – укрепить национальный и местный потенциал с целью снижения рисков в отношении окружающей среды и здоровья человека, связанных с неприемлемыми методами землепользования, и борьбы с вредителями на участвующих в проекте территориях.
3. Укрепить возможности и потенциал местных сотрудников и специалистов по вопросам сельского хозяйства, охраны окружающей среды, использованию земельных и водных ресурсов в части определения экологических рисков и обеспечения устойчивости использования фермерами своих земельных участков в различных агроклиматических и почвенных условиях, наряду с обучением различным методам землепользования и возделывания сельскохозяйственных культур, выявления вредителей, определения предела прочности, принятия взвешенных решений, чтобы обеспечить возможности безопасной и экономически эффективной борьбы с деградацией земель и вредителями.

4. Содействовать повышению осведомленности через организацию кампании в средствах массовой информации и информационно-просветительские мероприятия среди местного населения, нацеленные на продвижение новых методов землепользования и переориентирование сельскохозяйственного производства на более адаптивные культуры для большей поддержки для реорганизации сельскохозяйственных земель, так и извлечению из этого процесса большой пользы.
5. Снизить риски, которым подвергается здоровье человека и животных, деградации земель или снижение темпов деградации земель новых землепользователей.
6. Содействовать улучшению качества окружающей среды и принятию фермерами экологически целесообразных методов с целью сокращения потерь урожая и продуктивности скота с минимальными рисками для здоровья человека и окружающей среды, соответственно, увеличению доходов землепользователей.
7. Содействовать улучшению сотрудничества в сфере разработки национальной политики комплексных мер по борьбе с вредителями с целью обеспечения соблюдения международных конвенций и выполнения методических рекомендаций по борьбе с деградацией, опустыниванием земель и использованием пестицидов.

Для того, чтобы в полной мере использовать результаты этого конкурса, одним из условий для победителей было разрешение использовать их земельные угодья в качестве демонстрационных участков для обучения по вопросам борьбы с сельскохозяйственными вредителями, управлению пастбищными угодьями, водосберегающим и современным агротехнологиям, причем не только в данном проекте, но и в проектах других доноров при проведении правительственных инициатив. Эти участки также будут служить в качестве учебных примеров для фермеров и местных экспертов и должностных лиц.

Награждение победителей конкурса было проведено руководством районов, что имело большой общественный резонанс и вызвало желание участвовать в таких конкурсах в дальнейшем у большего числа фермеров.

### ***Модельные подпроекты и мероприятия по экологически устойчивому управлению микроводосборами и пастбищами***

*Принципы экологизации управления водным хозяйством и землепользованием в ассоциациях водопользователей: подпроект «Организация самотечного орошения в малых водосборных бассейнах».* В ходе выполнения проекта SAWMP были отмечены факты слабой эффективности малых проектов, связанных с землепользованием на орошаемых землях. В регионах с недостаточными водными ресурсами орошение является единственной возможностью повысить продуктивность сельскохозяйственных культур, однако землепользователи не всегда могут оказывать влияние на сроки, способы и количество подаваемой на их поля воды. Отмечены ситуации, когда (а) централизованно подаваемая на поля поливная вода поступает не вовремя, что не позволяет снизить риски весенней и раннелетней засухи, приводит к гибели ранних посевов; (б) вода поступает в количествах, значительно превышающих необходимые для полива, что приводит к значительной инфильтрации поливных вод в грунтовую толщу, размыванию почв,

значительной плоскостной и овражно-бороздковой эрозии; (в) полив продолжает осуществляться напуском по бороздам, что способствует вымыванию из почв значительного количества питательных элементов, перерасходу воды, заиливанию коллекторных систем; (г) дренажные воды отводятся во многих случаях «на рельеф», что способствует переувлажнению, а в ряде случаев заболачиванию и засолению сопредельных территорий, а также загрязнению вод ниже по течению; (д) население фактически не несет ответственности за загрязнение воды мусором, а также органическими и неорганическими химическими загрязнителями, что приводит к снижению качества вод, используемых для полива, и даже качества питьевой воды ниже по течению. Несмотря на имеющиеся разработки ученых по использованию водосберегающих технологий и положительные примеры, используемые эффективными фермерами, эти модельные и дешевые варианты не находят пока широкого применения.

Проектом была поддержана инициатива по восстановлению и регулированию полевого орошения в системах самотечного орошения, что способствует интенсификации сельскохозяйственного производства в долинах и тем самым снижает экологическую нагрузку на сопряженные склоновые земли (Рис. 6.7).

Проектная деятельность в рамках этой инициативы включала три направления:

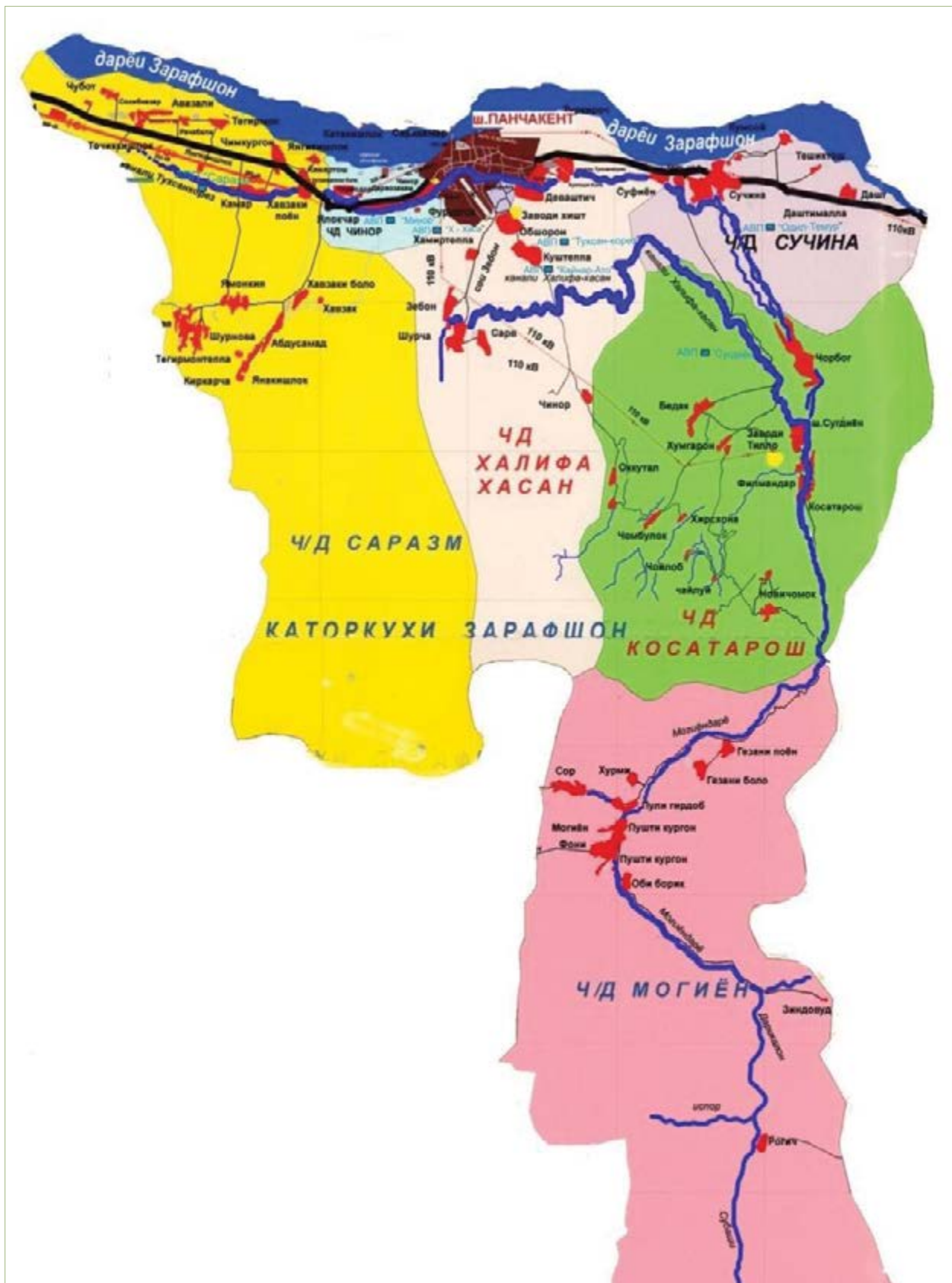
- Исследование возможностей и организация многостороннего сотрудничества между ассоциациями водопользователей (АВП) и другими водопользователями в бассейне реки Могиён по использованию самотечного орошения.
- Проведение мероприятий по распространению опыта и созданию стимулов применения водо- и почвосберегающих технологий на внутри- и межхозяйственном уровне.
- Организация небольших работ по применению водосберегающих технологий в пилотных АВП.

Для достижения этих целей проводилось: (а) выявление эффективных примеров применения перспективных водосберегающих технологий на местах и проведение семинаров-тренингов и учебных туров на примере местных лучших достижений с привлечением тренеров из числа фермеров; (б) организация и проведение конкурса малых работ по реализации и распространению передовых водосберегающих технологий между водопользователями. В итоге проведения этих работ были разработаны рекомендации по организации многостороннего сотрудничества между АВП и другими водопользователями в малых бассейнах, включающие оценку существующих и потенциальных возможностей, рисков и конфликтов, типовые методы их диагностики, снижения и преодоления, способы распространения положительного опыта водо- и почвосберегающих технологий, с описанием типовых эффективных технологий водопользования.

Модельный проект позволил достичь следующих эффективных результатов:

- были разработаны предложения и рекомендации по улучшению взаимоотношений между водопользователями в верховьях и низовьях бассейна реки Могиён по вопросам использования и управления водных ресурсов;
- актив АВП получил дополнительные необходимые знания в области применения водосберегающих технологий, рационального использования земельных ресурсов;

Рис. 6.7. Схема бассейна р. Могиён с разделением между ассоциациями водопользователей



- путем проведения конкурса оказана поддержка лучшим фермерам и привлечено внимание к следующим основным аспектам водосберегающих методов: эффективное использование инновационных и традиционных технологий водосбережения; экологическая эффективность через экономию воды и повышение урожайности сельхозкультур; эффективное использование водных ресурсов;
- выявлены экологические аспекты эффективного регулирования водоснабжения в малых водосборных бассейнах и оценена их экономическая эффективность.

*Принципы экологизации управления пастбищами.* Несмотря на то, что проект всегда обращал внимание на важность пастбищной проблемы в Таджикистане, особенно в связи с вопросами управления окружающей средой (экстремальная деградация зимних (ближних) пастбищ и территорий, используемых под выпас вокруг кишлаков, катастрофическое падение биологического потенциала и продуктивности горных пастбищ, обеднение биологического разнообразия, сведение лесной растительности и др.), активную работу по пастбищной проблеме проект начал лишь во второй половине срока.

Проектом был проведен ряд интервенций по стимулированию роста числа предложений по организации пастбищных подпроектов, исследованию состояния горных пастбищ и системы их управления в регионах проекта, обучению сельских жителей рациональным приемам использования пастбищ, разведения и содержания скота.

Проект отмечал неоднократно, что эффективное использование пастбищных земель будет в наибольшей степени способствовать подъему продукции сельского хозяйства, в первую очередь животноводства. Кроме того, следует отметить относительную сложность и комплексность «животноводческих» и «пастбищных» предложений, несмотря на их «точечную» направленность. Эта сложность предполагает особо внимательный подход к оценке таких предложений не только с точки зрения их экономической эффективности и экологических рисков, но и с точки зрения перспектив их развития и устойчивости по всей цепочке экологических и экономических взаимосвязей. Так, в качестве положительных примеров поддерживались малые проекты по восстановлению кошар, благодаря которым исполнители предполагали улучшить доступ скота к питьевой воде, улучшить горные сенокосы для заготовок корма на зимний период, а кроме того, косвенно достичь уменьшения нагрузки на скотопрогоны по территории летних пастбищ и снижения заболеваемости скота. Другой положительный пример, когда малый проект по улучшению пород крупного рогатого скота в развитие предполагает восстановление фермы, расположенной вдали от населенного пункта, улучшение земель для повышения продуктивности сенокосов, организацию источников питьевого водоснабжения и использования в этих целях энерго- и водосберегающих технологий, которые были продемонстрированы в других малых проектах.

Особо острой проблемой является рациональное использование и восстановление земель на ближних пастбищах. Так, в бассейнах Зеравшана и Тоирсу (то есть засушливых регионах) отмечается значительное количество деградированных земель на прилегающих к населенным пунктам территориях. Местное население

не уделяет необходимого внимания улучшению состояния истощенных ближних пастбищ, ошибочно связывая их ухудшение с «глобальными изменениями климата», и видит возможные пути улучшения пастбищ и сенокосов только в ирригации и посеве трав. Вместе с тем, как показывает экспертная оценка, проведенная консультантами Всемирного Банка и приглашенными международными и национальными специалистами проекта SAWMP, основной причиной является многократная перегрузка пастбищ и уничтожение кустарниковой и древесной растительности, что, в свою очередь, приводит к усилению поверхностного стока, снижению влагоемкости почв, снижению продуктивных долговременных запасов внутрпочвенной влаги и, в конечном итоге, к аридизации микроклимата и снижению биопродуктивности этих экосистем. Возможности для решения этой проблемы имеются, например, путем возведения защитных поясов в виде горизонтальных кулис из засухоустойчивых кустарников и трав, снижающих эрозию и увеличивающих влагозапасы в почвах, путем локализации скотопрогонов, организации пастбищных оборотов и др. Местами такая работа проводится местными жителями, имеет значительный экологический эффект, но такого рода предложения не были включены в число мероприятий, выполняемых в рамках проекта на его первых фазах, поскольку ожидаемые результаты носят скорее средне- и долгосрочный характер, чем краткосрочный.

Перечисленные обстоятельства и опыт, накопленный проектом, были учтены при организации модельного проекта по комплексному управлению пастбищами в джамоате Дар-Дар (Айнийский район). Модельным проектом «Устойчивое управление пастбищами на уровне джамоата» предусматривалось выполнение следующего комплекса действий, имеющих одновременно важное экономическое, экологическое и институциональное значение:

- выявление ключевых действующих лиц и партнеров;
- выявление социальных, экономических и природных ресурсов, имеющих ключевое значение (достаточность - недостаточность) как на уровне отдельных кишлаков, так в целом в джамоате;
- оценка перспектив и пределов развития пастбищного животноводства на уровне кишлаков и джамоата;
- оценка основных экономических, социальных и экологических рисков пастбищного животноводства на текущий момент и на перспективу;
- выявление потенциальных и текущих конфликтов и проблем, их социальных, экологических и ландшафтных причин и степени воздействия на развитие пастбищного животноводства;
- оценка устойчивости текущих методов управления пастбищами;
- выявление ключевых проблем и разработка приоритетных мероприятий на уровне отдельных кишлаков и джамоата в целом;
- выявление и описание модулей пастбищной системы (водопой, пастбищеоборот, дороги, укрытие для скота, ветобслуживание, корма на зиму и т.д.);
- предложения по урегулированию конфликтов и решению ключевых проблем и приоритетных мероприятий (оценка необходимости);
- составление планов действий с указанием исполнителей, источников финансирования и сроков;
- подготовка картографических материалов (схем пастбищных оборотов, расположения основных модулей, и др.) для целей управления;

- оказание консультативной помощи для создания ассоциации пользователей пастбищ;
- разработка руководства по проведению самостоятельной оценки и мониторинга мероприятий плана управления пастбищами на уровне кишлаков и джамоата в целом;
- подготовка руководства по управлению пастбищами на уровне джамоатов, включающего выявление необходимости и возможности составления планов, оценку рисков, проблем и ресурсов, пути разрешения конфликтов, организацию планирования и мониторинга, обеспечение устойчивости;
- разработка методики использования учебных модулей для повышения уровня знаний и навыков бенефициаров на уровне кишлаков и джамоата.

Выполнение данного модельного проекта позволило выявить ключевые аспекты, связанные с деградацией пастбищ (причины, степень и скорость деградации), наметить главные направления улучшения пастбищ и снижения пастбищной нагрузки путем применения конкретных организационных, экономических, агротехнических, животноводческих, ветеринарных мер и приемов, а также образовательных технологий и повышения уровня осведомленности населения. Был разработан план действий по улучшению пастбищ и созданы условия для создания ассоциации пастбищепользователей на уровне джамоата.

### *Общие результаты проекта SAWMP в области охраны окружающей среды*

*Положительные результаты.* В целом результаты проекта в области окружающей среды (охраны и управления) можно оценить как очень успешные. Хотя проект не ставил перед собой задач, решаемых на национальном уровне, его точечные и локальные интервенции, проведенные в пределах водосборных бассейнов Зеравшана, Сурхоба, Ванджа и Тоирсу в 7 районах Республики Таджикистан, в целом дали общий синергетический и комплексный экологический эффект в таких областях как:

- повышение информированности и уровня знаний сельского населения в области охраны окружающей среды, оценки экологических рисков и эффективного применения экологически и экономически эффективных технологий в сельскохозяйственном производстве и общественной жизни сельского населения;
- приобретение населением навыков и опыта использования водо-, почво- и энергосберегающих технологий в сельском хозяйстве, альтернативных источников водо- и энергоснабжения;
- улучшение санитарной и экологической обстановки в населенных пунктах;
- восстановление и рациональное использование деградированных земель и повышение плодородия почв в регионах, охваченных проектом;
- восстановление продуктивных орошаемых земель;
- восстановление и эффективное использование пастбищных земель;
- увеличение площадей, покрытых древесной растительностью;
- снижение рисков неблагоприятного антропогенного воздействия на окружающую среду.

Этот далеко не полный перечень результатов проекта в области окружающей среды является следствием титанической работы населения Республики Таджикистан, которое своим нелегким трудом выполнило и перевыполнило цели

и задачи данного проекта. Важно отметить, что многие из достигнутых результатов имеют огромный потенциал для дальнейшего развития, и другие международные и национальные проекты в области развития сельского хозяйства и экологически устойчивого природопользования уже приняли эту эстафету.

*Практические рекомендации проекта для УЗП.* Проектом накоплен значительный опыт разнообразных подходов и приемов, используемых местными жителями в целях устойчивого землепользования и получения дохода. Среди них мероприятия по сохранению почв, по энергосбережению, по водосбережению, по восстановлению пастбищ.

Подходы и мероприятия по сохранению почв отличаются значительным разнообразием и могут быть агрегированы в следующие основные технологии, ориентированные в основном на улучшение почвенного плодородия и предупреждение опустынивания и деградации земель:

- террасирование крутых склонов с последующей высадкой садов, пород хозяйственной древесины, виноградников в зависимости от экологических условий и состояния рынка;
- компостирование и «органическое» земледелие;
- промежуточные культуры и получение нескольких урожаев в год;
- севооборот;
- комплексные меры по борьбе с вредителями с применением биологических методов;
- укрепление берегов рек и каналов с помощью габионов, посадки деревьев и кустарников;
- восстановление дренажных систем в засоленных областях.

Снижение потребления энергии и использование альтернативных источников энергии, предотвращающих вырубку деревьев и использование навоза в качестве топлива:

- использование родниковых вод для создания холодильных камер;
- использование солнечной энергии для обогрева и сушки (включая сушку фруктов);
- водяные мельницы и насосы;
- небольшие гидроэлектростанции.

Восстановление и улучшение пастбищ в разных случаях используют комплексно или по отдельности следующие технологии и подходы:

- управление пастбищеоборотом;
- создание и восстановление водопоев;
- разведение более продуктивных и адаптированных пород скота и домашних животных (яков, специальных пород овец, индюков);
- посев продуктивных кормовых растений (люцерна, эспарцет, изень, терескен);
- восстановление и создание убежищ для скота (загонов, кошар);
- восстановление доступа к дальним пастбищам (дороги и мосты);
- выращивание защитных лесных и кустарниковых полос;
- строительство заборов и загородок от животных;
- поддержка ветеринарных услуг;
- производство кормов.

В целом эти подходы способствуют снижению перевыпаса, ограничивают пастбищную нагрузку, тем самым улучшая качество почв и снижая риск проявления эрозии и оползневых явлений.



Водосберегающие технологии также способствуют уменьшению эрозии почв в горных условиях и снижению засоления на орошаемых землях в долинах. В комплексе или по отдельности они включают следующее:

- капельное орошение (преимущественно в виде примитивных, но достаточно эффективных систем и механизмов, изготовленных вручную), в основном для плодовых культур, виноградников и овощных культур;
- экранирование каналов и борозд с помощью пленки или пластиковых лотков для предотвращения избыточной инфильтрации и потерь воды;
- прокладка труб и установление малых насосов для воды;
- сооружение небольших прудов и водохранилищ;
- сохранение почвенной влаги, включая мульчирование поверхности почв, создание специальных валиков вокруг деревьев, особые технологии подготовки посадочных ям, снегозадержание;
- интегрированные подходы к эффективному использованию водных ресурсов, адаптированные для разных почв и разных культур.

Таким образом, SAWMP стал первым масштабным проектом в современном Таджикистане, сделавшим попытку стимулировать внедрение подходов УЗП в сельскохозяйственное производство, был инновационным по таким направлениям, как совместное принятие решений на уровне сел и джамоатов, создание отношений фермерской кооперации, управление инвестиционными фондами. Многие подходы проекта стали впоследствии использоваться другими правительственными и донорскими проектами в области УЗП, устойчивого использования природных ресурсов, сельском хозяйстве, развитии сельского предпринимательства и маркетинга. Обмен опытом и информацией между проектными территориями, разнообразными участниками проекта; конкурсы на лучшего фермера с последующими семинарами во многом способствовали распространению результатов и их репликативности.

*Два подхода к развитию УЗП в проектах Всемирного Банка.* Первый подход можно условно назвать *прямым подходом*. SAWMP был как раз таким проектом, прямо направленным на поиск и реализацию лучших практик устойчивого землепользования. Вместе с тем, далеко не все мероприятия проекта были устойчивыми. Хотя в современном Таджикистане большое внимание уделяется мелким фермерам как основе будущего развития национального сельскохозяйственного сектора, основными проблемами таких новых фермеров является крайний недостаток знаний, навыков и опыта по экологически устойчивому управлению земельными и водными ресурсами, а также по управлению агроэкосистемами. К сожалению, также отмечались в ходе мониторинга проектной деятельности целый ряд малоэффективных, а иногда и опасных проектов, реализуемых на уровне кишлаков и отдельных хозяйств, приводящих к потере и перерасходу оросительных вод, повышению риска оползней, селей и эрозии почв, перевыпасу и т.д. Чтобы предупредить такие примеры, в дальнейшем следует больше внимания уделять описанным выше подходам к составлению условий приемлемости, индикаторов выполнения, оценке устойчивости результатов.

Второй подход можно условно назвать *косвенным подходом*. Действительно, не все проекты являются прямо направленными на устойчивое землепользование. Так, например, проект по регистрации и кадастровой системе земель для устойчивого

сельского хозяйства (LRCSP) не является проектом по УЗП, но создает определенные риски путем создания и закрепления условий перехода земель в пользование новым хозяевам, обладающим слабыми знаниями и плохо понимающим свою ответственность за качество земельных ресурсов. Для таких землепользователей, равно как и для государственных специалистов по сельскому хозяйству, землеустройству, окружающей среде крайне важным является проведение эффективных тренингов по интегрированному управлению устойчивым землепользованием.

## **ПРОЕКТ ПО РЕГИСТРАЦИИ И КАДАСТРОВОЙ СИСТЕМЕ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (LRCSP<sup>3</sup>, 2005-2015)**

Цель проекта заключается в расширении масштабов деятельности по реорганизации хозяйств с тем, чтобы дать большему числу жителей сельских районов возможность стать самостоятельными хозяйственниками и принимать управленческие решения в зависимости от рыночной конъюнктуры, а также в укреплении прав землепользования и оказания услуг другим землепользователям. В рамках реализации LRCSP осуществляется масштабная реорганизация хозяйств и предоставляется доступ к сельскохозяйственным землям для малообеспеченных сельских жителей в большинстве районов страны.

С другой стороны, согласно имеющемуся на сегодняшний день опыту, новые фермеры и землепользователи, как правило, не осведомлены об устойчивых подходах и методах сельского хозяйства и экологической безопасности. Поэтому фермеры могут не предполагать возможные негативные воздействия, связанные с осуществляемой ими сельскохозяйственной деятельностью (например, эрозию, потерю органического вещества, засоление орошаемых земель, уплотнение, разрушение почвенной структуры и т.д.) В связи с этим, руководством по экологической оценке проекта поставлена задача научить фермеров контролировать состояние земельных ресурсов и окружающей среды, предупреждать риски землепользования на основе простых и понятных индикаторов. Кроме того, в проект включена деятельность и по стимулированию внутрихозяйственного управления водными ресурсами путем небольших инвестиций в мероприятия по ирригации, осуществляемые местными ассоциациями водопользователей.

*Тренинги для тренеров.* Для проведения обучения крайне важным является способ обучения и место проведения. Наиболее эффективным, очевидно, является обучение с использованием практических навыков и конкретных примеров. Несмотря на то, что в Таджикистане неплохо организована наука в рамках Академии сельскохозяйственных наук (ТАСХН), опыт SAWMP и первоначальный опыт LRCSP одновременно показали, что демонстрационные участки, организованные ТАСХН, имеют ограниченные возможности для целей обучения. Опытные декхане в рамках обмена опытом и инновационных подходов могут предложить гораздо больше примеров землепользования для практического воплощения и репликации, и эти примеры как раз могут быть изучены академической наукой и соответствующими заинтересованными НПО для дальнейшего распространения, адаптации и управления знаниями.

<sup>3</sup> Land Registration and Cadastral System for Sustainable Agriculture Project

Вместе с тем, очевидно, что в рамках одного проекта практически невозможно обучить всех новых фермеров, поэтому акцент был направлен на обучение государственных служащих – специалистов районного звена в области землеустройства, экологии, водного и сельского хозяйства, а также ключевых работников ассоциаций водопользователей и местных НПО, с тем, чтобы использовать их знания в дальнейшем для мониторинга деятельности и обучения новых фермеров.

Практический подход к организации и проведению тренингов включал в себя: (а) выявление и оценку участков, где фермеры применяют эффективные практики ведения хозяйства для того, чтобы определить использование наилучших (наименее опасных) методов улучшения состояния почвы и способов защиты растений от сельскохозяйственных вредителей в различных агроклиматических условиях; (б) повышение активности фермеров путем организации конкурсов «Лучший фермер» и последующего награждения победителей; (в) программу по обучению тренеров (с использованием отобранных участков лучших фермеров в качестве учебной базы)<sup>4</sup> из числа местных специалистов по охране окружающей среды, сельскому хозяйству и землеустройству, технических работников НПО, ассоциаций водопользователей и других лиц и (г) подготовку и публикацию иллюстрированного альбома о применяемых методах экологически устойчивого землепользования со стороны дехканских хозяйств для дальнейшего распространения и проведения тренингов.

В рамках проведения тренингов акцент делается на методах обучения посредством анализа состояния агроэкосистем, обсуждений, выездов и работы на местах с целью изучения существующих примеров положительной и отрицательной практики, и осуществления просветительских кампаний посредством СМИ. Цель проведения тренингов заключается в совершенствовании способностей местных специалистов по сельскому хозяйству, охране окружающей среды, землеустройству и водному хозяйству выявлять экологические риски и определять устойчивость фермерских земель в различных агроклиматических и почвенных условиях и в рамках применения различных методов землепользования и возделывания культур. Тренинги помогут специалистам выявлять сельскохозяйственных вредителей, определять допустимые пределы воздействия на окружающую среду, принимать взвешенные решения и безопасным и рациональным образом контролировать деградацию земель, а также бороться с сельскохозяйственными вредителями.

В рамках данного подкомпонента проводится укрепление институционального и кадрового потенциала, оказывается содействие переходу на устойчивые сельскохозяйственные технологии и оказывается содействие по принятию взвешенных и конструктивных решений для разрешения проблем на местах. На основе изучения эффективной сельскохозяйственной практики в рамках данного компонента налажено взаимодействие между научно-исследовательскими институтами, фермерами и консультационными службами и оказывается содействие по переходу на перспективные варианты землепользования, разрабатываемые со стороны фермеров при поддержке научного сообщества.

<sup>4</sup> В целях дальнейшего консультирования и обучения фермеров экспертизе и мониторингу состояния окружающей среды и по внедрению эффективных агроэкологических методов, включая интегрированную защиту растений от сельскохозяйственных вредителей, для устойчивого повышения продуктивности.

За 2009-2011 годы в рамках этой работы в 36 районах Таджикистана было выявлено более 100 фермерских участков, которые могут использоваться для обучения эффективному землепользованию на местах различными государственными и общественными организациями, более 780 специалистов прошли соответствующее комплексное обучение. Проведенный в 2013 году мониторинг достигнутых результатов показал эффективность выбранного подхода, его жизнеспособность и репликативность. В 2013-2014 годах проект распространит данный подход еще в ряде районов Таджикистана.

## **ПРОЕКТ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОМУ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЮ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЮ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ (ELMARL <sup>5</sup>, 2013-2017)**

Этот проект, который стартовал в середине 2013 года, в основном финансируется из средств Пилотной программы по адаптации к изменению климата (PPCR) и Глобального экологического фонда при сотрудничестве с совместной инициативой DFID/GIZ (Британского и Германского фондов технической помощи международному развитию) по содействию сельской экономике и сельскому хозяйству (проект GREAT).

Таджикистан был выбран в качестве одной из 12 наиболее уязвимых стран и регионов мира для участия в PPCR. В рамках этой программы преследуется цель создать в Таджикистане возможности для реализации пилотных подходов и мероприятий по интеграции действий по адаптации к климатическим изменениям в общие стратегические программы и планы. Сотрудничество проектов ELMARL и GREAT не случайно: программой сотрудничества DFID/GIZ предусмотрена поддержка устойчивого экономического роста в сельскохозяйственных регионах, которая будет иметь значительный синергетический эффект с совместными инвестициями GEF и PPCR, поскольку эти инвестиции будут направлены напрямую на поддержку устойчивого землепользования, а также на укрепление рыночных механизмов. Отличительной особенностью данного проекта является именно экологический акцент в землепользовании, предполагающий уделение особого внимания неразрушительным и компенсаторным технологиям в сельском хозяйстве, особенно в связи с предполагаемыми последствиями климатических изменений, как то учащение и рост продолжительности засух, нехватка водных ресурсов, деградация почв и др.

Общей целью проекта является предоставление возможности сельским жителям наращивать производственный капитал таким образом, чтобы усовершенствовать управление природными ресурсами и повысить устойчивость к изменению климата.

Проект будет состоять из двух компонентов: (1) сельскохозяйственное производство и инвестиции в управление земельными ресурсами и (2) управление знаниями.

Его дизайн включает в себя уроки, извлеченные на основе полученного опыта в рамках реализации предыдущего и текущего проектов в данной отрасли, а также успешные подходы, поддерживаемые другими донорами в этой сфере. Объекты проектных инвестиций выбраны таким образом, чтобы охватить горные, предгорные и равнинные территории, наиболее уязвимые к ожидаемым изменениям климата.

5 *Environmental Land Management and Rural Livelihoods Project*

**Компонент 1 «Сельскохозяйственное производство и инвестиции в управление земельными ресурсами»** ставит целью выделение финансирования на уровне общин, которое позволит сельским жителям перейти на инновационные и эффективные методы, с помощью которых будет сокращена деградация земель и повышена устойчивость к изменению климата. Компонент включает следующие виды деятельности.

*Устойчивое сельское производство на уровне сел и управление земельными ресурсами в отобранных зонах, уязвимых перед изменением климата.* На уровне сел будут финансироваться инвестиции в сельское производство по трем категориям: (а) сельскохозяйственное производство (такие виды деятельности, посредством которых будет повышаться урожайность и разнообразие полевых и садоводческих культур, эффективность производства животноводческой продукции, переработка сельскохозяйственной продукции и доступ к рынкам); (б) управление земельными ресурсами (виды деятельности, посредством которых будет улучшаться охрана водных ресурсов, плодородие почв, управление пастбищными ресурсами, устойчивая обработка земель на склонах, включая сады, лесонасаждения, ветрозащитные полосы) и (в) малые объекты сельской инфраструктуры (способствующие улучшению состояния оросительных/дренажных систем, малой транспортной инфраструктуры, возобновляемых источников энергии, рациональному потреблению энергии). Данные виды деятельности будут отбираться на основе их потенциала по снижению деградации земель, улучшению обеспечения средств жизнеобеспечения и повышения устойчивости к воздействию от изменения климата.

*Устойчивое управление пастбищными ресурсами на уровне общин.* В рамках данного подкомпонента будет финансироваться разработка планов по совместному устойчивому управлению пастбищными ресурсами и организации животноводческого хозяйства в отобранных джамоатах. В данном совместном плане будут определены: (а) меры по улучшению продуктивности пастбищ, такие как пастбищеоборот, защита земель для регенерации, восстановление пастбищных угодий, улучшение доступа к отдаленным пастбищам и определение потребностей в производстве дополнительных кормов; (б) коэффициент использования пастбищ для выпаса; (в) требования по ветеринарии, в первую очередь вакцинация и предупреждение эпизоотий; (г) потребности в инвестициях; и (д) достижение установленных целевых показателей и индикаторов. Инвестиции будут включать: (а) поддержку инфраструктуры для обеспечения доступа и использования отдаленных пастбищ, такие как улучшение состояния отдельных участков дорог, водопоев, мест содержания животных, оборудование для охлаждения молока и др; (б) оборудование для производства и уборки кормовых культур; (в) восстановительные меры для деградированных участков, такие как сооружение оград, борьба с сорняками и кустарниками и многократный посев; (г) необходимые с/х материалы для производства кормов, такие как семена и саженцы; (д) ветеринарные меры и (е) улучшение пород посредством искусственного осеменения.

*Внутрихозяйственное управление водными ресурсами.* Данный подкомпонент направлен на внедрение устойчивой практики внутрихозяйственного управления водными ресурсами на орошаемых пахотных землях, особенно в долинных районах. Будет оказана поддержка фермерам по внедрению, апробированию и

демонстрации практических методов, которые могут способствовать улучшению внутрихозяйственного управления водными ресурсами и повышению его эффективности, поддержанию качества почв и сокращению деградации земель и увеличению устойчивости перед изменением климата. Инвестиции будут включать: (а) предоставление оборудования для капельного орошения и планировки земель; (б) очистка дренажных систем с целью сокращения уровня заболачивания и борьбы с засолением почв; (в) предоставление сеялок для посадки ветрозащитных полос, защищающие каналы, и в качестве междурядных культур; (г) материалы для рационального / ресурсосберегающего сельского хозяйства и (д) семена улучшенных засухоустойчивых, устойчивых к вредителям и болезням и солеустойчивых сортов.

*Компонент 2 «Управление знаниями»* будет оказывать дополнительные услуги и техническую помощь сельскому населению по вопросам планирования, реализации и управления сельскими инвестициями. Данный компонент будет включать в себя следующие виды деятельности.

*Вспомогательная поддержка и технические консультации* по мобилизации общин, совместному планированию и внедрению планов по развитию на уровне сел и / или джамоатов.

*Всестороннее обучение, распространение информации и программы по обмену* будут проводиться в целях улучшения навыков и знаний по такой ключевой тематике, как экологические оценка, мониторинг и контроль и управление информацией; интегрированное управление земельными, водными и пастбищными ресурсами, включая практические подходы по управлению пастбищами; экологически устойчивое землепользование и сокращение деградации земель; комплексная защита растений от вредителей; контроль загрязнения; адаптация к изменению климата.

*Анализ, исследования и оценка воздействия* будут включать в себя проведение анализов по такой тематике, как качество почв и степень деградации земель, управление выпасом и производство животноводческой продукции, развитие маркетинга и доступа к рынкам, потенциальные меры стимулирования в целях осуществления природоохранных мероприятий, практические методы экологически устойчивого землепользования и изменения в продуктивности и экологических условиях, возникающих в результате технологических изменений, для предоставления рекомендаций по разработке дизайна сельских инвестиций и оказания поддержки по обеспечению устойчивости результатов деятельности проекта.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В условиях активной земельной реформы и процессов, связанных с приватизацией земель, а также высокой уязвимости сельского хозяйства к экономическим и природно-климатическим изменениям продовольственная безопасность Таджикистана испытывает ряд серьезных экономических, социальных и экологических рисков. Переход земель в долгосрочную аренду и пользование мелким фермерам, имеющим слабые знания и опыт в сельском хозяйстве, повсеместное изменение структуры землепользования, включая тенденцию перехода к выращиванию более продуктивных и менее водоемких рентабельных

культур, во многих случаях создают экологические риски, ведущие в крайних своих проявлениях к утрате почвенного плодородия в результате активизации засоления, подтопления, эрозии во всех ее проявлениях, просадок. Кроме того, высоки риски заболеваний растений и размножения сельскохозяйственных вредителей из-за слабой подготовки фермеров в области интегрированной защиты растений. Все эти причины в совокупности ведут к понижению потенциала продуктивности и снижению конкурентоспособности продуктов сельского хозяйства Таджикистана не только на внешних, но и на внутреннем рынке.

В этих условиях крайне важными являются комплексные практически ориентированные проекты по поддержанию сельскохозяйственной производительности, поиску наиболее эффективных и неистощительных в новых экономических и социальных условиях приемов ведения сельского хозяйства и землепользования в целом. Всемирный Банк путем осуществления таких проектов, выполняемых совместно с Правительством Таджикистана, способствует выявлению и распространению наиболее приемлемых и эффективных подходов и технологий экологически безопасного землепользования, предотвращающих деградацию земель и повышающих адаптацию местных сообществ к изменениям климата при одновременном повышении уровня жизни сельского населения и создании условий для продовольственной безопасности.

Несмотря на различие основных целей разных проектов Всемирного Банка (повышение потенциала местных сообществ через совместное участие, приватизация земель и разделение крупных хозяйств, поддержание ирригации, адаптация к изменениям климата), в целом проводимая в их рамках политика экологически устойчивого землепользования является весьма успешной.

Синергетический эффект результатов таких проектов в области окружающей среды проявляется в следующем:

- повышение осведомленности и управление знаниями в области оценки экологических рисков, применения экологически и экономически эффективных технологий в сельскохозяйственном производстве;
- опыт и извлеченные уроки по применению водо-, почво- и энергосберегающих технологий в сельских районах;
- восстановление деградированных земель (включая ирригационные) и повышение плодородия и качества почв;
- восстановление лесных участков и создание альтернативных источников древесины путем создания коммерческих посадок деревьев;
- восстановление пастбищ и доступа к ним;
- предотвращение эрозии на склоновых землях путем создания древесных и кустарниковых насаждений, имеющих также и хозяйственную ценность, садоводство, регулируемые сенокосы и др.;
- энергосбережение и поддержка использования альтернативных источников энергии;
- внутрихозяйственное орошение и управление водными ресурсами;
- комплексное управление водосборными бассейнами и пастбищами;
- снижение бедности сельского населения.

## Глава 7. Продовольственная безопасность и использование земель в сельском хозяйстве Армении

Аветисян С.С.

*(Исследовательский центр аграрной политики и экономики Национального аграрного университета Армении)*

## Chapter 7. Food security and agricultural land use in Armenia

*Avetisyan S.S.*

*Agrarian Policy and Economics Research Center at the Armenian National Agrarian University*

Продовольственная безопасность – это удовлетворение, минимум на 80%, потребностей населения основными продовольственными товарами собственного производства в соответствии с физиологическими нормами. Этот показатель включен в проект “Концепции повышения продовольственной безопасности государств-участников СНГ”. Однако, в условиях либерализации международной торговли и углубления интеграционных процессов между странами такое требование не всегда оправдано. То есть, в соответствии с законом сравнительного преимущества, экономически целесообразно сосредотачивать ресурсы на производстве тех продуктов питания, издержки производства которых сравнительно малы, и, экспортируя их, взамен ввозить продукцию со сравнительно низкой эффективностью производства. Этот подход требует многостороннего обоснования соотношения собственного производства продовольственных товаров и их ввоза. Армения является страной, имеющей отрицательный внешнеторговый продовольственный баланс, и, одновременно, неудовлетворительный уровень использования сельскохозяйственного производственного потенциала, в частности - земельных ресурсов. Достаточно отметить, что в стране, где на душу населения приходится всего 0.14 га пашни и 0.16 га обрабатываемой земли, по официальным данным, более одной трети пашни находится в нецелевом использовании. Согласно экспертным оценкам, неиспользованными остаются 40-45% пашни. Социологические опросы, проведенные нами в 1000 крестьянских хозяйств, свидетельствуют о том, что основные причины неиспользования или же нецелевого использования (в качестве сенокосов или пастбищ) пашни кроются в раздробленности и удаленности земель друг от друга (21%), неудовлетворенности оборотных средств (15%), недостатке сельскохозяйственной техники (17%), проблемах, связанных с реализацией продукции (7%), низкой рентабельности сельского хозяйства (14%), непривлекательности сельскохозяйственных работ (18%), прочих факторах (8%). В последние два десятилетия при поддержке государства значительные капиталовложения были произведены с целью восстановления и развития оросительных систем. Сложившаяся в советские годы система была весьма дорогостоящей, поскольку в условиях дешевой электроэнергии преобладала механическая система орошения. В настоящее время по возможности большие вложения производятся



с целью перехода на самотек и на сохранение действующей системы. Отчисления на развитие оросительной системы, производимые из государственного бюджета Республики Армения, почти в два раза превышают размеры средств, выделяемых на развитие всех остальных отраслей сельского хозяйства, однако из 232.9 тыс. га орошаемых земель республики все еще фактически орошается около 156 тыс. га.

Food security is the satisfaction of at least 80% of the population with the basic food production needs in accordance with the physiological norms. This index is included in the "Concept to improve the food security of the CIS" project. However, in the conditions of liberalization of international trade and the deepening of the integration process between countries this requirement is not always justified. That is, in accordance with the law of comparative advantage, it is economically expedient to focus resources on the production of those food products, the cost of production of which are relatively low, and exporting them to replace imported products at a relatively low production efficiency. This approach requires a multilateral justification in the ratio of domestic production of food products and their import. Armenia is a country with a negative trade balance of food, and, at the same time, insufficient level of use of agricultural production potential, in particular, of the of land resources. Sufficient to note that in a country where the area of arable land per capita equals to only 0.14 hectares, according to official data, more than one third of the arable lands is in improper use. According to expert estimates, 40-45% of arable lands remain unused. Sociological polls conducted by us in 1000 farms attest to the fact that the main reasons for non-use or improper use (as hay or pasture) of arable lands lie in the fragmentation of land and its remoteness from each other (21%), dissatisfaction with working capital (15%), lack of agricultural machinery (17%), problems related to the sale of products (7%), low profitability of agriculture (14%), unattractiveness of agricultural work (18%), and other factors (8%). In the past two decades, with the support of the state significant investments have been made with a view to the restoration and development of irrigation systems. The Soviet system was very expensive, as in the conditions of cheap electricity mechanical irrigation system prevailed. Currently, large investments are made in order to move its course and to maintain the existing system. Allocations for the development of irrigation systems manufactured by the state budget of Armenia, are almost two times higher than the amount of funds allocated for the development of all other branches of agriculture. However, from 232.9 thousand hectares of irrigated lands in the Republic only about 156 hectares are still actually irrigated.

## ВВЕДЕНИЕ

Аграрные реформы и развитие земельных отношений не ограничиваются рамками решения проблем сельского хозяйства и села, а преследуют цель обеспечения продовольственной безопасности, являющейся важнейшим компонентом экономической безопасности страны. Продовольственная безопасность считается обеспеченной, когда уровень экономического развития гарантирует населению страны физическую и экономическую доступность пищевых продуктов первой необходимости, в соответствии с установленными физиологическими нормами потребления, а также, если в условиях чрезвычайного положения при невозможности (недостаточности) снабжения пищевыми продуктами – исключается возможность возникновения продовольственного кризиса.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), в настоящее время в мире примерно 0.8-1.2 миллиарда человек, преимущественно в развивающихся странах, обречены на голод. Ежегодно по всему миру от голода умирает 18-20 миллионов человек. Это означает, что продовольственный дефицит для некоторых стран стал не только тормозящим фактором развития, но и весьма серьезной угрозой, порождающей социальную и политическую нестабильность. Более того, эта проблема, особенно в последние пятьдесят лет, получила глобальное значение и непосредственно влияет на мировую политику в области войны и мира, демографии, экологии и энергетики.

В настоящее время для правительств всех стран мира проблема продовольственной безопасности и снабжения населения необходимыми пищевыми продуктами стоит в ряду важнейших приоритетов экономической политики. Однако в разных странах ситуация складывается по-разному, что и обуславливает главное направление аграрной политики, стратегию преодоления внутренних и внешних угроз и практические шаги того или иного государства в этом направлении.

Несомненно, что первопричина материальной бедности населения – продовольственная проблема. Продовольственная безопасность и уровень бедности особенно взаимосвязаны в развивающихся странах. Следовательно, единому, взаимосвязанному исследованию этих важнейших экономических проблем нет альтернативы. Более того, поскольку основа продовольственной независимости любого государства заключается в полноценном использовании аграрного потенциала страны, вполне логичным выглядит первоочередное обращение к вопросам анализа текущего состояния и проведения реформ в сфере сельского хозяйства и переработки пищевых продуктов, рынка продовольственных товаров, безопасности питания.

В этой связи, особенно в течение последних десяти лет, Национальным Собранием Республики Армения (РА) принят Закон “Об обеспечении продовольственной безопасности” (07.05.2002 г.), Правительством РА утверждены “Стратегия национальной безопасности Республики Армения” (2007 г.), “Программа устойчивого развития” (2008 г.), а в последнее время также “Концепция обеспечения продовольственной безопасности” и постановление правительства “Об утверждении программы мероприятий, вытекающих из концепции продовольственной безопасности Республики Армения” (2011 г.) – все это свидетельствует о том, что проблема продовольственной безопасности постоянно находится в

центре внимания властей республики. В этом направлении Армения активно взаимодействует с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (FAO) ООН, Программой развития ООН (UNDP), Всемирной продовольственной программой и другими международными структурами. Наряду с этим, хозяйственные реформы, осуществляемые в последние годы, создают определенные предпосылки для повышения уровня продовольственной безопасности страны. Тем не менее, последствия всемирного продовольственного кризиса 2006-2008 гг. и мирового финансово-экономического кризиса, а в нашем регионе - также конфликт, связанный с Южной Осетией, оказали большое влияние на требующие своего решения многочисленные проблемы полноценного и устойчивого продовольственного обеспечения населения республики.

## СОСТОЯНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АРМЕНИИ

Продовольственная безопасность – это удовлетворение, минимум на 80%, потребностей населения основными продовольственными товарами собственного производства в соответствии с физиологическими нормами. Этот показатель включен в “Концепцию повышения продовольственной безопасности государственных участников СНГ” (проект). Однако в условиях либерализации международной торговли и углубления интеграционных процессов между странами такое требование не всегда оправдано. То есть в соответствии с законом сравнительного преимущества экономически целесообразно сосредотачивать ресурсы на производстве тех продуктов питания, издержки производства которых сравнительно малы, и, экспортируя их, взамен ввозить продукцию со сравнительно низкой эффективностью производства. Этот подход требует многостороннего обоснования соотношения собственного производства продовольственных товаров и их ввоза. Неоспорим тот факт, что переход на рыночные механизмы хозяйствования и либерализация внешней торговли предали забвению советские времена всеобщего дефицита и километровые очереди возле прилавков магазинов и торговых точек. Ныне, как говорится, “свято место не пусто”, и если отечественный производитель замедляет свои темпы, то рынок мгновенно заполняется продукцией иностранных производителей. То есть один из важнейших столпов продовольственной безопасности - физиологическая доступность продовольствия - удовлетворяется за счет усилий местных производителей и предприимчивости вездесущих импортеров. Наряду с этим, наличие внешних и внутренних угроз (блокада коммуникаций, угроза войны, стихийные бедствия, резкие изменения конъюнктуры внешнего рынка и т. д.) заставляют с помощью рычагов государственной поддержки стимулировать собственное производство продовольственных товаров стратегического назначения и, тем самым, повышать уровень продовольственной независимости страны.

Анализ баланса внешней торговли Республики Армения показывает, что в период 2000-2012 гг. экспорт продовольствия увеличился более чем в 11, а импорт в 4.2 раза. Эту тенденцию можно было бы считать положительной, если бы за тот же период не возросло в 3 раза отрицательное сальдо внешней торговли продовольствием (Таблица 7.1). Кроме того, весьма остро поставлен вопрос необходимости диверсификации ассортимента вывозимой продукции, поскольку более чем 60 процентов здесь приходится на долю алкогольных напитков, преимущественно коньяка. Что касается импорта продовольствия, то “ахиллесова пята” Армении – это пшеница, а более конкретно – продовольственная пшеница и зерновые корма.

Хотя на урожайность сельскохозяйственных культур ощутимое влияние оказывают климатические условия, результат здоровой целенаправленной государственной поддержки также очевиден. Начиная с 2007 года правительством осуществляется программа развития семеноводства зерновых культур, за счет чего увеличилось использование семян высококачественной репродукции. Довольно благотворное влияние оказывают на этот процесс также программы субсидирования удобрений, дизельного топлива и оросительной воды. Благодаря благоприятным климатическим условиям и государственной поддержке, в 2007 году средняя урожайность основной зерновой культуры, озимой пшеницы, составила 25.9 ц/га, а в 2012 г. - 26 ц/га. В Араратском марзе (области) РА этот показатель даже вплотную приблизился к 40 ц/га. Тем не менее, как показывает анализ продовольственного баланса, основной целью республики остается достижение самообеспеченности пшеницей, растительными и животными жирами, сахаром, свининой и мясом птицы (Таблица 7.2).

**Таблица 7.1. Баланс внешней торговли Республики Армении продовольственными товарами за 2000-2012 гг. (в миллионах долларов США) (Продовольственное обеспечение и бедность, 2004, 2006, 2012).**

Показатель	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
Экспорт продовольствия	29.3	114.1	199.7	134.8	170.5	237.1	323.2
Импорт продовольствия	191.7	315.9	760.6	612.0	673.5	781.2	812.5
Сальдо внешней торговли продовольствием	-162.4	-201.8	-560.9	-477.2	-503.0	-544.1	-489.3
Соотношение экспорта к импорту	1/6.54	1/2.77	1/3.81	1/4.54	1/3.95	1/3.29	1/2.51
Удельный вес продовольствия (%):							
а) в экспорте	9.75	11.72	18.89	18.98	16.37	17.77	22.63
б) в импорте	21.67	17.53	17.18	18.43	17.96	18.82	19.04

Если прежде проблема продовольственной безопасности рассматривалась преимущественно с точки зрения эффективности сельского хозяйства и пищевой промышленности, то ныне она обусловлена в целом взятым социально-экономическим развитием страны. В этой связи профессор Кембриджского университета, лауреат Нобелевской премии в области экономики за 1998 год, Амартия Сен справедливо замечает: “Недоедание, голод и голодная смерть – результаты функционирования всей экономики, а не только производства продовольствия и сельскохозяйственной деятельности” (Сен, 1999). Насколько правдивая, настолько же простая эта истина зачастую непростительно игнорируется. В первые годы аграрной перестройки реформаторы как будто бы оставили на самотек сферу сельскохозяйственного производства, уповав всего лишь на „чудеса“, творимые приватизацией и высокой заинтересованностью частных крестьянских хозяйств.

Как ни странно, интенсивное сельское хозяйство считается очень дорогостоящим и предпочтение отдается ручному труду. Обращаясь к принципам земельной реформы, самый активный идеолог и вдохновитель этого процесса, бывший Премьер-министр РА, доктор экономических наук, профессор Г.А. Багратян в своей работе „Земельная реформа: вопросы теории и практики“ пишет: „... резкое увеличение доли живого труда, замена механизированного труда на ручной в

целях снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции, находящейся в зависимости от импорта топлива, механизмов, сырья и материалов. Сельское хозяйство Армении было высоконасыщенным (по советским меркам) в смысле наличия техники ... На один трактор приходилось всего 35.8 га пашни. Однако не представлялось возможным эффективное использование этой техники, так как структура земель в Армении дискретна. Аграрный сектор поглощал от 50 до 120 тыс. тонн удобрений в пересчете на 100% питательных веществ (физическим весом 160-400 тыс. тонн), 6.5 тысяч тонн пестицидов, 160-170 тыс. тонн бензина, 150-155 тыс. тонн дизтоплива, 8-9 тыс. тонн дизельного масла. Следовательно, в случае приватизации земель произошло бы резкое увеличение доли живого труда, занятости в селе. Собственно, в этом и усматривался основной экономический резерв скорейшей приватизации земли в Армении” (Багратян, 2003, с. 200-201).

Таблица 7.2. Годовой баланс основных продовольственных товаров.

Группы продуктов по годам	Остаток на начало года	Производство	Импорт	Предложение, всего	Продовольственное потребление	Экспорт	Корма, семена и прочее потребление	Остаток на конец года	Коэффициент самообеспеченности
<b>Пшеница</b>									
2005	84	258.4	332.8	675.2	400.1	0.3	145.3	63.5	43.7
2009	194.7	198.1	397.8	790.6	435.7	0.8	92.6	261.5	33.3
2011	283.5	224.1	392.0	899.6	443.5	2.7	97.8	355.6	36.5
<b>Картофель</b>									
2005	454.8	564.2	0.9	119.9	159.6	0.3	407.9	452.1	99.9
2009	551.5	593.6	1.7	1146.8	142.9	5.9	503.9	494.1	100.7
2011	390.4	557.3	11.0	958.7	128.6	0.9	354.3	474.9	98.2
<b>Овощи</b>									
2005	280.9	781.6	16.4	1078.9	698.0	29.4	39.5	314	101.7
2009	414.7	1035.9	19.8	1470.4	972.7	7.8	50.9	439	98.9
2011	368.5	968.0	25.8	1362.3	892.4	8.5	49.8	411.6	98.2
<b>Фрукты</b>									
2005	10.1	315.6	27.0	352.7	273.0	12.9	24.8	42.0	95.7
2009	91.1	332.2	31.9	455.2	331.0	17.6	31.4	75.2	95.9
2011	41.2	239.4	42.5	323.1	226.2	16.0	20.6	60.3	90.0
<b>Растительное масло</b>									
2005	1.1	0.3	19.1	20.5	18.7	0	0.3	1.5	1.5
2009	1.9	1.0	22.9	25.8	23.5	0	0.4	1.9	4.2
2011	2.0	0.7	24.3	27.0	24.6	0	0.4	0.2	2.8
<b>Сахар</b>									

2005	3.4	1.9	106.7	112.0	104.5	1.1	1.7	4.7	1.8
2009	35.8	0.9	69.4	106.1	101.6	1.0	1.6	1.9	1.3
2011	35.1	72.2	97.0	204.3	90.9	4.9	3.1	105.4	43.9
<b>Яйца</b>									
2005	0.4	28.5	0.2	29.1	25.6	0.7	2.5	0.3	101.8
2009	0.4	34.7	0.2	35.3	32.2	0.2	2.5	0.4	100
2011	0.4	34.9	2.2	37.5	34.5	0	2.6	0.4	94.1
<b>Молоко</b>									
2005	38.4	594.6	20.4	653.4	507.5	19.1	85.6	41.2	99.8
2009	112.4	615.7	66.4	794.5	579.1	3.3	66.7	145.4	90.7
2011	77.3	601.5	128.8	807.6	675.0	4.3	68.5	59.8	82.9
<b>Говядина</b>									
2005	0.5	34.4	11.2	46.1	44	0.8	0.6	0.7	76.8
2009	0.3	49.6	13.9	63.8	62.2	0.4	0.8	0.4	78.6
2011	0.3	48.2	13.4	61.9	60.8	0.1	0.8	0.2	78.4
<b>Свинина</b>									
2005	0.2	9.4	7.2	16.8	16.1	0.2	0.2	0.3	57.3
2009	0.1	7.2	13.1	20.4	20.1	0.1	0.1	0.1	35.6
2011	0.1	9.4	12.4	21.9	21.5	0.1	0.2	0.1	43.3
<b>Баранина</b>									
2005	0.1	7.6	0	7.7	7.5	0	0.1	0.1	100
2009	0	8.9	0	8.9	8.6	0	0.2	0.1	100
2011	0	8.4	0	8.4	8.3	0	0.1	0	100
<b>Куриное мясо</b>									
2005	0.2	4.6	20.0	24.8	24.2	0	0.2	0.4	18.7
2009	0.2	5	30	35.2	34.8	0.1	0.1	0.2	14.3
2011	0.2	5.7	41.1	47.0	46.6	0.1	0.1	0.2	12.2

Далее Г.А. Багратян пишет: “Опыт показал, что эта стратегическая установка была вполне оправданной. Так, к концу 80-х годов число занятых в сельском хозяйстве Армянской ССР составляло 275 тыс. чел. После приватизации земли в начале 90-х эта цифра стала расти. В целом за 1991-1998 гг. прирост численности занятых здесь составил около 300 тыс. чел, доведя общее число до 567.8 тыс. чел. Реформа позволила, в первую очередь, ввести в экономический оборот свободные трудовые ресурсы села, сделать менее болезненной для Армении проблему политической независимости и трансформации к рынку” (Багратян, 2003, с. 202-203).

Конечно же, особенно в 1991-1998 гг., когда в Армении практически бездействовали промышленность, строительство, транспорт и связь, а социально-культурные инфраструктуры действовали на минимальном уровне своих возможностей, основным занятием работоспособного сельского населения стало земледелие. Однако это скорее было просто занятие, чем занятость. Во-первых, более половины посевных площадей в те годы приходилось на зерновые культуры, чья

трудоемкость была очень низкой. Во-вторых, по причине земельного дефицита и низкой товарности крестьянских хозяйств, удовлетворение минимальных потребностей крестьянской семьи становилось невозможным, вследствие чего в основном мужское население трудоспособного возраста в массовом порядке вынуждено было искать работу за пределами республики. В-третьих, официальная статистика и поныне в качестве занятых в сельскохозяйственной сфере рассматривает всех трудоспособных членов семьи, воспользовавшихся приватизацией. А поскольку в процессе приватизации земли участвовало практически все сельское население, то число занятых в этой сфере механически растет и не соответствует действительности.

Также как во всех бывших республиках СССР, все экономические преобразования, осуществленные в Армении, и в частности аграрная перестройка являлись неизбежной необходимостью. Однако эти процессы происходили в спешке и с явно допущенными ошибками, последствия которых все еще остаются труднопреодолимыми.

## ПРОБЛЕМЫ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ АРМЕНИИ

Армения является страной, имеющей отрицательный внешнеторговый продовольственный баланс и одновременно неудовлетворительный уровень использования сельскохозяйственного производственного потенциала, в частности - земельных ресурсов. Достаточно отметить, что в стране, где на душу населения приходится всего 0.14 га пашни и 0.16 га обрабатываемой земли, по официальным данным, более одной трети пашни находится в нецелевом использовании. Согласно экспертным оценкам, неиспользованными остаются 40-45% пашни (Таблица 7.3). И это при том, что в 1970-80-х годах огромные капиталовложения направлялись на мелиорацию каменистых земель и создание оросительных систем, когда каждая пядь земли “потом и кровью” превращалась в плодородную землю, а армянский народ справедливо заслужил славу “выжимающего хлеб из камня”. В чем же кроются причины этого положения, которые, к сожалению, многочисленны?

Социологические опросы, проведенные нами в 1000 крестьянских хозяйств свидетельствуют о том, что основные причины неиспользования или же нецелевого использования (в качестве сенокосов или пастбищ) пашни кроются в раздробленности и удаленности земель друг от друга (21%), неудовлетворенности оборотных средств (15%), недостатке сельскохозяйственной техники (17%), проблемах, связанных с реализацией продукции (7%), низкой рентабельности сельского хозяйства (14%), непривлекательности сельскохозяйственных работ (18%), прочих факторах (8%).

Примечательно, что почти во всех областях республики основной причиной неэффективного использования земель называется их раздробленность и удаленность приватизированных участков друг от друга. Дело в том, что приватизация земли осуществлялась на принципах социальной справедливости и обеспечения равных стартовых условий для всех селян. Поскольку сельскохозяйственные земли по своим качественным признакам классифицируются по 5 категориям, то для создания равных возможностей общей земельный участок, приходящийся на долю одной крестьянской семьи, пополнялся за счет 3-4 участков, расположенных в разных концах административной территории общин, вследствие чего земля крестьянских хозяйств раздроблялась на более мелкие участки.

Таблица 7.3. Обрабатываемые земельные угодья и эффективность их использования.\*

Показатели	Единица измерения	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Пашня	тыс. га	494.3	457.7	448.5	449.2	448.4
Плодовые сады	тыс. га	22.8	34.9	37.7	37.1	39.3
Виноградники	тыс. га	15	14.9	17.4	16.3	17.4
Всего многолетние насаждения	тыс. га	37.8	49.8	55.1	53.4	56.7
Всего обрабатываемые земли	тыс. га	532.1	507.5	503.6	502.6	505.1
Всего посевные площади	тыс. га	303.2	331.8	283.6	286.7	304.2
Нецелевое использование пашни;						
а) площадь	тыс. га	191.1	125.9	164.9	162.5	144.2
б) удельный вес в общем	%	38.7	27.5	36.7	36.2	32.2
Валовая продукция сельского хозяйства в расчете на 1 га обрабатываемой земли в ценах 2000 г.	драм	669047.2	798260.9	781002.4	834537.0	923913.7
Валовая продукция растениеводческой продукции на 1 га обрабатываемой земли в ценах 2000 г.	драм	409697.4	466326.8	481702.0	488169.0	562329.7

\* Источник: Национальная статистическая служба РА.

В результате некогда массивные земельные участки раздробились, и теперь малые размеры земельных наделов крестьянских хозяйств серьезно препятствуют эффективному регулированию сельскохозяйственного производства (Таблица 7.4).

Таблица 7.4. Группировка крестьянских хозяйств областей Армении по размеру земельных участков (%)\*

Области РА	Размер хозяйства, га						
	До 0.5	0.5-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10 и больше
Арагацотн	27.2	12.9	20.3	14.0	13.7	3.7	0.8
Арарат	55.4	28.9	10.5	0.6	0.9	0.01	0.01
Армавир	27.1	33.0	31.03	5.2	1.6	1.28	0.01
Гегаркуник	31.5	18.5	22.6	11.1	5.10	6.4	1.0
Лори	32.5	9.4	15.5	11.5	18.9	5.4	0.10
Котайк	42.0	8.5	18.5	5.5	10.5	6.0	1.5
Ширак	12.1	9.7	28.5	10.3	20.6	9.2	4.2
Сюник	25.7	7.9	23.7	13.7	12.9	5.8	1.4
Вайоц Дзор	42.9	21.6	13.8	9.6	8.5	2.5	0.3
Тавуш	22.3	25.9	30.9	10.0	2.8	0.1	0.2
В целом по РА	32.8	19.4	21.3	8.8	8.2	3.5	0.8

\*Источник: Выборочные исследования Национальной статистической службы Республики Армения



В среднем, на долю одного крестьянского хозяйства приходится 1.1 га пашни, что недостаточно для удовлетворения социальных нужд семьи и внедрения интенсивных технологий ведения хозяйства. Более того, в отдельных случаях не оправдана обработка всех земельных участков, находящихся на значительном расстоянии друг от друга и имеющих разную степень плодородия. Как следствие, по сравнению с 1990 годом посевные площади сельскохозяйственных культур и посадочные площади многолетних насаждений в 2011 году сократились соответственно на 31.3 и 32.6 процента. Анализ показывает, что по средним данным за 2008-2010 гг. вследствие неполноценного или же нецелевого использования пашни и многолетних насаждений крестьянские хозяйства недополучили около 193 миллиардов драм, что составляет более 50% валовой продукции растениеводства.

Все еще на низком уровне урожайность сельскохозяйственных культур, основная причина которой кроется в неудовлетворительном уровне интенсивности производства. Достаточно отметить, что в последнее десятилетие более чем в десять раз сократилось использование минеральных и почти в 18 раз – органических удобрений, около 10 раз – средств защиты растений. В середине 1990-х годов были расформированы все семеноводческие хозяйства зерновых культур, кроме Гюмрийской селекционной станции и Научного центра земледелия. Вследствие этого всего 10-12% посевных площадей зерновых обрабатывались семенами высококачественной репродукции. Завезенные в 2010-2011 гг. из Российской Федерации 1-1.5 тыс. тонн семян озимой пшеницы и 2 тыс. тонн семян ячменя высококачественной репродукции в плане сортообновления пока еще не дают осязаемых результатов. Следовательно, нужно оказывать предпочтение развитию собственной современной системы семеноводства. В этом плане заметный прогресс наблюдается в области семеноводства картофеля, где в результате ввоза частными производителями семян голландского и немецкого посадочного материала высококачественной репродукции и его разведения на местах сформировалась довольно эффективная система.

На эффективности землепользования отрицательно сказывается также крайняя изношенность сельскохозяйственной техники. Проведенные с нашей стороны расчеты показали, что лишь 4.5 процентов эксплуатируемых в настоящее время тракторов имеют срок эксплуатации до 12 лет, остальные эксплуатируются более 13 лет, вследствие чего увеличиваются расходы на эксплуатацию, в том числе – расход топлива на 1 эталонный гектар, и, в среднем, на 30 процентов снижается производительность техники (Таблица 7.5). Таким образом, как в экономическом, так и в организационном смысле использование крайне изношенной техники наносит большой вред крестьянским хозяйствам. Низкая платежеспособность последних и медленные темпы развития кооперации все еще резко ограничивают возможности закупки новой техники.

Таблица 7.5. Группировка колесных и гусеничных тракторов в Республике Армении по срокам эксплуатации\*

Группы	Сроки эксплуатации, лет	Количество тракторов, шт.	Удельный вес, %	Изменение затрат на эксплуатацию, %	Изменение почасовой производительности, %	Затраты на топливо в расчете на 1 эталонный гектар, кг
I	1-12	830	5.6	100	100	18
II	13-20	2243	15.2	115	89	21
III	21-25	4558	30.9	122	80	25
IV	26-30	4830	32.8	148	71	28
V	Более 30 лет	2271	15.4	155	60	30
	Всего	14732	100.0	x	x	24.4

\* Источник: Расчеты автора.

Решению этой проблемы частично способствовало предоставление техники в рамках программы Правительства Японии “Поддержка малообеспеченных фермеров”, а также в рамках грантовых программ правительств КНР и Индии. Тем не менее, машинно-тракторный парк обновляется крайне медленными темпами, что в ближайшие годы может послужить серьезным препятствием на пути эффективного использования обрабатываемых земель.

В последние два десятилетия при поддержке государства значительные капиталовложения были произведены с целью восстановления и развития оросительных систем. Сложившаяся в советские годы система была весьма дорогостоящей, поскольку в условиях дешевой электроэнергии преобладала механическая система орошения. В настоящее время по возможности большие вложения производятся с целью перехода на самотек и на сохранение действующей системы. Отчисления на развитие оросительной системы, производимые из государственного бюджета РА, почти в два раза превышают размеры средств, выделяемых на развитие всех остальных отраслей сельского хозяйства, однако из 232.9 тыс. га орошаемых земель республики фактически орошается около 156 тыс. га.

По сравнению с 1990 годом более чем в 4 раза сократились площади кормовых культур. В этих условиях интенсивно используется всего 35% естественных пастбищ и 60% сенокосов. Основная причина заключается в уничтожении на удаленных пастбищах имевшихся систем полива и отсутствие подъездных дорог. Как следствие, чересчур загружены пастбища, прилегающие к селам, что стало причиной активизации эрозии земель и угрозы для биоразнообразия генетических ресурсов. Велики также экономические потери. Анализ показывает, что по причине низкого уровня использования естественных кормовых угодий годовые потери из расчета на сухую траву составляют 845 тыс. тонн, или же в стоимостном выражении более чем 25 миллиардов драм.

К отмеченным проблемам добавляются также малая емкость рынков реализации сельскохозяйственной продукции и трудности, связанные с ее вывозом в условиях блокады внешних путей сообщения.

Сезонность сельскохозяйственного производства проявляется как в применении рабочей силы и сельскохозяйственной техники, так и в использовании финансовых потоков. Как правило, особенно в растениеводческой отрасли, поступления денежных средств и производственные расходы во временном отношении не совпадают. В весенние и летние месяцы на долю предпосевных процессов и работ по обработке земли приходится 65-70% производственных расходов, в то время как вероятность денежных поступлений в этом же промежутке времени составляет всего 18-25%. Поскольку возможности накопления денежных средств крестьянскими хозяйствами чрезвычайно ограничены, единственным источником покрытия расходов остается краткосрочное кредитование. Так как потребности хозяйствующих субъектов в кредитных средствах все еще удовлетворяются не в полной мере, крестьяне в начале каждого сельскохозяйственного года остро нуждаются в оборотных средствах. Жесткие условия кредитования, предлагаемые банковской системой, наличие у предметов залога большой степени ликвидности, высокие процентные ставки и бюрократические проволочки делают труднодоступным приобретение необходимых ссуд. Конечно, с помощью программы субсидирования процентных ставок сельскохозяйственных кредитов правительство пытается смягчить эти трудности, однако высокая рисковость сельскохозяйственного производства и отсутствие системы страхования вынуждает банки не отказываться от установления указанных жестких условий. Очевидно, что сельское хозяйство как отрасль с высокой степенью риска ежегодно терпит значительные убытки от различных стихийных бедствий, следовательно, очень важна задача управления рисками и внедрение системы страхования. В последние годы особое внимание оказывается применению противорадовых установок и внедрению радиолокационной сети. Значительные работы ведутся также по осуществлению противоливневых мероприятий в ливнеопасных зонах, а также мероприятий, направленных против свехувлажнения и вторичного засоления земель.

## **ВЫВОД**

Основной источник доходов сельского населения Республики Армения - сельскохозяйственное производство. Однако по причине малоземелья, раздробленности земель, низкой рентабельности и большой рисковости сельскохозяйственного производства сельская бедность преодолевается с трудом и в то же время активизируется миграция сельского населения, в особенности людей молодого возраста. Тем временем, интересы продовольственной безопасности требуют принятия серьезных мер в направлении эффективного использования сельскохозяйственных природных и человеческих ресурсов и развития сельских территорий.

## Глава 8. Оценка состояния и повышение плодородия чернозема южного в условиях длительного сельскохозяйственного использования

*Сулейманов Р.Р., Габбасова И.М.  
(Институт биологии Уфимского научного центра РАН)*

## Chapter 8. The assessment of the state and enhancement of soil fertility of southern chernozem under long-term agricultural use

*Suleymanov R.R., Gabbasova I.M.  
(The Institute of Biology of Ufa Scientific Center RAS)*

Показано, что длительное сельскохозяйственное использование черноземов южных приводит к существенному ухудшению их агроэкологических свойств. Деградация почвы сопровождается снижением содержания питательных элементов, дегумификацией и подщелачиванием. Вследствие повышения интенсивности испарения влаги отмечается передвижение вверх и накопление по всему профилю водорастворимых солей с доминированием ионов хлора. Одним из путей повышения плодородия этих почв является использование природных удобрений и мелиорантов. Внесение навоза, сапропеля, измельченной славвины и соломы способствует улучшению агрофизических свойств: уменьшается плотность сложения, возрастает водоудерживающая способность и влагоемкость почв, улучшается структурно-агрегатный состав, уменьшается механическая прочность агрегатов, улучшается гумусное состояние почвы, повышается содержание питательных элементов – азота и фосфора. По эффективности воздействия на свойства почвы используемые природные удобрения и мелиоранты можно расположить в следующий убывающий ряд: навоз – сапропель – славвина – солома – цеолит – песок. Со временем (3-4 года) влияние навоза, сапропеля и соломы уменьшается, а славвины – возрастает.

It was shown that the long-term agricultural use of the southern chernozem leads to a significant deterioration of their agro-ecological characteristics. Soil degradation is accompanied by the reduction of the content of nutrients and humus and alkalinization. Due to increased evaporation of moisture was note moving up and accumulation over the entire profile of water-soluble salts with the dominance of chloride ions. One way to improve the fertility of these soils is the use of natural fertilizers. Manure, sapropel, chopped straw and quagmire improves agro-physical properties, reduced bulk density, increases the water-holding capacity and water-holding capacity of soils, improving the structural and aggregate composition, decreases the mechanical strength of aggregates, humus improves soil conditions, increased content of nutrients - nitrogen and phosphorus.

On the effectiveness of the impact on soil properties and use natural fertilizers can be arranged in the following decreasing number: manure - spropel - quagmire - straw - zeolite - sand. Over time (3-4 years) the effect of manure, straw and spropel decreases and quagmire - increases.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Черноземы южные распространены в юго-восточной части Зауралья Республики Башкортостан на площади 56.9 тыс. га и почти полностью освоены под сельскохозяйственные угодья (97.5%). Это наиболее ксероморфная группа черноземов, свойственная засушливым степям с обедненным и разреженным типчаково-ковыльным растительным покровом. Часто они залегают в виде различных сочетаний и комплексов с черноземами обыкновенными (Почвы Башкортостана, 1995).

Длительное сельскохозяйственное использование степных почв в Зауралье привело к их деградации. Этот процесс был усугублен в последние 20 лет не соблюдением севооборотов, чрезвычайно низким уровнем внесения минеральных удобрений и почти полным отсутствием органических. Наиболее выраженные деградационные явления произошли на относительно бедных комплексах черноземов обыкновенных и южных в разной степени засоленных и осолонцованных. Для комплексной оценки состояния таких почв нами были проведены исследования на территории Хайбуллинского района. Почвенные разрезы закладывались на целинных и пахотных аналогах почв, находящихся в длительном сельскохозяйственном использовании. Приводим описание морфологических свойств наиболее характерных черноземов южных глубокосолончаковато-солонцеватых

Разрез 1. Пашня, на пологом слабоволнистом склоне юго-восточной экспозиции, подсолнечник, надземная часть зрелого растения слабо развита, диаметр корзинок 3-6 см.

Апах 0-20 см. Серый с желтоватым оттенком, сухой, пылевато-глыбистый, тяжелосуглинистый, включения карбонатов в виде зерен диаметром 1-3 мм, очень плотный, щебенка полевых шпатов и кварцита, вскипает бурно, переход по линии вспашки.

АВ 20-39 см. Бурый с желтоватым оттенком, сухой, пылевато-крупно ореховатый, структурные отдельности пористые, щебенка полевых шпатов и кварцита, вскипает бурно, переход неровный, но заметный по цвету.

Вк 39-60 см. Белесовато-желтоватый, влажноватый, ореховато-призматический, крупно-столбчатый, структурные отдельности сильно пористые, плотный, глинистый, липкий, гумусовые затеки, чешуйчатые вкрапления слюды размером около 1 мм, бурно вскипает, переход постепенный.

ВСк 60-82 см. Буровато-палевый, более светлый, влажный, призматический, структурные отдельности менее пористые, уплотнен, бурно вскипает, переход постепенный.

С 82-120 см. Палево-желтый, влажный, призматический, глинистый, охристые налеты и белые выцветы солей, вскипает.

Почва – чернозем южный карбонатный глубокосолончаковато-солонцеватый.

Разрез 2. Целина на пологом слабоволнистом склоне юго-восточной экспозиции. Типчаково-тырсовая засоленная степь с доминированием *Stipa capillata* L. (ковыль волосатик, тырса), *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth (вейник наземный) и *Festuca pseudovina* Hack. ex Wiesb. (овсяница ложноовечья, типчак). Кроме того, в сообществе высокое проективное покрытие имеют такие виды как *Spiraea crenata* L. (спирея городчатая), *Plantago maxima* Juss. ex Jacq. (подорожник наибольший), *Artemisia dracuncululus* L. (полынь эстрагон), *Galatella villosa* (L.) Reichenb. (солонечник мохнатый), *Galium verum* L. (подмаренник настоящий).

A1 0-28 см. Серый, сухой, зернистый, тяжелосуглинистый, рыхлый, корни, переход ясный.

AB 28-45 см. Буровато-серый с желтоватым оттенком, сухой, зернисто-ореховатый, структурные отдельности пористые, глинистый, уплотнен, переход резкий по цвету, плотности и структуре.

Bк 45-67 см. Желтовато-бурый, влажноватый, столбчатый, распадается на ореховатые и призматические отдельности, гумусовые затеки, тяжелосуглинистый, выцветы и мучнистые выделения карбонатов, бурно вскипает, переход постепенный.

BCк 67-90 см. Светлый, палевый, влажный, глинистый, пористый, выцветы и жилки солей, блески слюды, уплотнен, вскипает, переход постепенный.

C 90-120 см. Палево-желтый, влажный, призматический, глинистый, мучнистые выцветы карбонатов.

Почва – чернозем южный карбонатный глубокосолончаковато-солонцеватый.

Анализ морфологических свойств показывает, что длительное сельскохозяйственное использование исследованных почв привело к уменьшению мощности гумусово-аккумулятивного горизонта (A+AB) в среднем на шесть сантиметров, нарушению структуры, сильному уплотнению, повышению уровня вскипания. В распаханной почве вскипание наблюдалось с поверхности, тогда как в целинной почве только в иллювиальном горизонте.

Деградация почвы сопровождалась снижением ее биопродуктивности: на исследуемом поле имелись пустые участки или посевы были сильно угнетены. В распаханной почве содержание гумуса в пахотном горизонте относительно целинной снизилось на 12% (Таблица 8.1). Дегумификация этой почвы наблюдалась вплоть до горизонта Bк. Реакция среды гумусово-аккумулятивных горизонтов изменилась до слабощелочной в пахотном аналоге, что согласуется с увеличением в ней карбонатов и обменного натрия. В верхнем 0-20 см слое содержание обменного натрия возросло почти в 10 раз и хотя степень осолонцованности определяется как «слабая», изменения химических свойств оказались весьма существенными. На фоне дегумификации и подщелачивания почвенного раствора произошло снижение емкости катионного обмена, содержания и доступности питательных элементов азота и фосфора.

Таблица 8.1. Химические свойства почв

Горизонт, мощность, см	рН Н <sub>2</sub> О	Сухой оста- ток, %	Гумус, %	СаСО <sub>3</sub> %	Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub>		Азот щел. гидр., мг/кг почвы	Na <sup>+</sup> обм.  мг-экв/100 г почвы	ЕКО	Na, % от ЕКО
					вал.	подв.				
					мг/100 г почвы					
Разрез 1. Пашня										
Апах 0-20	8.2	0.194	3.72	0.76	50.1	0.48	70	0.3	22.6	1.3
АВ 20-39	8.8	0.554	3.38	0.73	35.7	0.30	84	0.2	19.5	1.0
Вк 39-60	8.1	1.160	1.82	2.42	28.2	1.09	28	0.3	21.3	1.4
Вск 60-82	8.1	0.386	0.82	0.8	19.4	0.67	14	0.6	11.2	5.4
С 82-120	8.1	0.302	0.47	0.25	21.8	0.26	14	0.8	7.8	10.3
Разрез 2. Целина										
А1 0-28	6.4	0.224	4.24	0.01	56.4	1.19	112	0.03	26.0	0.1
АВ 28-45	6.8	0.202	3.80	0.26	50.1	1.19	56	0.1	22.4	0.4
Вк 45-67	7.4	0.292	2.75	2.62	18.8	1.48	28	0.8	21.2	3.8
Вск 67-90	8.1	1.678	0.80	0.5	18.8	0.38	28	0.3	11.3	2.7
С 90-120	8.4	0.210	0.58	0.22	20.3	0.36	28	0.9	10.9	8.3

Поскольку черноземы южные формируются в наиболее ксероморфных условиях, они содержат в своем профиле водорастворимые соли. В целинной почве в гумусово-аккумулятивных горизонтах в составе анионов преобладали сульфаты, очень высоким содержанием гипса выделялся горизонт ВС на глубине 67-90 см. В иллювиальном карбонатном горизонте среди анионов доминировал хлор, а среди катионов – натрий. Общее содержание солей в профиле с учетом суммы токсичных солей характеризует «слабый» и «средний» уровень засоления. В почвообразующей породе, как под целиной, так и пашней преобладают хлориды натрия и магния. Вследствие интенсивного испарения влаги на пашне произошло передвижение хлоридов вверх и накопление по всему профилю, особенно в горизонтах АВ и Вк (Таблица 8.2).

Эти данные показывают, что длительное сельскохозяйственное использование черноземов южных привело к ухудшению комплекса свойств, определяющих их агроэкологические свойства. Такое изменение свойств чернозема южного при длительном сельскохозяйственном использовании подтверждается результатами оценки с использованием экспресс-методов – определения отражательной способности системы почва-растение методом компьютерной диагностики и химической автографии (Савич и др., 2001, 2006).

Таблица 8.2. Состав водной вытяжки

Горизонт, мощность, см	НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Сl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>
	мг-экв/100 г почвы %					
Разрез 1. Пашня						
Апах 0-20	0.72	0.584	0.889	0.62	0.9	0.673
	0.044	0.021	0.043	0.012	0.011	0.015
АВ 20-39	0.568	2.225	1.41	1.84	1.04	1.323
	0.035	0.079	0.068	0.037	0.013	0.030
Вк 39-60	0.7	4.32	3.88	3.32	2.68	2.9
	0.043	0.153	0.186	0.066	0.033	0.067
Вск 60-82	0.447	4.03	0.687	0.62	0.98	3.565
	0.027	0.143	0.033	0.012	0.012	0.082
С 82-120	0.328	3.819	0.646	0.6	1.0	3.193
	0.020	0.136	0.031	0.012	0.012	0.073
Разрез 2. Целина						
А1 0-28	0.2	0.099	0.484	0.42	0.14	0.223
	0.012	0.004	0.023	0.008	0.002	0.005
АВ 28-45	0.24	0.073	0.484	0.15	0.09	0.557
	0.015	0.003	0.023	0.003	0.001	0.013
Вк 45-67	1.04	1.577	0.687	0.52	0.78	2.00
	0.063	0.056	0.033	0.01	0.01	0.046
Вск 67-90	0.648	2.80	14.54	14.16	3.24	0.588
	0.04	0.099	0.698	0.283	0.04	0.014
С 90-120	0.552	2.92	1.62	0.5	1.12	3.47
	0.034	0.104	0.078	0.01	0.014	0.08

Цвет почв является объективной характеристикой их свойств, процессов и режимов. Цветовая гамма почв является основой для их дешифрирования для идентификации почвенного и растительного покрова, степени гидроморфности, засоления, эрозии, загрязнения нефтепродуктами и, в целом, для целей экологического мониторинга. В полевых условиях берутся мазки почв, цвет которых в дальнейшем определяется после их сканирования и оцифровывания с использованием разных цветовых систем в программе «Adobe Photoshop». Сканирование производилось с разрешением 300 dpi, глубиной цвета в 24 бита, отсканированные изображения сохранялись в TIFF-файле. Для отбора информации о цвете в этой программе использовался инструмент «пипетка». В соответствии с принятым разрешением и масштабом бралась средняя проба из 5 пикселей (опции инструмента «пипетка»).

Гуминовые вещества почв имеют темную окраску и поэтому их влияние на отражательную способность почв выражено очень сильно. Более гумусированные почвы имеют большую интенсивность черного (К) и пурпурного (М) цветов, но несколько меньшую интенсивность голубого цвета (С), не достоверно отличаются по интенсивности желтого цвета (У). Цвет почв в значительной степени так же



зависит от содержания в них  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ , водорастворимых солей, засоление дает устойчивое осветление почв.

В таблице 8.3 приведены результаты оценки цветовой гаммы распаханного и целинного черноземов южного в системах CMYK и RGB с использованием стандарта – цветовой шкалы Kodak в качестве внутреннего стандарта при сканировании шкалы совместно с образцами почв. Как видно из представленных данных, в гумусово-аккумулятивном горизонте распаханной почвы с меньшим содержанием гумуса и большим содержанием солей и карбонатов, по сравнению с целинной, заметно уменьшилась интенсивность черного цвета (К) и в меньшей степени – пурпурного (М) и увеличилась интенсивность красного (R), зеленого (G) и синего (B). Для этих горизонтов, по сравнению с нижними, характерно очень резкое увеличение интенсивностей цвета в диапазоне К (в 20 раз), С (в 1.5-2 раза), М (в 1.5 раза) и уменьшение интенсивности в диапазоне RGB (в 1.5-2.5 раза). В целом цветовая характеристика изучаемых почв достаточно хорошо идентифицирует отличия почв и их свойств.

**Таблица 8.3. Цветовая характеристика почв\*.**

Горизонт, глубина, см	С	М	У	К	Р	G	B
Разрез 1. Пашня							
Апах 0-20	52.5	56.3	74.8	40.0	93.3	78.8	57.0
С 82-120	29.5	40.5	71.1	4.3	181	146	93.5
Разрез 2. Целина							
А1 0-28	54.5	58.8	72.5	46.3	83.5	69.5	53.0
С 90-120	35.0	35.8	49.5	2.3	170	154	131

\*Интенсивности цветов: голубого (С), пурпурного (М), желтого (У), черного (К), красного (R), зеленого (G), синего (B).

Как показывает практика, при сельскохозяйственном использовании деградация почвенного покрова отмечается в большей степени в том случае, когда сначала почва окультурена, внутренние связи в ней и связи с другими компонентами экосистемы нарушены, а затем поддержка плодородия на новом уровне за счет внесения вещества и энергии прекращается. Это явление наблюдается в изученных черноземах южных глубокосолончаковато-солонцеватых.

Деградация почв сопровождается уменьшением их продуктивности (выращиваемые сельскохозяйственные культуры на изученных участках были сильно угнетены, а местами всходы отсутствовали), что приводит к уменьшению содержания в почвах органических остатков и гумуса. При недостатке органических соединений как энергетического субстрата, микроорганизмы интенсивно разлагают алифатические группировки гумусовых соединений. При этом увеличивается доля ароматических группировок и инертного гумуса. Эти процессы неизбежно приводят к уменьшению комплексобразующей способности органического вещества почв, его биологической активности, структурообразующей способности, емкости поглощения, протекторной функции (Савич и др., 2001).

Выделяемые из почвы методом химической автографии ионы, имеющие отрицательный заряд, как правило, в значительной степени представлены различными комплексами и ассоциатами с органическим веществом почвы в доступной для микроорганизмов и растений форме. Как видно из таблицы 8.4 в гумусово-аккумулятивных горизонтах целинной почвы преобладают отрицательно заряженные соединения катионов Ca, Mg, Fe, Mn, Cu и Zn, а к низу профиля по мере уменьшения содержания гумуса превалируют положительно заряженные соединения ионов, что характерно для хорошо окультуренных и целинных почв (Савич и др., 2001).

В отличие от целинной в верхнем горизонте распаханной почвы среди соединений Ca, Mg, Fe, Mn отмечается преобладание ионов с положительным, а среди соединений Zn и Cu – с отрицательным зарядом. Повсей видимости, это обусловлено тем, что комплексы Zn и Cu представлены более устойчивыми соединениями. В пользу этого предположения говорит одинаковое содержание этих ионов в составе водной вытяжки (Таблица 8.5). Вместе с тем, снижение количества соединений Ca и Fe в составе водной вытяжки указывает на разрушение их комплексов и переход в состав малорастворимых соединений. Как видно из таблицы 8.1, количество CaCO<sub>3</sub> в верхнем горизонте распаханной почвы значительно выше, чем в целинной. В свою очередь содержание соединений Mg и Mn в водной вытяжке пахотной почвы заметно выше, чем в целинной, что указывает на разрушение их комплексов при развитии деградации и переход в растворимые соединения.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что в результате длительного сельскохозяйственного использования чернозема южного интенсивно развиваются деградационные процессы, сопровождающиеся ухудшением их свойств почв.

**Таблица 8.4. Содержание катионов в положительно и отрицательно заряженных соединениях в черноземе южном**

Горизонт, глубина, см	Ca		Mg		Fe		Mn		Cu		Zn	
	Заряд соединений											
	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
мг/100 г почвы												
Разрез 1. Пашня												
Апах 0-20	2.827	7.719	0.875	7.188	0.069	0.073	0.004	0.005	0.009	0.007	0.031	0.028
АВ 20-39	3.752	6.924	0.924	21.039	0.062	0.074	0.004	0.005	0.006	0.006	0.025	0.024
Вк 39-60	15.472	24.146	20.803	20.869	0.110	0.109	0.007	0.007	0.006	0.005	0.023	0.020
Вск 60-82	9.981	35.268	10.657	10.589	0.082	0.064	0.004	0.006	0.005	0.006	0.021	0.023
С 82-100	2.783	25.134	8.811	8.867	0.078	0.070	0.004	0.007	0.006	0.005	0.027	0.026
Разрез 2. Целина												
А1 0-28	12.368	3.472	1.488	1.228	0.086	0.046	0.009	0.007	0.007	0.006	0.035	0.033
АВ 28-45	10.487	2.341	0.989	0.700	0.054	0.063	0.008	0.007	0.008	0.007	0.028	0.031
Вк 45-67	20.138	25.258	0.829	1.021	0.087	0.070	0.007	0.007	0.007	0.008	0.025	0.031
Вск 67-90	17.752	26.347	0.969	1.561	0.113	0.111	0.007	0.011	0.009	0.010	0.035	0.044
С 90-120	3.149	25.179	1.112	1.085	0.113	0.101	0.009	0.011	0.010	0.008	0.034	0.029

Таблица 8.5. Содержание катионов в водорастворимых соединениях почв

Горизонт, глубина, см	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	мг/100 г почвы					
Разрез 1. Пашня						
Апах 0-20	9.437	10.855	0.174	0.120	0.019	0.053
АВ 20-39	8.839	33.084	0.041	0.210	0.016	0.047
Вк 39-60	41.149	42.629	0.033	0.236	0.017	0.051
ВСк 60-82	43.263	24.330	0.019	0.238	0.014	0.044
С 82-100	28.543	16.789	0.027	0.125	0.014	0.043
Разрез 2. Целина						
А1 0-28	19.731	1.732	0.269	0.029	0.019	0.054
АВ 28-45	17.834	1.067	1.129	0.027	0.022	0.055
Вк 45-67	54.368	14.631	0.185	0.029	0.018	0.048
ВСк 67-90	45.184	39.212	0.046	0.258	0.019	0.055
С 90-120	29.672	16.339	0.026	0.159	0.015	0.047

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ АГРОНОМИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО

Одним из наиболее экономичных и экологически приемлемых путей повышения плодородия малопродуктивных деградированных почв является использование природного сырья, обладающего удобрительными и мелиорирующими свойствами: торфа, сапропелей, фосфоритов (в т.ч. болотных руд), известняков, доломитов, гипса, некоторых видов углей, цеолитов и др. Эти природные агрономические удобрения наряду с системными свойствами являются высоко экологичными и обладают генетическим сродством к почвам региона. В республике имеется богатая сырьевая база таких удобрений (Батанов и др., 2006).

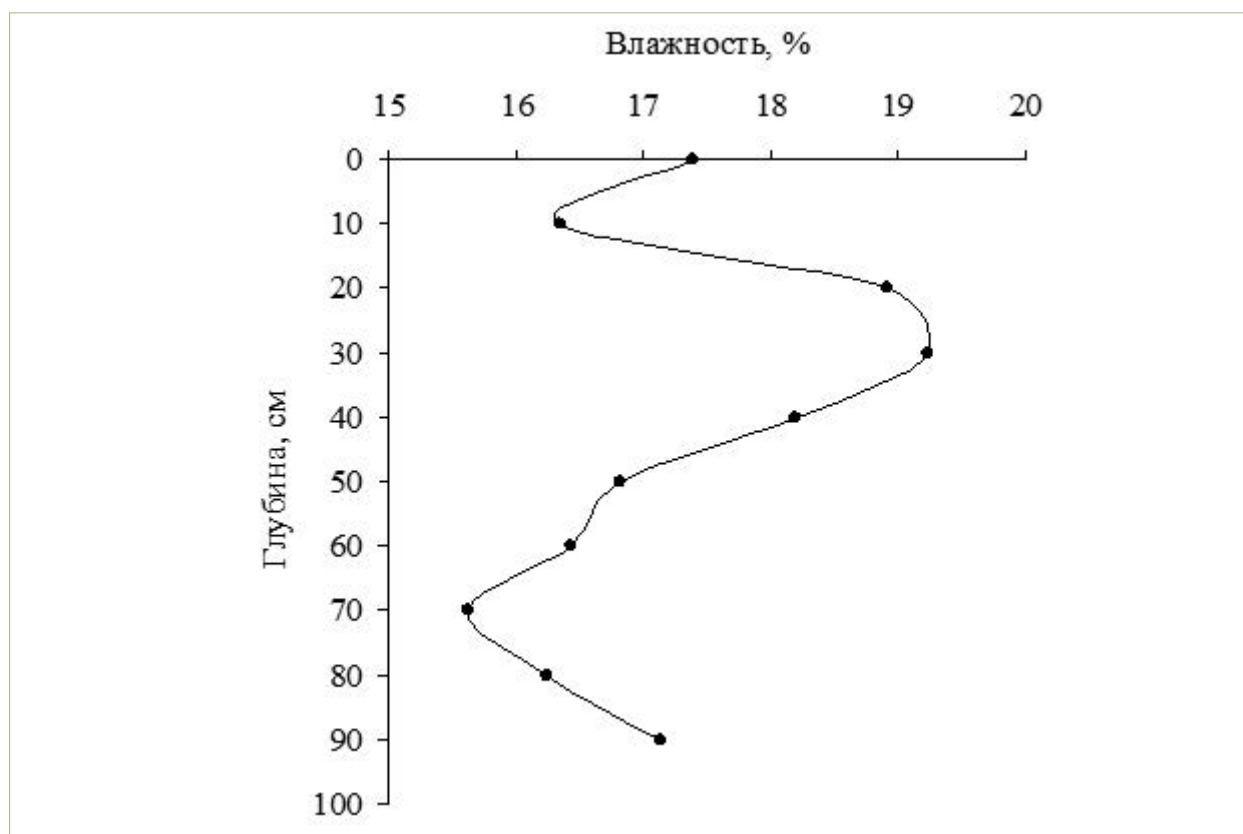
Опыт заложен весной 2005 года на территории хозяйства «Маканский» Хайбуллинского района республики Башкортостан на черноземе южном глубокосолончаковато-солонцеватом тяжелосуглинистом среднеэродированном по следующей схеме: 1. Контроль; 2. *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (донник лекарственный) + структурообразователь Дэман (0,03% от массы почвы); 3. Сапропель (60 т/га + N<sub>30</sub>); 4. Сплавина (60 т/га + N<sub>30</sub>); 5. Солома (60 т/га + N<sub>30</sub>); 6. Навоз (60 т/га); 7. Цеолит (150 т/га); 8. Песок (150 т/га); 9. *Midicago sativa* L. (люцерна посевная) и 10. *Onobrychis viciifolia* Scop. (эспарцет) в трех повторностях. Площадь делянок 60 м<sup>2</sup>. Норма высева фитомелиорантов составила 14 кг/га или 84 г на 60 м<sup>2</sup>. Составы сапропеля, сплавинны из озера Чебаркуль и цеолита описаны выше. Образцы почвы по делянкам опыта отбирались весной (10-20 мая) и осенью (10-20 сентября) из пахотного горизонта (0-10 и 10-20 см).

Проведенный статистический анализ свойств опытного участка (n=16) показал его достаточную однородность. Коэффициенты вариации изменялись в диапазоне 5-25%. В пахотное слое среднее содержание гумуса составило 2,8%, фосфора подвижного – 7.74 мг/100 г почвы, щелочногидролизуемого азота – 87 мг/кг почвы,

pH H<sub>2</sub>O – 7.9, емкость катионного обмена – 30.5 мг-экв/100 г почвы, сухой остаток – 0.10%, содержание CaCO<sub>3</sub> – 0.27%. Среди изученных характеристик наиболее динамичным было содержание карбонатов в почве, которое варьировало от 0.004 до 1.50%.

Одним из лимитирующих факторов биопродуктивности почв региона является влагообеспеченность. Характер распределения влаги в профиле показан на рисунке 8.1. Максимальное содержание воды наблюдалось в иллювиальном горизонте, а минимальное – в переходном к почвообразующей породе. В пахотном слое она изменялась в довольно широком диапазоне (15-22%) в зависимости от микрорельефа.

**Рис. 8.1. Характер распределения влаги в профиле**



*Агрофизические свойства.* Внесение удобрений способствовало улучшению водного режима почвы. Осенью первого года максимальные запасы влаги в пахотном слое наблюдались на вариантах с внесением органических мелиорантов: навоза, соломы и славяны (Таблица 8.6). На следующий год проявилась роль сапропеля, влажность почвы при его внесении была самой высокой по всему профилю. Очевидно, это обусловлено тем, что, обладая высокой водоудерживающей способностью, он способствовал сохранению весенних запасов влаги до конца вегетационного периода. В несколько меньшей степени этот процесс наблюдался при внесении навоза и славяны. На третий год при меньших общих запасах влаги первенство осталось также за этими вариантами, но их эффективность в плане водоудержания существенно снизилась, а на варианте с навозом была близка к контрольному варианту, что связано с минерализацией органического вещества.

Как известно, внесение высокодисперсных цеолитов в почвы образно называют

«сухим поливом». В наших исследованиях эффективность внесения цеолита была более выражена в осенние сроки, но и тогда была ниже, чем на вариантах с органическими мелиорантами. По всей видимости, для существенного повышения водоудерживающей способности чернозема южного необходимы более высокие дозы, чем 150 т/га.

**Таблица 8.6. Изменение полевой влажности в процессе проведения полевого опыта.**

Слой, см	Варианты опыта									
	Конт- роль	Люцерна	Эспарцет	На- воз	Песок	Соло- ма	Цеолит	Спла- вина	Сапро- пель	Донник + Дэман
Осень 2005 года										
0-10	7.95	8.27	8.68	11.92	8.86	10.04	9.50	9.51	8.75	8.01
10-20	9.04	12.23	9.85	11.71	10.34	7.62	8.90	11.87	12.73	10.42
20-30	14.71	17.09	13.00	11.52	11.76	9.38	12.64	9.63	12.37	11.47
Весна 2006 года										
0-10	19.47	21.06	18.88	23.33	21.25	22.21	21.51	22.62	24.13	17.33
10-20	20.82	21.41	20.52	21.72	22.73	20.67	22.68	22.25	23.88	21.39
20-30	21.83	21.98	21.46	22.66	22.53	22.05	22.67	24.23	23.36	20.58
Осень 2006 года										
0-10	17.93	20.57	19.86	22.81	19.91	21.84	20.89	22.76	24.54	20.97
10-20	18.15	19.93	18.18	16.91	19.83	21.37	20.37	21.10	20.20	18.54
20-30	17.29	16.10	14.21	13.36	14.73	16.79	16.15	15.00	17.21	16.32
Весна 2007 года										
0-10	11.04	8.97	10.31	11.13	10.58	9.90	10.87	13.17	13.26	11.01
10-20	12.60	10.29	10.32	11.76	11.14	10.68	10.22	14.49	13.35	11.49
20-30	17.16	11.57	13.62	12.65	12.43	18.04	15.34	16.32	16.15	12.33
Осень 2007 года										
0-10	8.40	8.75	9.40	10.46	10.27	8.76	11.07	11.31	11.45	10.35
10-20	8.64	8.54	10.08	9.92	9.08	8.75	9.82	10.23	10.63	9.66
20-30	12.77	10.58	11.97	12.77	11.09	9.76	11.29	12.13	11.38	11.69
Весна 2008 года										
0-10	22.28	21.82	20.82	27.22	21.09	22.58	21.64	21.12	22.84	22.37
10-20	22.88	23.26	23.59	24.58	22.82	24.91	23.59	23.17	23.52	23.21
20-30	22.78	22.60	23.04	24.41	24.28	25.07	24.51	24.13	26.11	24.30

На вариантах с выращиванием трав содержание влаги в период исследований было, как правило, ниже, чем при внесении мелиорантов и существенно не отличалось от контроля.

Динамика влажности в почвах опыта соответствовала изменившимся под влиянием удобрений водно-физическим свойствам. Плотность пахотного слоя на контрольном варианте осенью третьего года исследований составила 1.21-1.29 г/см<sup>3</sup>, что характеризует ее как повышенную. Как известно, плотность почвы влияет не только на ее продуктивность. Она обуславливает формирование объемов порового

пространства, в которых живут, функционируют почвенные микроорганизмы, биота. Поэтому, если изменить объемы пор, изменится и почвенная биота. В итоге иначе будут проявляться экологические функции почвы.

Данные таблицы 8.7 свидетельствуют, что наиболее выраженное уменьшение плотности пахотного слоя произошло при внесении соломы и славины. В слое 0-10 см этих вариантов плотность снизилась с 1.21 до 1.07 г/см<sup>3</sup>. В меньшей степени, но достаточно эффективными оказались навоз и цеолит.

Следствием внесения удобрений явилось также изменение пористости, капиллярных свойств почвы, определяющих ее почвенно-гидрологические константы. Существенно увеличилась наименьшая влагоемкость почвы, указывающая на ее водоудерживающую способность, что имеет особенно важное значение для почв сухостепной зоны, испытывающих недостаток влаги.

Максимальное увеличение наименьшей влагоемкости наблюдалось при внесении славины (почти на 10%). Соответственно возросла капиллярная и полная влагоемкость, увеличился диапазон активной влаги.

**Таблица 8.7. Влияние мелиорантов на водно-физические свойства (осень 2007 года).**

Вариант опыта	Глубина, см	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Пористость, %	Влагоемкость, %			ДАВ, %
				НВ	КВ	ПВ	
Контроль	0-10	1.21	53.8	31.8	36.4	42.8	20.3
	10-20	1.29	50.9	27.8	31.8	35.7	16.7
Эспарцет	0-10	1.15	56.1	34.1	39.1	44.6	22.6
	10-20	1.18	55.1	30.0	34.3	41.5	18.9
Навоз	0-10	1.10	58.0	38.8	42.2	48.8	27.3
	10-20	1.24	52.9	30.0	33.4	35.8	18.9
Песок	0-10	1.22	53.4	33.9	36.1	44.9	22.4
	10-20	1.27	51.7	28.2	33.8	38.3	17.1
Солома	0-10	1.07	59.2	37.5	42.2	52.8	26.0
	10-20	1.16	55.9	34.5	36.6	44.0	23.4
Цеолит	0-10	1.12	57.3	37.4	41.5	47.4	25.9
	10-20	1.20	54.4	29.0	34.6	40.8	17.9
Славина	0-10	1.07	59.2	40.7	42.8	53.9	29.2
	10-20	1.40	46.8	28.8	30.7	35.1	17.7
Сапрпель	0-10	1.21	53.8	36.4	38.7	44.5	24.9
	10-20	1.36	48.3	28.9	30.1	34.6	17.8
Дэман + Донник	0-10	1.17	55.3	37.3	39.5	45.5	25.8
	10-20	1.21	53.9	26.3	32.8	35.7	15.2

Примечание: НВ – наименьшая влагоемкость, КВ – капиллярная влагоемкость, ПВ – полная влагоемкость, ДАВ – диапазон активной влаги

Эффективность удобрений и мелиорантов по влиянию на водно-физические свойства почвы можно расположить в следующий ряд: песок – сапрпель – цеолит – солома – навоз – славина.

Анализ структурно-агрегатного состава и водопрочности агрегатов проводился осенью второго года исследований (Таблицы 8.8-8.9). В почве опыта среди структурных фракций пахотного горизонта выявлено преобладание глыбистых отдельностей (> 10 мм). Содержание агрономически наиболее ценных фракций в пахотном горизонте, в который включаются все фракции, входящие в диапазон от 5 до 0.25 мм, не превышало 30%, что характеризует качественную оценку структуры как неудовлетворительную. Более того, в пахотном горизонте было много очень плотных глыб размером с нескольких до десятков сантиметров.

При внесении удобрений и мелиорантов существенное снижение содержания илистой фракции наблюдалось только на вариантах с навозом, цеолитом и структурообразователем «Дэман», на которых коэффициент структурности увеличился с 1.0-1.5 до 2.4-4.1, что характеризует существенное улучшение структуры.

Водопрочность агрегатов по всем вариантам опыта характеризовалась как «хорошая», а при внесении «Дэмана» - «избыточно высокая». Следует отметить, что использование всех удобрений и мелиорантов способствовало некоторому возрастанию водопрочности структуры (Таблица 8.9).

Определение механической прочности комков почвенной структуры показало, что самое большое усилие, необходимое для раздавливания комков почвы крупнее 10 мм, отмечалось на контроле и составило 6.5-7.1 кг для пахотного слоя, а самое низкое 4.3-4.7 кг при внесении навоза и песка. Внесение других удобрений также способствовало снижению этого показателя на 1-1.5 кг.

**Таблица 8.8. Структурно-агрегатный состав почв (осень 2007 года)**

Варианты опыта	Глубина отбора образцов	Размер структурных фракций, (мм) и их содержание, (%)								Коэф. струк.
		>10	10-7	7-5	5-3	3-1	1-0.5	0.5-0.25	<0.25	
Контроль	0-10	33.2	7.8	6.5	7.6	12.8	11.8	13.3	7.0	1.5
	10-20	45.7	10.4	8.6	9.7	10.5	4.2	7.0	3.9	1.0
Люцерна	0-10	24.2	7.9	6.0	7.4	15.4	16.6	15.0	7.5	2.2
	10-20	35.0	9.1	7.0	9.1	13.7	11.0	9.8	5.3	1.5
Эспарцет	0-10	21.8	8.7	7.1	9.1	16.3	16.0	13.7	7.3	2.4
	10-20	40.6	10.0	6.3	8.8	12.9	9.0	7.6	4.8	1.2
Навоз	0-10	9.7	5.3	5.4	8.4	23.6	29.1	8.6	9.9	4.1
	10-20	32.0	9.8	6.8	9.4	13.7	10.7	10.7	6.9	1.6
Песок	0-10	19.3	8.0	6.6	9.2	16.6	18.6	14.5	7.2	2.8
	10-20	25.8	9.8	6.6	8.9	16.4	12.9	12.8	6.8	2.1
Солома	0-10	22.4	8.6	6.3	8.8	14.6	18.2	13.8	7.3	2.4
	10-20	32.8	9.6	7.4	8.8	15.1	10.9	9.6	5.8	1.6
Цеолит	0-10	13.6	6.2	5.8	7.2	25.2	20.3	14.1	7.6	3.7

	10-20	32.3	10.1	7.3	9.0	15.0	10.6	9.4	6.3	1.6
Сплавина	0-10	23.6	8.2	5.8	7.2	16.5	20.6	12.2	5.9	2.4
	10-20	36.6	9.3	6.7	9.1	15.6	10.7	8.2	3.8	1.5
Сапропель	0-10	28.9	9.2	7.3	9.6	18.3	13.4	9.5	3.8	2.1
	10-20	31.3	9.5	7.6	9.6	16.3	11.6	9.2	4.9	1.8
Донник	0-10	23.6	9.9	6.6	8.4	16.5	17.0	10.7	7.3	2.2
	10-20	26.6	10.3	8.4	10.8	18.2	12.3	9.2	4.2	2.3
Донник + Дэман	0-10	8.8	4.9	4.8	8.7	18.9	23.8	18.9	11.2	4.0
	10-20	19.3	10.1	7.8	10.0	20.3	14.7	12.0	5.8	3.0

Таблица 8.9. Водопрочность почвенных агрегатов (осень 2007 года)

Варианты опыта	Глубина отбора образцов	Размер водопрочных агрегатов, (мм) и их содержание, (%)							Коэф. водопроч.
		>7	7-5	5-3	3-1	1-0.5	0.5-0.25	<0.25	
Контроль	0-10	-	-	2.6	6.3	16.4	21.4	53.3	0.50
	10-20	-	2.9	2.2	7.5	24.6	27.3	35.5	0.67
Люцерна	0-10	-	2.1	1.9	5.7	15.1	28.0	47.2	0.57
	10-20	-	2.2	1.5	5.1	14.6	32.9	43.7	0.59
Эспарцет	0-10	-	1.7	1.9	4.8	12.7	26.1	52.8	0.51
	10-20	-	0.9	2.9	9.6	22.1	29.3	35.2	0.68
Навоз	0-10	5.3	0.8	2.9	6.4	14.1	21.8	48.7	0.57
	10-20	2.3	1.2	2.4	7.7	15.2	28.8	42.4	0.62
Песок	0-10	-	0.5	1.9	9.6	16.6	22.4	49.0	0.55
	10-20	-	1.4	1.3	3.7	14.1	33.7	45.8	0.58
Солома	0-10	-	0.9	1.6	7.8	18.8	29.4	41.5	0.63
	10-20	-	1.0	2.1	8.8	17.3	23.9	46.9	0.56
Цеолит	0-10	-	-	2.4	4.7	19.9	27.6	45.4	0.59
	10-20	-	-	2.6	7.2	14.3	28.7	47.2	0.56
Сплавина	0-10	-	-	2.1	5.0	20.5	31.2	41.2	0.62
	10-20	-	0.8	2.7	7.6	21.0	31.8	36.1	0.66
Сапропель	0-10	-	1.4	2.6	8.5	18.5	32.1	36.9	0.66
	10-20	-	1.8	2.6	8.8	21.1	31.7	34.0	0.69
Донник	0-10	-	1.1	3.0	11.9	30.5	24.0	29.5	0.76
	10-20	-	1.5	3.5	14.2	22.0	28.1	30.7	0.72
Донник+ Дэман	0-10	8.3	2.3	4.9	15.4	30.2	17.0	21.9	0.88
	10-20	2.4	1.9	6.2	18.6	21.2	24.4	25.3	0.79

**Физико-химические свойства.** Чернозем южный глубокосолончаковато-солонцеватый содержит повышенные концентрации солей в средней части профиля, что создает опасность увеличения их концентрации в пахотном слое. Изучение динамики количества водорастворимых солей в этом слое показало, что



за три года исследований не произошло их существенного накопления. Вместе с тем этот показатель достаточно динамичный и в отдельные периоды на всех вариантах вплотную приближался к «слабому» уровню засоления, а при внесении навоза – к «сильному» в первый год после внесения, что обусловлено составом навоза крупного рогатого скота в сухостепной зоне Зауралья. В последующем содержание сухого остатка на этом варианте снизилось (Таблица 8.10).

Как известно (Поздняков и др., 1996), степень засоления почв можно диагностировать измерением ее удельного электрического сопротивления (УЭС). Удельное электрическое сопротивление - параметр, характеризующий способность почвы изменять величины электрического тока и напряженности (электрических потенциалов) в почве, возникающих после наложения на нее электрического поля. Результаты исследований (Таблица 8.10) показали, что величина УЭС по вариантам опыта изменяется в достаточно широком диапазоне от 500 до 2000 Ом·м. Анализ зависимости УЭС от содержания водорастворимых солей в почвах опыта показал наличие достоверной отрицательной зависимости между этими характеристиками, которая описывается уравнением  $y=1607.97-2935.09 \cdot x$  ( $r=-0.68$ ;  $P=0.95$ ). Следовательно, с помощью измерения УЭС можно оперативно определять степень засоления почв в полевых условиях.

**Таблица 8.10. Физико-химические свойства чернозема южного при внесении природных удобрений и мелиорантов (средние значения за 2005-2007 гг.)**

Вариант	Слой, см	рН H <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	ЕКО	CaCO <sub>3</sub>	УЭС Ом·м	Сух. ост. %
			мг-экв/100 г почвы			%		
Контроль	0-10	8.02	28	12	34.1	0.2	1303	0.1
	10-20	8.18	28	12	35.8	0.18	1512	0.15
Люцерна	0-10	7.96	25	13	36.1	0.13	1564	0.08
	10-20	7.94	24	13	33.3	0.08	1502	0.08
Эспарцет	0-10	7.94	20	13	35.5	0.08	1754	0.09
	10-20	7.99	21	13	34.3	0.08	1296	0.07
Навоз	0-10	8.24	29	11	34.2	0.68	950	0.22
	10-20	8.2	27	11	35.9	0.92	852	0.15
Песок	0-10	8.17	26	12	31.3	1.58	1403	0.11
	10-20	8.03	28	11	32.1	0.86	1273	0.09
Солома	0-10	8.04	24	12	34.7	0.38	1534	0.07
	10-20	8.02	22	13	35	0.45	1316	0.09
Цеолит	0-10	8.02	25	12	34.5	0.07	1702	0.07
	10-20	7.77	26	13	36.9	0.1	1478	0.09
Сплавина	0-10	7.55	25	12	31.2	0.03	2201	0.08
	10-20	7.7	25	12	35.7	0.01	2171	0.1
Сапропель	0-10	7.36	23	13	38	0.02	2149	0.08
	10-20	7.14	19	13	38.6	0.15	3515	0.1
Донник	0-10	7.56	21	12	37.3	0.02	1901	0.08
	10-20	7.42	20	12	37.7	0.15	1693	0.1

Внесение органических мелиорантов способствовало повышению величины емкости катионного обмена (ЕКО). Наиболее существенное увеличение наблюдалось при внесении навоза и сапропеля (на 3-4 мг-экв/100г почвы), несколько меньшее – на вариантах с соломой и славвиной, воздействие цеолита на ЕКО оказалось равным навозу.

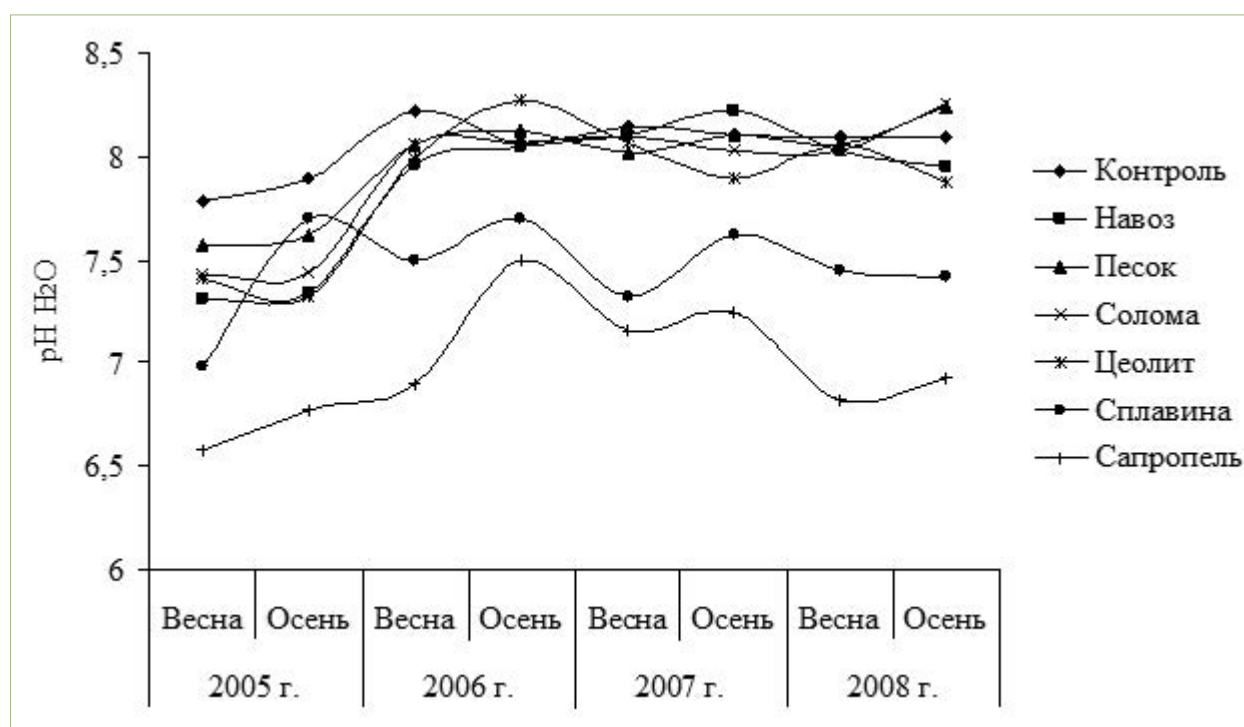
Содержание свободных карбонатов в этих почвах изменялось в широком диапазоне, что обусловлено, прежде всего, высокой вариабельностью этого показателя в естественных условиях (Таблица 8.10).

Реакция среды почвы опыта слабощелочная (рН 7.8) и во всех вариантах опыта сразу после внесения относительно кислых удобрений наблюдалось незначительное подкисление пахотного горизонта (рис. 8.2). Следует отметить, что в динамике кислотности по всем вариантам опыта происходило подщелачивание почвенного раствора к осени вследствие естественных процессов изменения влажности, подтягивании карбонатов.

За четыре года исследований достоверное подкисление почвы наблюдалось только при внесении славвины и сапропеля и выращивании люцерны и донника. В данном случае подкисление почвенного раствора является благоприятным явлением и обусловлено, очевидно, как кислотностью самих удобрений, так и увеличением выделения углекислоты при более высокой биологической активности на этих вариантах.

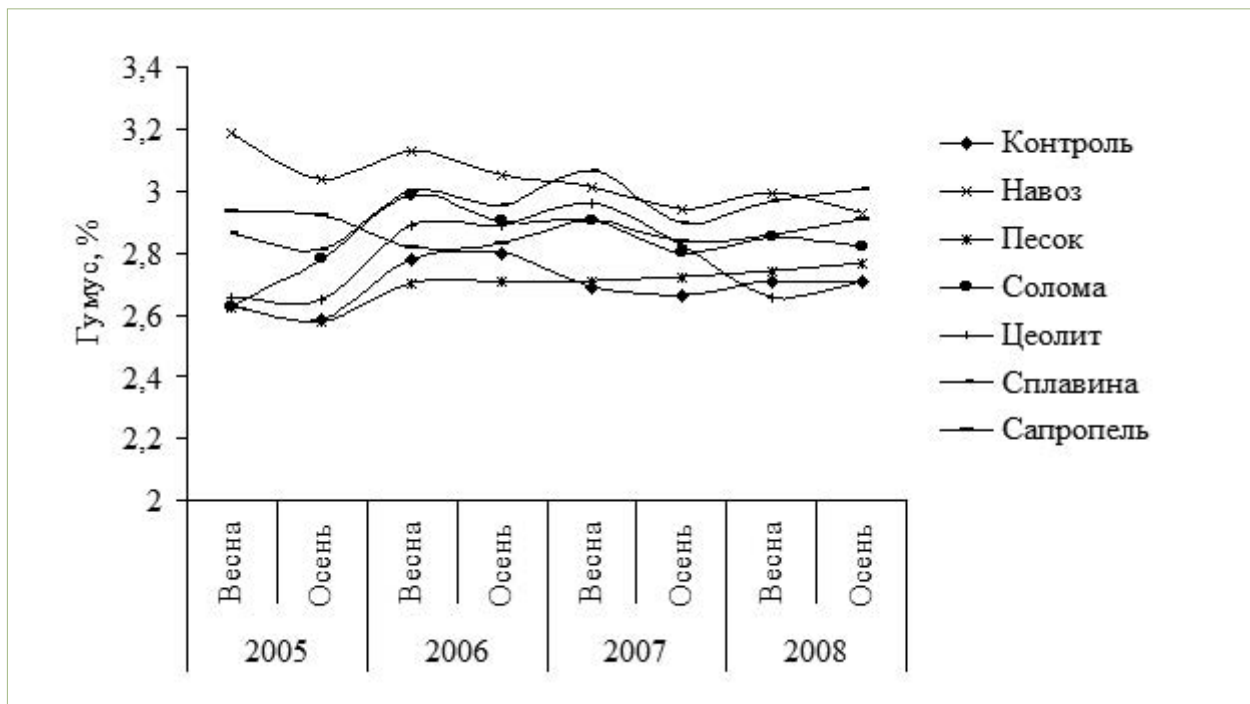
Почва опытного поля характеризуется низким содержанием гумуса (рис. 8.3). При внесении удобрений и выращивании фитомелиорантов достоверное увеличение содержания гумуса за четыре года произошло на всех вариантах, кроме варианта с внесением песка.

**Рис. 8.2. Влияние удобрений на кислотность почвы**



Вместе с тем характер этих изменений имел свои особенности. Как видно из рисунка 8.3 в первые два года существенное увеличение его содержания произошло только на вариантах с внесением, соломы, сапропеля и сплавины с максимумом при внесении навоза, а на третий и четвертый год по мере минерализации навоза и гумификации сплавины содержание гумуса в них выровнялось. Его количество при внесении сапропеля мало изменялось в течение четырех лет. В отличие от этих вариантов максимальный эффект от внесения соломы проявился на второй год и в последующие годы содержание гумуса в почве этого варианта постепенно снижалось. В целом средние значения содержания гумуса в почве за четыре года при внесении сплавины и сапропеля оказались близкими к варианту с внесением навоза ( $t_{st}=1.63$ ;  $p = 0.15$ ).

Рис. 8.3. Влияние удобрений на содержание гумуса в почве



Применение удобрений и фитомелиорации оказало заметное влияние на фракционно-групповой состав гумуса почвы опыта. В соответствии с системой показателей гумусного состояния почв (Гришина, 1986) чернозем южный характеризуется фульватно-гуматным типом гумуса и высокой степенью гумификации органического вещества (Таблица 8.11). В составе гуминовых кислот почвы опыта преобладает фракция, связанная с кальцием. Ее содержание оценивается как «высокое» (более 70% от суммы гуминовых кислот), в то время как содержание «свободных» гуминовых кислот – «низкое», а прочносвязанных – «очень низкое». Фракционное распределение фульвокислот в основном соответствует распределению гуминовых кислот.

К осени третьего года после внесения удобрений и посева фитомелиорантов в групповом составе гумуса по сравнению с контролем возросло общее содержание гуминовых кислот (во всех вариантах, кроме внесения песка). Применение навоза, сплавины и сапропеля способствовало увеличению степени гумификации органического вещества, которая превысила в этих вариантах 40%, т.е. стала «очень высокой».

При внесении удобрений соотношение Сгк:Сфк увеличилось до 1.62-1.80, при использовании фитомелиорантов увеличение было незначительным, а в варианте с песком осталось на уровне контроля.

Таблица 8.11. Фракционно-групповой состав гумуса (осень 2007 года).

Вариант	Слой, см	Гумус, %	ФК				ГК			Сгк Сфк	Негидр. остаток
			1а	1	2	3	1	2	3		
Контроль	0-10	2.83	2.4	6.8	11.5	4.0	6.9	25.3	2.1	1.39	41.0
	10-20	2.50	2.5	7.2	11.3	3.3	6.3	28.5	2.2	1.46	38.7
Люцерна	0-10	3.04	2.2	5.3	13.1	5.2	6.4	29.3	2.8	1.49	35.7
	10-20	2.88	2.3	6.2	12.7	4.0	7.1	29.8	2.6	1.57	35.3
Эспарцет	0-10	2.98	3.1	5.8	13.2	1.9	7.5	28.4	3.3	1.63	36.8
	10-20	2.81	2.9	6.6	13.8	2.2	7.8	29.2	3.7	1.60	33.8
Навоз	0-10	3.03	2.1	8.1	11.3	2.1	7.3	33.0	4.0	1.80	35.7
	10-20	2.85	3.3	8.4	12.3	2.3	8.1	34.1	3.9	1.75	27.6
Песок	0-10	2.74	2.7	7.1	9.8	3.6	5.2	27.1	2.8	1.51	41.7
	10-20	2.70	3.2	6.8	10.6	4.0	5.8	27.7	3.2	1.49	38.7
Солома	0-10	2.83	3.5	6.4	10.7	3.5	6.8	29.7	2.4	1.61	37.0
	10-20	2.77	2.8	6.1	11.7	3.1	7.4	30.1	2.8	1.70	36.0
Цеолит	0-10	2.85	2.8	7.5	10.2	2.5	5.9	28.8	3.1	1.64	39.2
	10-20	2.80	2.9	7.1	10.9	2.5	6.0	30.3	2.6	1.66	37.7
Сплавина	0-10	2.96	3.6	8.1	11.3	2.0	7.3	30.6	2.7	1.62	34.4
	10-20	2.84	2.8	8.6	11.5	1.2	7.1	32.1	2.5	1.73	34.2
Сапрпель	0-10	2.85	3.8	6.3	12.1	3.0	7.7	30.3	3.5	1.65	33.3
	10-20	2.83	3.1	5.7	13.7	1.8	6.5	31.8	3.3	1.71	34.1
Донник	0-10	2.87	2.6	6.2	11.8	3.2	7.1	26.6	2.9	1.53	39.6
	10-20	2.63	2.4	7.3	12.9	3.0	7.2	28.3	3.4	1.52	35.5

Сдвиг соотношения Сгк:Сфк в пользу гуминовых кислот при внесении удобрений связан прежде всего с увеличением новообразования гумусовых веществ и изменением его фракционно-группового состава. Наиболее заметные изменения произошли во 2-й и 3-й фракциях гуминовых кислот, связанных с минеральной частью почвы. Так, содержание связанной с кальцием фракции гуминовых кислот возрастало в ряду: контроль – песок – донник – люцерна – эспарцет – цеолит – солома – сапрпель – сплавина – навоз.

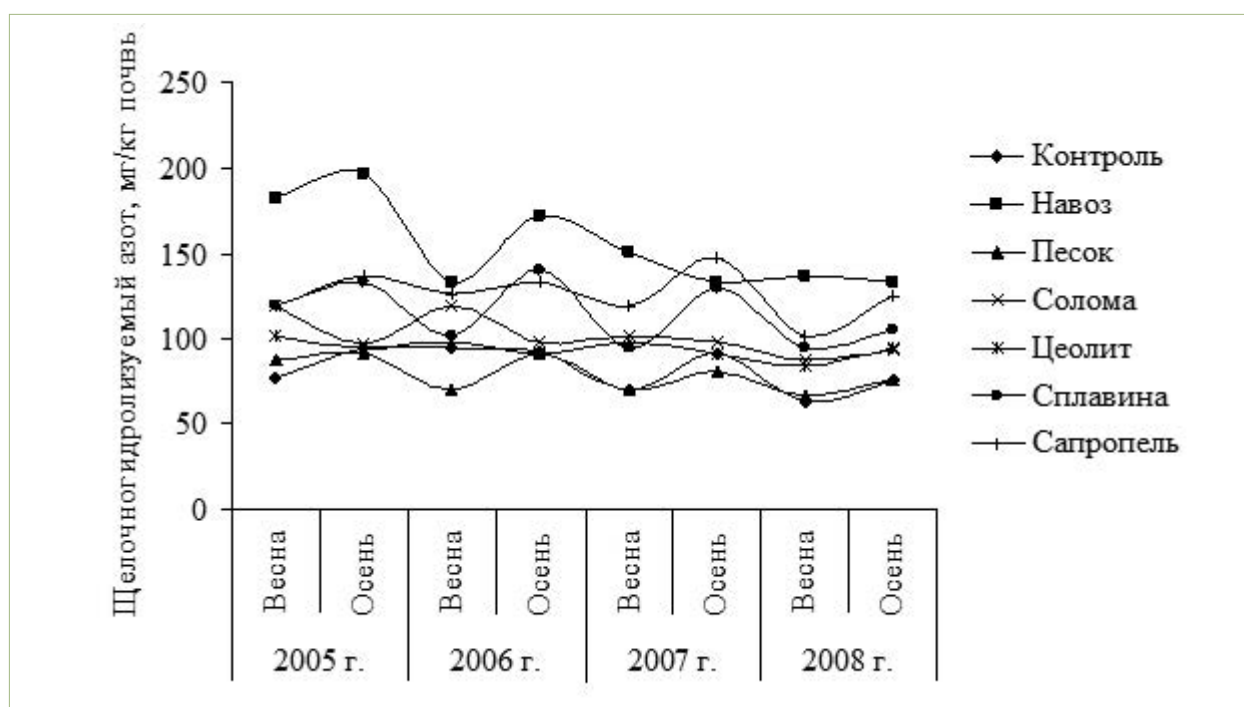
Вследствие этого произошло относительное снижение доли негидролизуемого остатка во всех вариантах с внесением удобрений и посева фитомелиорантов по сравнению с контролем и внесением песка.

*Питательный режим.* Низкая гумусированность почвы опыта определяет ее неудовлетворительный питательный режим, характеризующийся низким содержанием доступного растениям азота и фосфора.

Достоверному повышению содержания щелочногидролизуемого азота (наиболее близкого источника его доступной формы), как видно из рисунка 8.4, способствовало внесение соломы, славвины, сапропеля и навоза, причем изменение этого показателя во времени аналогично гумусу. Следует отметить, что самая высокая обогащенность гумуса азотом наблюдалась при внесении навоза и сапропеля. Использование фитомелиорантов не оказало существенного влияния на обеспеченность почвы доступным азотом.

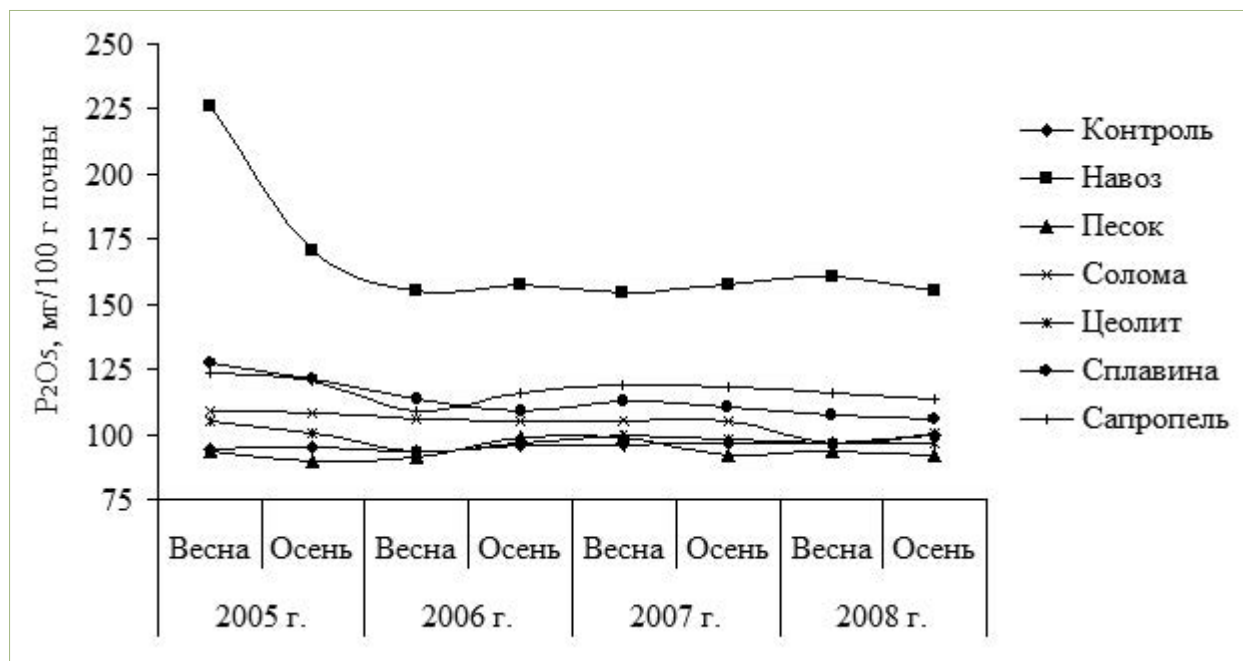
Одним из главных параметров, лимитирующих плодородие чернозема южного, наряду с запасами влаги, является низкая обеспеченность подвижным фосфором. Содержание валового фосфора в этих почвах самое низкое в ряду черноземных почв и составляет около 0.10%. В почвах опыта его наиболее высокие значения наблюдались в первый год после внесения навоза (около 0.23%) (рис. 8.5). Со временем его количество постепенно уменьшалось, но и на четвертый год было в полтора раза выше, чем на контроле. Только на этом варианте обеспеченность подвижным фосфором была высокой (рис. 8.6). В динамике же наблюдалось постепенное снижение к четвертому году эксперимента.

*Рис. 8.4. Влияние удобрений на содержание щелочногидролизуемого азота в почве*



Помимо навоза, к небольшому, но статистически значимому увеличению содержания валового фосфора привело внесение соломы, сапропеля и славвины, причем эффект от внесения соломы был минимальным и к четвертому году содержание валового фосфора сравнялось с контролем, а при внесении славвины и сапропеля оно было практически одинаковым во все годы исследований.

Рис 8.5. Влияние удобрений на содержание валового фосфора в почве

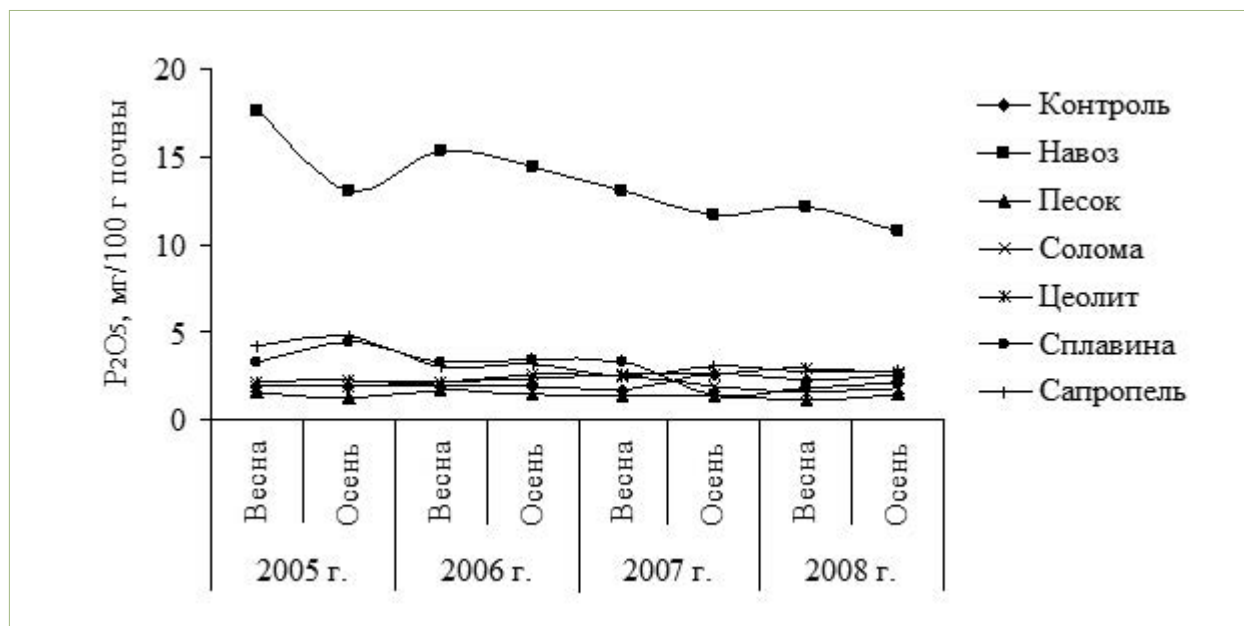


По содержанию подвижного фосфора эти варианты были также близки, но в первый год оно было несколько выше при внесении сапропеля, а на второй и третий по мере развития гумификации – при внесении сплавина.

При выращивании фитомелиорантов (люцерна, донник) и внесении цеолита среднее за четыре года содержание подвижного фосфора незначительно, но достоверно увеличилось, чему способствовало, по всей видимости, некоторое подкисление почвенного раствора.

Таким образом, высокая обеспеченность подвижным фосфором происходит только при внесении навоза, запахивание измельченной сплавина, соломы и сапропеля способствуют улучшению фосфатного состояния, но не являются достаточными для его оптимизации.

Рис. 8.6. Влияние удобрений на содержание подвижного фосфора в почве



*Продуктивность и экономическая эффективность.* Почва опытного участка засеивалась культурами в рамках севооборота хозяйства. В первые два года опыта поле было засеяно подсолнечником. В первый год растения были единичными и учет урожайности был невозможен. На второй год ситуация несколько изменилась и хотя урожай был чрезвычайно низким, его учет показал заметную разницу по вариантам (рис. 8.7).

Если на контроле фитомасса составила 0.1 ц/га, то при внесении органических мелиорантов она возросла в ряду сплавина – навоз – солома – сапрпель от 0.23 до 0.64 ц/га. В связи с низкой продуктивностью всего поля на третий год оно было выведено из севооборота и не засеивалось, т.е. было переведено в залежь и начало зарастать рудеральными видами. При этом абсолютный доминант был *Cirsium setosum* (Willd). Bess. (бодяк щетинистый), кроме того, высокое проективное покрытие имели *Artemisia absinthium* L. (полынь горькая), *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub (кострец безостый), *Chenopodium album* L. (марь белая). По исследованиям О.З. Еремченко и др. (2004) и Я.Т. Суюндукова и др. (2007), это явление характерно для молодых (1-10 лет) залежей Южного Зауралья. Поэтому учет проводился по общей фитомассе растений, выросших на опытном участке. Исследования показали, что эффективность органических удобрений можно расположить в следующий возрастающий ряд: солома – сплавина – сапрпель – навоз. Применение цеолита привело к увеличению урожайности фитомассы на 31.6 ц/га и песка на 11.6 ц/га. Фитомасса многолетних трав донника, люцерны и эспарцета составила соответственно 95.6; 71.6 и 65.6 ц/га против 50 ц/га на контроле.

Расчет экономической эффективности использования природных удобрений и фитомелиорации на черноземе южном показал, что рентабельным оказалось только использование соломы (134%), навоза (166%), сплавина (242%) и сапрпеля (245%) (Таблица 8.12). Относительно высокая рентабельность внесения сплавина и сапрпеля по сравнению с навозом определяется низкой себестоимостью сплавина и сапрпеля, которые образуются при очистке водоема с целью улучшения качества воды и безаварийной работы оросительных систем.

Рис. 8.7. Биологическая продуктивность чернозема южного при внесении удобрений и фитомелиорации

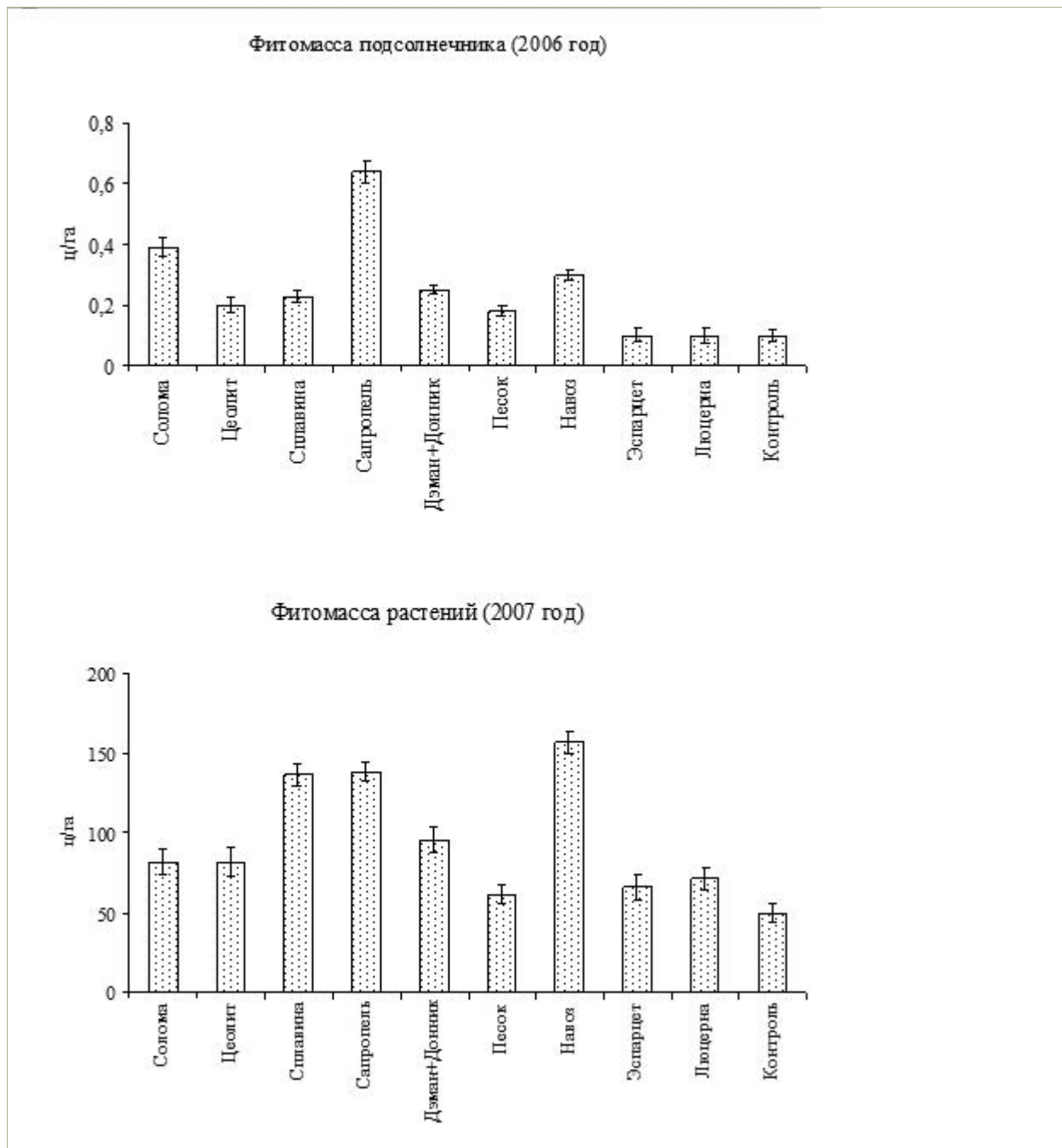




Таблица 8.12. Экономическая эффективность использования природных удобрений и фитомелиорации.

Вариант	Урожайность, т/га	Производственные затраты на 1 га, руб	Себестоимость 1 т з/м, руб	Стоимость продукции с 1 га, руб	Чистый доход с 1 га, руб	Рентабельность, %
Контроль	5	1500	300	2500	1000	67
Люцерна	7.1	2000	282	3550	1550	78
Эспарцет	6.6	2000	303	3300	1300	65
Навоз	15.7	3000	191	7850	4850	166
Песок	6.2	1500	241	3100	1600	106
Солома	8.2	1750	213	4100	2350	134
Цеолит	8.2	2500	305	4100	1600	64
Сплавина	13.7	2000	146	6850	4850	242
Сапрпель	13.08	2000	145	6900	4900	245
Донник	9.6	2500	260	4800	2300	92

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, длительное сельскохозяйственное использование черноземов южных глубокосолончаковато-солонцеватых приводит к существенному ухудшению их агроэкологических свойств. Деграция почвы сопровождается снижением содержания питательных элементов, дегумификацией и подщелачиванием. Вследствие повышения интенсивности испарения влаги отмечается передвижение вверх и накопление по всему профилю водорастворимых солей с доминированием ионов хлора.

Одним из путей повышения плодородия этих почв является использование природных удобрений и мелиорантов. Внесение навоза, сапрпеля, измельченных славин и соломы способствует улучшению агрофизических свойств: уменьшается плотность сложения, возрастает водоудерживающая способность и влагоемкость почв, улучшается структурно-агрегатный состав, уменьшается механическая прочность агрегатов, улучшается гумусное состояние почвы, повышается содержание питательных элементов – азота и фосфора.

По эффективности воздействия на свойства почвы используемые природные удобрения и мелиоранты можно расположить в следующий убывающий ряд: навоз – сапрпель – сплавина – солома – цеолит – песок. Со временем (3-4 года) влияние навоза, сапрпеля и соломы уменьшается, а славин – возрастает.

## Глава 9. Опыт применения подходов и методов ФАО для восстановления продуктивности деградированных земель и устойчивого землепользования в Узбекистане

*Абдуллаев У.В.<sup>1</sup>, Хасанханова Г.М.<sup>1</sup>, Хамзина Т.И.<sup>1</sup>, Ибрагимов Р.<sup>1</sup>, Таряникова Р.В.<sup>2</sup>,  
Панкова Е.И.<sup>3</sup>*

*(<sup>1</sup>Проектный и научно-исследовательский институт УЗГИП, МСВХ РУз,  
Ташкент, Узбекистан;*

*<sup>2</sup>Узгидромет, Ташкент, Узбекистан;*

*<sup>3</sup>Почвенный институт им. В.В.  
Докучаева, Москва, Россия)*

## Chapter 9. The experience in the use of FAO approaches and methods for rehabilitation of degraded lands and sustainable land management in Uzbekistan

*Abdullaev U.V.<sup>1</sup>, Khasankhanova G.M.<sup>1</sup>, Khamzina T.I.<sup>1</sup>,  
Ibragimov R.<sup>1</sup>, Taryanikova R.V.<sup>2</sup>, Pankova Ye.I.<sup>3</sup>*

*(<sup>1</sup>Design and Research UZGIP Institute, Ministry of Agriculture and Water Resources,  
Tashkent, Uzbekistan;*

*<sup>2</sup>Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan;*

*<sup>3</sup>Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia)*

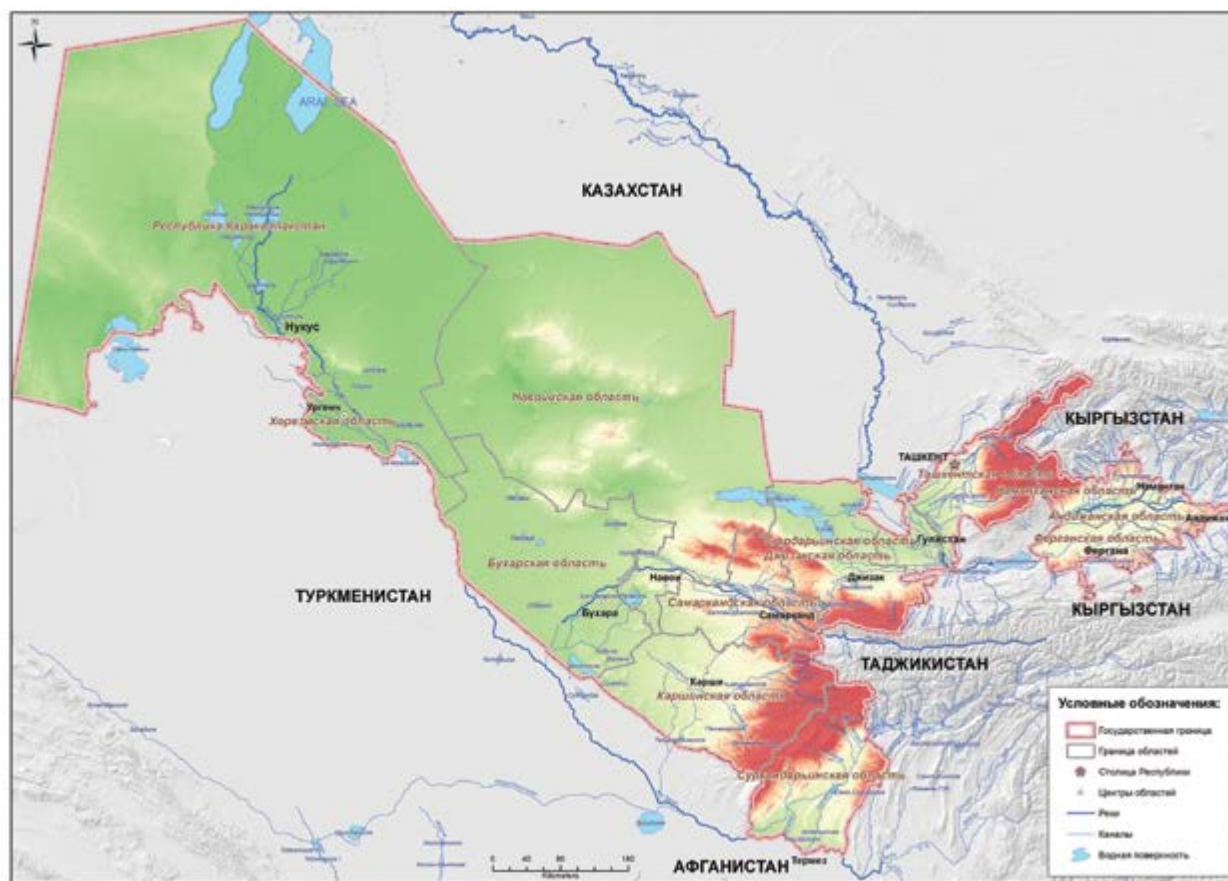
Аридные экосистемы Узбекистана крайне уязвимы и чувствительны к деградации земли, опустыниванию и засухе. Текущая практика землепользования и неэффективное внутрихозяйственное управление водой в орошаемом сельском хозяйстве усиливают естественные процессы деградации и создают значительные угрозы и риски для среды обитания, средств существования и продовольственной безопасности населения. В статье описаны два успешных примера применения в Узбекистане подходов и практик ФАО по восстановлению деградированных почв и устойчивому землепользованию. Протестированный на пилотных участках комплексный подход по повышению продуктивности проблемных почв объединяет технические, институциональные, агротехнические меры и методы совместного участия для вовлечения целевых групп. Интеграция в глобальную систему ФАО по землепользованию будет способствовать устойчивому планированию землепользования и распространению эффективных практик устойчивого управления земельными ресурсами для улучшения средств существования сельского населения и продовольственной безопасности.

Arid ecosystems of Uzbekistan are extremely vulnerable and sensitive to land degradation, desertification and drought. The current land use practice and inefficient inter-farm water management in irrigated agriculture amplifies productivity degradation of vulnerable ecosystems and cause significant threats and risks for rural population life support system and environmental security. The article introduces two successful examples of using FAO approaches and practices on rehabilitation of degraded soils and sustainable land use. Tested at pilot sites the integrated approach on increasing productivity of problem soils unites technical, institutional, agronomical measures and participatory methods to involve target groups. The integration into global FAO land use system will promote sustainable planning of lands use and extension of efficient SLM practices for improvement rural livelihoods and food security.

## ВВЕДЕНИЕ

Республика Узбекистан расположена в центральной части Евразийского континента в пределах 37°11' и 45°36' с.ш. и 56°00' и 73°10' в.д. и относится к числу наиболее удаленных от океана засушливых стран. Ее площадь составляет 448.969 тыс.км<sup>2</sup>. Ландшафт Узбекистана чрезвычайно разнообразный: плато и равнины, низменности и впадины, возвышенности и отроги гор (Рис. 9.1). Почти 80% территории занято полупустыней и пустыней, включая крупнейшую пустыню Центральной Азии – Кызылкум. В соответствии с индексом аридности ЮНЕП большая часть территории, за исключением предгорий и гор, классифицируется как засушливая зона, очень чувствительная к деградации земель, опустыниванию и изменению климата.

Рис. 9.1. Расположение Республики Узбекистан



Климатические особенности, рельеф, геоморфология, геология горных формаций Памира и Гиссаро-Алая и сама история развития Туранской провинции являются естественной причиной реликтового и современного накопления солей в почвах и минерализации речного стока (Панкова, 1992; Панкова, Соловьев, 1993; Панкова и др., 1996). Различают две группы ландшафтов в зависимости от характера засоления: i) ландшафты с естественным засолением почв и ii) ландшафты, подверженные вторичному соленакоплению. Аридный климат, определяющий особенности современных биоклиматических условий региона, обусловил сохранение реликтовых солевых запасов в элювиальных и элювиально-аккумулятивных ландшафтах, а также современное соленакопление в гидроморфных условиях. Территории с реликтовым засолением являются доминирующими и охватывают огромные ареалы в среднем и нижнем течении рек Амударьи и Сырдарьи (Панкова, 1992).

Научные основы общих закономерностей естественного развития ландшафтов, генезиса, диагностики, классификации и картографии аридных территорий разрабатывались широким кругом исследователей российской и советской школы почвоведения (В. Докучаев, В. Ковда, В. Егоров, А. Роде, Н. Минашина, Е. Панкова, Н. Кимберг, Б. Горбунов, М. Умаров и др.). Значительный вклад в изучение многолетней динамики и мониторинга засоления земель Средней Азии с применением дистанционных методов внесли труды Е.И. Панковой с соавт. Динамика почвообразовательных факторов, процессов и свойств почв в условиях интенсивного опустынивания Приаралья детально описана учеными Узбекистана (Кузиев, Сектименко, 2009; ФАО/ТСП/UZB/2901, 2004; Хасанханова, 2003). В их трудах подчеркивается, что широкомасштабное развитие ирригации без учета экологических требований и господство монокультуры хлопчатника в прошлом значительно нарушили способность природных экосистем справляться с антропогенными последствиями, усилив процессы вторичного засоления, истощения и потерю плодородия почв. В отдельных случаях проблему засоления усугубляет присутствие гипса, который ухудшает важные агрономические и водно-физические показатели почв. Наиболее обширные группировки орошаемых гипсоносных почв сосредоточены в Кашкадарьинской, Джизакской и Сырдарьинской области и требуют специфических методов управления.

Согласно «Инициативе стран Центральной Азии по управлению земельными ресурсами» (ИСЦАУЗР) и другим источникам (АБР ИСЦАУЗР, 2009; ИСЦАУЗР, 2006, 2009; ФАО/ТСП/UZB/2901, 2004; Хасанханова, 2003), за последнее десятилетие площади засоленных и заболоченных земель увеличились на 5-7% и охватывают около половины орошаемых земель. Производительная способность почв, оцениваемая по бонитету плодородия, снизилась на 3 балла в среднем по стране, с максимумом 7-10 баллов (Ферганская и Наманганская области), что обусловило падение урожайности культур и недобор продукции растениеводства. Ежегодно около 20 тыс. га орошаемых угодий выводится из сельскохозяйственного оборота по причине засоления, ухудшения инфраструктуры и недостатка воды для орошения и промывки почв. Происходит фрагментация экосистем естественных пастбищ и снижение их биологической продуктивности, активизируются подвижные пески в пустыне Кызылкум на более чем 1 млн.га земли. Участвующие засухи причиняют огромный ущерб и несут угрозу жизнеобеспечению, продовольственной безопасности и социально-экономическому развитию страны.

По оценкам Всемирного банка (2005), убытки, вызванные сельскохозяйственной засухой 2000-2001 гг. в Узбекистане, составили 130 млн. долларов США, или 2.4% от сельскохозяйственного ВВП. Общая стоимость операций по оказанию помощи и восстановлению последствий засухи, выделенные донорами для Узбекистана в 2000-2001 гг., составили 22.91 тыс. долларов США, или 12.2% от общего вклада доноров в Центральную Азию и Кавказ (Всемирный Банк, 2005).

Деградация производительности почв и услуг агроэкосистем больше всего воздействует на сельское сообщество. Недостаток воды и финансовые трудности принуждают фермеров и мелких землепользователей к поиску стратегий выживания, которые зачастую ухудшают качество поверхностных и подземных вод, приводят к перевыпасу и обезлесению и другим негативным последствиям. В результате, экологические услуги и товары агроэкосистем продолжают ухудшаться, угрожая жизнеобеспечению быстро растущего населения (ПРООН, 2007; ИСЦАУЗР, 2006б).

Государство прилагает значительные усилия по развитию реформ и преобразований в сельскохозяйственном и водохозяйственном секторах, укреплению правовых рамок и механизмов стимулирования устойчивого управления природными ресурсами. При поддержке международных организаций в республике осуществляются секторальные программы и проекты, нацеленные на восстановление продуктивности деградированных земель, сохранение ценности и отдачи сельскохозяйственных угодий и производительного потенциала земли (ИСЦАУЗР, 2006а, 2006б, 2009; Кузиев, Сектименко, 2009; Набхан, Хасанханова, 2003; ПРООН, 2007; ФАО/ТСР/УЗВ/2901, 2004; Хасанханова, 2003).

С 2006 года Узбекистан активно участвует в долгосрочной программе помощи странам Центральной Азии в выполнении Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием и засухой - «Инициативе стран Центральной Азии по управлению земельными ресурсами» (ИСЦАУЗР, 2006, 2009; Youlin Yang et al., 2011). Основная цель ИСЦАУЗР - восстановление, поддержание и улучшение продуктивности земель в пяти странах Центральной Азии при сохранении их экологических функций, что в будущем обеспечит повышение экономического и социального благосостояния людей, зависящих от этих ресурсов. В рамках Фазы 1 этой программы выполнены и реализуются национальные и многострановые проекты, нацеленные на продвижение и распространение подходов и практик устойчивого управления земельными ресурсами (УУЗР) в условиях новых угроз и вызовов.

Основная цель данной публикации состоит в повышении осведомленности заинтересованных сторон о преимуществах интегрированных подходов и методов ФАО ООН по восстановлению деградированных земель и развитию устойчивого планирования землепользования на засушливых землях Узбекистана. Помощь ФАО непосредственно связана с Национальным Планом действий Правительства Республики Узбекистан, Программой продовольственной безопасности страны, Национальной Программой улучшения орошаемых земель и Национальным Планом действий по окружающей среде и дополняет усилия государства, направленные на увеличение производства продовольственной продукции на деградированных землях (Набхан, Хасанханова, 2003; ФАО/ТСР/УЗВ/2901, 2004; Mashali, 2001).

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ

Целый ряд проектов и программ ФАО адресованы на решение вопросов, связанных с интегрированным управлением и использованием аридных экосистем, крайне чувствительных и уязвимых к деградации земли и засухе (Набхан, Хасанханова, 2003; FAO SPUSH, 2001; Mashali, 2001; Youlin Yang et al., 2011). В качестве примера отобраны два успешных проекта из опыта применения подходов и методов ФАО в Узбекистане.

**Пример 1: Передача знаний фермерам по практикам УУЗР.** В рамках специальной программы ФАО по безопасному продовольствию в 2002-2005 гг. был инициирован проект ФАО «Интегрированное управление для устойчивого использования засоленных и гипсоносных почв» (ФАО/ТСР/UZB/2901, 2004). Этот проект был сфокусирован на тестирование и демонстрацию низкочастотных и низкорисковых методов интегрированного управления и внедрение подходов Полевых Фермерских Школ (ПФШ) ФАО для передачи технологий и лучших практик фермерам и мелким землепользователям в проектных районах Сырдарьинской и Кашкадарьинской областей.

**Пример 2: Устойчивое землепользование.** В период 2008-2009 гг. в рамках многостранового проекта поддержки партнерства ИСЦАУЗР в Узбекистане и других странах Центральной Азии был реализован проект ГЭФ/АБР «Информационная система устойчивого управления земельными ресурсами (УУЗР-ИС)». Цель проекта - внедрение интегрированного подхода к планированию и управлению землепользованием с использованием современных международных достижений по управлению информацией, основываясь на методологии и индикаторах программы ФАО LADA (АБР ИСЦАУЗР, 2009; ИСЦАУЗР, 2006а, ИСЦАУЗР, 2009).

Ключевой задачей при определении деградации была принята систематизация данных и интеграция в глобальную систему картирования землепользования (FAO-LUS), в которой основная единица землепользования отражает деградацию земли и меры по ее улучшению. Методической основой для интеграции в глобальную систему землепользования послужили международная методология FAO LADA и глобальные продукты FAO LADA, GLC-2000, AgroMaps, данные SRTM и спутниковые снимки LANDSAT-TM и MOD13Q1 (Nachtergaele and Petri, 2009).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ДОСТИЖЕНИЯ

Оба проекта, основанные на подходах, методах устойчивого землепользования и инструментах оценки деградации земли ФАО, являются чрезвычайно важными в контексте восстановления продуктивности деградированных земель и продвижения наилучших практик землепользования.

### Пример 1. Передача знаний фермерам по практикам УУЗР

Реализация проектных демонстраций осуществлялась в трех пилотных хозяйствах, где воздействие деградации, а также проблемы засоления, загипсованности и заболачивания почв наиболее ярко выражены. Программа мониторинга качества почв, воды и урожайности культур была составлена для

четырёх вегетационных сезонов на пилотных фермерских участках, чтобы сравнить и оценить демонстрируемые методы управления и реабилитации почвенных ресурсов. Деятельность проекта была поддержана администрацией областного и районного уровня, в проект были вовлечены все заинтересованные фермеры Сырдарьинской и Кашкадарьинской областей.

Тренинги и программы распространения опыта включали дискуссии за круглым столом и семинары, которые проводились в течение деятельности проекта. Опросы и анкетирование местного сообщества и фермеров, вовлеченных в ПФШ, позволили оценить потребности и направления обучающих модулей, выявить основные сельские проблемы и ограничения для внедрения и распространения подходов ФАО в практику фермерских хозяйств.

Эксперимент по «Интегрированному Управлению» (ИУ) на трех демонстрационных участках включал комплекс мероприятий: мелкий дренаж + планировка поля + глубокое рыхление 50-60 см + промывной режим орошения + полив по бороздам при увеличенной высоте гребней + органические удобрения 10 т/га + минеральные удобрения N150P100K30. Пилотный участок с гипсоносными почвами был разбит на два под-участка с различным уровнем залегания гипсового горизонта – 20-50 см и 50-100 см. В качестве «контроля» была принята текущая практика фермерских хозяйств. Экспериментальные участки в каждом фермерском хозяйстве были разделены на восемь под-участков для демонстрации воздействия отдельных мероприятий: вариант «без глубокого рыхления» - это «ИУ» минус глубокое рыхление, вариант «без планировки» - «ИУ» минус планировки т. д. Таким образом, исключалось поочередно одно из мероприятий, составляющих комплекс мероприятий по «ИУ» (ФАО/ТСР/UZB/2901, 2004; Набхан, Хасанханова, 2003).

Демонстрация подходов ФАО по интегрированному управлению проблемными почвами показала возможности улучшения почвенных свойств, здоровья почвы, эффективности использования воды и повышения урожайности культур. В течение двух лет на пилотных участках проекта выращивались 4 культуры: озимая пшеница, маш (бобовые), озимый ячмень (сидерат) и хлопчатник.

Демонстрируемые мероприятия благоприятно сказались на водно-солевом балансе почвенного и подпочвенного горизонтов, обеспечивая рассоление корневой зоны и поддержание допустимого уровня грунтовых вод. В результате этих мероприятий засоление снизилось до значений электропроводности  $E_{сe}$  6-7 дСм/м, водопроницаемость почв увеличилась в 3 раза (от 3.2 мм/час до 9 мм/час) и повысилась урожайность озимой пшеницы на 20-50%, хлопчатника - на 30% (Таблица 9.1). Наибольший эффект наблюдался на под-участке с близким залеганием гипса, где урожайность выросла на 20 ц/га (т.е. на 95% по сравнению с «контролем»). Улучшенная планировка поля способствовала равномерному увлажнению почвы по площади, предотвратив образование солевых пятен, лишенных растительности. Затраты оросительной воды на единицу площади (на 1 га) снизились на 14-22%, а в расчете на 1 тонну произведенной продукции растениеводства - на 41-62% (ФАО/ТСР/UZB/2901, 2004; Youlin Yang et al., 2011).

**Таблица 9.1. Урожайность культур на разных вариантах демонстрационных участков в Сырдарьинской области, 2003-2004 гг.**

Вариант	Участок Сардоба (засоленные почвы)			Участок Акалтын (заболоченные почвы)	
	Озимая пшеница	Маш	Хлопчатник	Озимая пшеница	Хлопчатник
Урожайность культур, ц/га					
«Контроль»	29.4	4.0	18.6	27.0	17.4
«Интегрированное управление (ИУ)»	55.0	16.1	36.1	50.5	33.0
«Промывка 20%»	53.1	15.8	33.7	48.8	29.9
«Промывка 10%»	47.2	12.3	32.3	43.3	28.5
«Без рыхления»	45.6	4.5	25.0	33.3	24.0
«Без планировки»	42.5	9.2	25.7	39.0	24.8

Доход от произведенной продукции хлопчатника на пилотном участке в Сырдарьинской области (засоленные почвы) составил 912 долл. США/га, при переменных затратах 475 долл. США. Фермер на контрольном участке получил 470 долл. США/га при затратах 275 долл. США. Финансовый анализ подтвердил высокий уровень потенциальных выгод: маржинальный доход с демонстрационного участка (в расчете на 1 га) превысил в 2.24 раза маржинальный доход с контрольного участка, где применялась текущая фермерская практика. Затраты и выгоды на участке “ИУ” и “контроль” показаны в Таблице 9.2. Обзор улучшений на демонстрационных участках иллюстрируется на Рис. 9.2.

Для распространения и внедрения методов интегрированного управления в повседневную практику фермеров был применен подход ФАО по Полевым Фермерским Школам, который уже широко тиражирован в 13 странах Азии и Латинской Америки (Набхан, Хасанханова, 2003; ФАО/PIRR, 2008; LEISA, 2003). Главные принципы функционирования ПФШ: (i) поле – первое место для обучения; (ii) инструкторы ПФШ – больше, чем учителя; (iii) фермеры – эксперты; (iv) обучение на протяжении всего сезона выращивания культур; (v) регулярные встречи обучающихся групп; (vi) сближение групп и обмен мнениями (ФАО/ТСР/ UZB/2901, 2004).



*Рис. 9.2. Обзор улучшений на демонстрационных участках проекта ФАО в Сырдарьинской и Кашкадарьинской областях Узбекистана (2003-2004 гг.) (Набхан, Хасанханова, 2003; ФАО/ТСР/UZB/2901, 2004)*

**а) Увеличение количества полезных почвенных организмов, служащих «инженерами экосистем» (2004)**



**б) Рост урожайности озимой пшеницы (2003)**



**в) Передача соответствующих практик фермерам проектной территории (2003)**



**Таблица 9.2. Бюджет культуры и маржинальный доход от выращивания хлопчатника, 2004 г. (ФАО/ТСР/ UZB/2901, 2004).**

	Ед.изм.	"Контроль"		"ИУ"		
Урожайность хлопчатника	т	1,86		3,61		
Удельная стоимость	\$US /т	252,7		252,7		
ОБЩИЙ ДОХОД	\$US	470		912		
ПЕРЕМЕННЫЕ ЗАТРАТЫ						
Статья расхода:	Ед.изм.	Кол-во	Стоимость, \$US	Кол-во	Стоимость, \$US	
1.Семена	кг	25	5	25	5	
2.Удобрения (NPK, навоз)	кг	2460	46	11216	133	
3.Механизмы:						
3.1. Подготовка земли (вспашка, боронование, чизелевание, сев и внесение удобрений)			56		56	
3.2. Операции на культуре (нарезка борозд, культивации, подкормки, дефолиация)			49		81	
3.3. Уборка урожая (транспортировка)	т	1.86	4	3.61	7	
4.Ручной труд:						
4.1. Подготовка земли (сев, внесение удобрений)			11		11	
4.2. Операции на культуре (нарезка и заделка борозд, внесение удобрений, поливы)			16		23	
4.3. Уборка урожая	т	1.86	66	3.61	129	
4.4. Транспортировка урожая	т	1.86	2	3.61	4	
4.5. Другие работы			6		6	
5.Биозащита растений			12		12	
6.Долгосрочные затраты:						
6.1. Глубокое рыхление					4	
6.2. Дополнительный дренаж			2		2	
6.3. Планировка					1	
7.Общие переменные затраты			275		475	
8.Маржинальный доход			195		437	

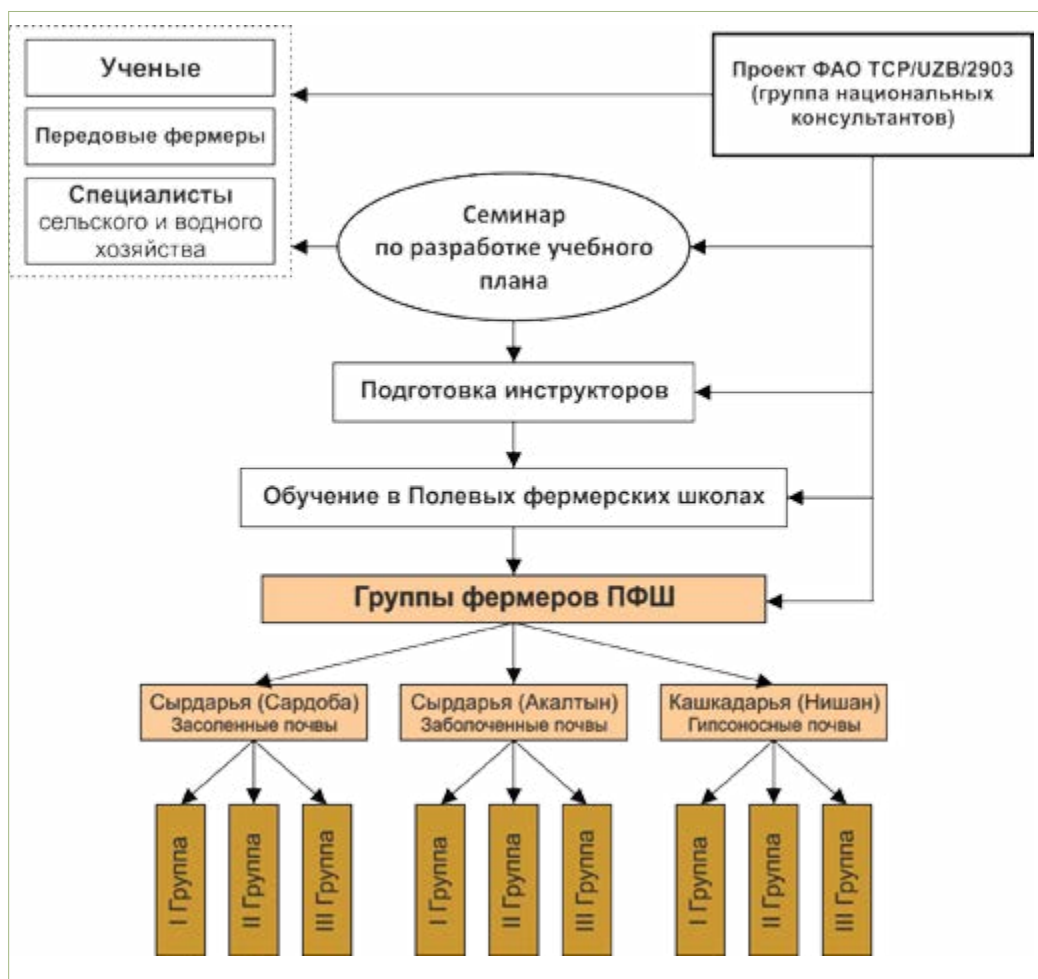
В соответствии с руководством ФАО (ФАО/ТСР/UZB/2901, 2004; ФАО/ИРР, 2008), формирование ПФШ осуществлялось в три этапа. Структура формирования и функционирования ПФШ ФАО иллюстрируется на Рис. 9.3.

*Первый этап: семинар по разработке учебного плана.* На трехдневном семинаре под руководством международного консультанта ФАО совместно с учёными, специалистами сельского и водного хозяйства и передовыми фермерами была разработана программа обучения, утверждена тематика и содержание обучающих модулей, охватывающих все области агрономии, земледелия, экологии, экономики.

*Второй этап: подготовка инструкторов (тренеров).* Учебный семинар «Тренинг для тренеров» в течение трех недель готовил будущих учителей для слушателей ПФШ. Обучение проводили ученые и специалисты НИИ, проектных институтов и научных сельскохозяйственных центров. Кандидатуры инструкторов отбирались из специалистов проекта, местных ученых, передовых фермеров, имеющих высшее образование и опыт работы в сельском хозяйстве. Их преимущество в том, что они знают фермерские проблемы, нужды и потребности и фермеры им доверяют. Всего было обучено 12 инструкторов проекта.

*Третий этап: обучение фермеров.* Организацию ПФШ в проектных районах возглавили национальные консультанты при поддержке инструкторов и местных специалистов проекта. Для реализации ПФШ были сформированы группы фермеров по 20-25 человек в каждой. Более 300 фермеров прошли обучение в ПФШ в трех проектных районах.

Рис. 9.3. Структура формирования и функционирования Полевых Фермерских Школ ФАО (ФАО/ТСР/UZB/2901, 2004; ФАО/ИИРР, 2008)



Опыт и уроки, полученные в рамках ПФШ, позволили выявить и подтвердить ряд преимуществ и приемлемость этого подхода для широкого распространения. Во-первых, обучение предоставляется фермерам без отрыва от их основного занятия и для этого не требуется специальных учебных заведений и штата преподавателей, работающих на постоянной основе. Во-вторых, учебные занятия и тренинги для фермеров и землепользователей проводятся на демонстрационных участках, что дает возможность наглядно показать преимущества методов интегрированного управления почвами как пример и агитацию к внедрению. В-третьих, самые активные и продвинутые фермеры участвовали в процессе обучения и были рекомендованы проектом как инструкторы для дальнейшего расширения ПФШ.

Слушатели ПФШ оценивают свое участие в них следующим образом: 26.3% считают их очень важными для своей деятельности; 52.1% - важным; 19.4% - нужным и остальные – ненужным. Эти результаты подтвердили фермерское восприятие ПФШ как необходимое условие для повышения своих доходов, улучшения использования водных и земельных ресурсов и, соответственно, качества жизни и личного развития.

Подход ПФШ ФАО нашел распространение в последующие годы в рамках проекта Всемирного банка «Реконструкция ирригационной и дренажной инфраструктуры и восстановление ветландов» (2005-2009) в Южном Каракалпакстане, где обучено 690 фермеров. Созданная в рамках проекта «Фермерская информационно-консультативная служба» впоследствии перешла на самоокупаемость и стала самостоятельным частным предприятием.

## ПРИМЕР 2. УСТОЙЧИВОЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ

Проектирование и внедрение УУЗР-ИС, начатое в Узбекистане в 2009 году, было сфокусировано на оценке текущего состояния деградации земли в стране и выборе индикаторов для мониторинга, оценки и реабилитации проблемных почв для обеспечения устойчивого использования земельных ресурсов. Оценка текущего состояния деградации земли проводилась на основе ключевых индикаторов, включая: а) средние месячные вегетационные индексы; б) деградация земли (засоление, заболачивание, почвенная эрозия, потеря органического вещества, уплотнение почв, перевыпас, обезлесение и потеря биоразнообразия); в) изменение поверхностного покрытия и г) социально-экономические показатели (плотность населения, доходы сельских жителей, уровень малообеспеченности).

Растительный покров, определяющий состояние и изменение видового разнообразия природных экосистем, является ключевым индикатором степени деградации почв и нарушения целостности экосистем (Панкова и др., 1996; Хасанханова, 2003; Nachtergaele and Petri, 2009; Mashali, 2001). Оценка деградации земель на национальном и локальном уровне и анализ «горячих» и «ярких» точек были выполнены путем интерпретации исторических и сезонных изменений NDVI (нормализованного разностного вегетационного индекса) с использованием данных LANDSAT-7 и MODIS (2007-2008 гг.). В качестве «горячих» точек были отобраны участки проектов Глобального экологического фонда (ГЭФ) по программе ИСЦАУЗР и других проектов, связанных с УУЗР.

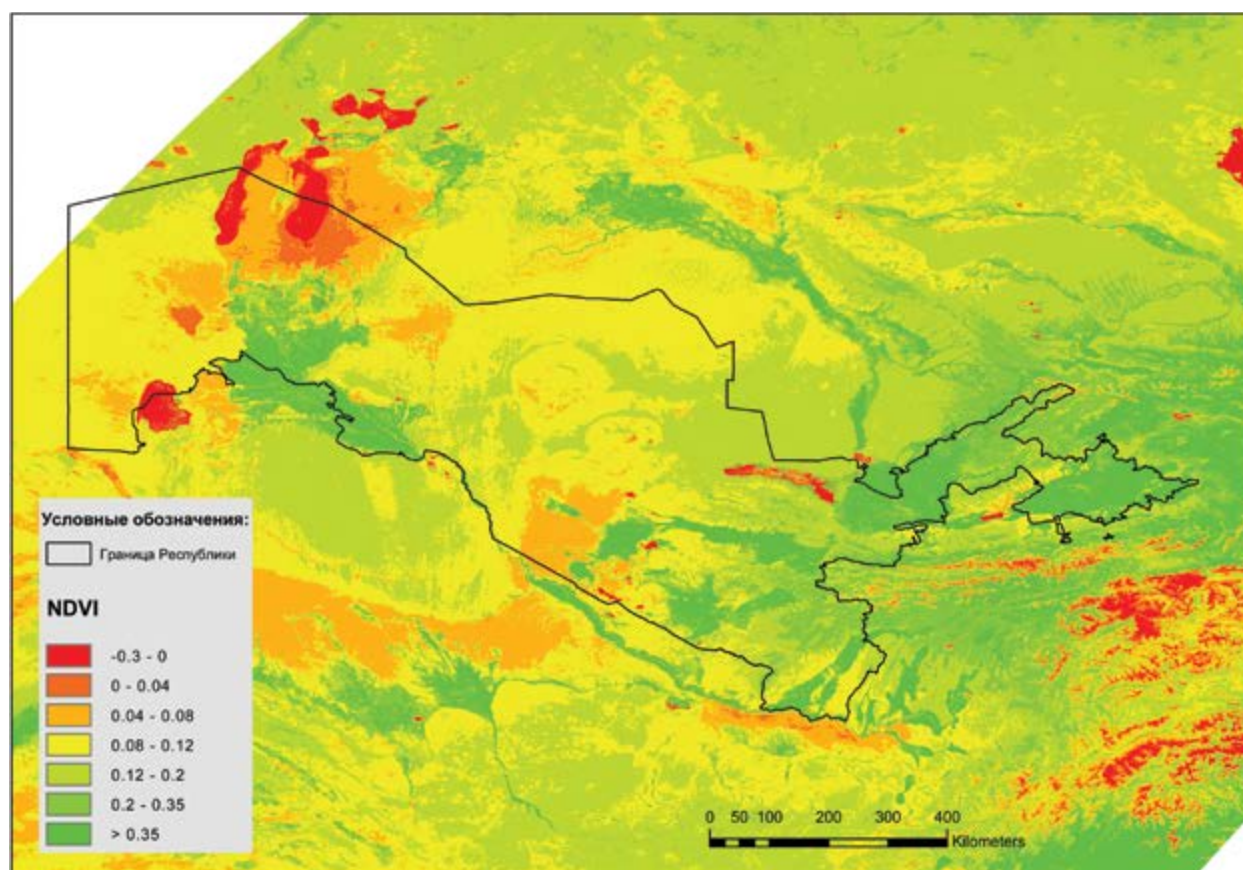
Анализ карты средних значений NDVI (MOD13Q1) территории Узбекистана (май 2008 г.), показывает, что контур орошаемого земледелия контрастно отличается от окружающего пространства высокими значениями вегетационного индекса (Рис. 9.4). Оценка изображения позволяет определить ареалы произрастания культурных видов, имеющих различную продолжительность вегетационного периода, а также распространение деградированных участков по изреженности покрытия. Наиболее высокий индекс NDVI (более 0.5) характерен для лесов, затем следуют кустарники, интенсивное животноводство, сельскохозяйственные земли, среднеинтенсивное животноводство и населенные пункты (около 0.4). Наиболее низкие значения NDVI (0.11-0.12 и до 0.08) характеризуют редкую растительность, оголенные поверхности и открытые водоемы.

Значения NDVI изменяются как по единицам системы землепользования, так и в течение года. На сельскохозяйственных землях, населенных пунктах и ветландах рост значений NDVI начинается с марта и достигает максимальных значений в июле-августе. Площади с естественной травянистой растительностью и кустарниками характеризуются самыми низкими значениями NDVI в течение всего вегетационного периода.

Существенное увеличение сезонных значений NDVI отмечалось в 2008 году по сравнению с 2002 годом на «горячем» участке на полузакрепленных песках в пустыне Кызылкум (проект ГЭФ/ПРООН). На сельскохозяйственных орошаемых землях в Бухарской, Навоийской и Кашкадарьинской областях величина сезонного изменения NDVI (май-август) в начале вегетации варьирует в пределах 0.35-0.40, остальные классы землепользования характеризуются более низкими индексами – 0.10-0.20. К августу на сельскохозяйственных землях NDVI возрастает на 15-21% (до 0.40-0.50), в остальных классах землепользования уровни значений NDVI уменьшаются незначительно.

Векторная карта землепользования Узбекистана в рамках ИСЦАУЗР была подготовлена на основе анализа и обработки существующих данных и аналоговых карт и спутниковых снимков MODIS (2007-2008 гг.). Она включает 8 основных классов земель: (i) леса, (ii) луга, (iii) кустарники, (iv) сельскохозяйственные земли, (v) населенные пункты, (vi) ветланды, (vii) площади с низким покрытием растительностью, (viii) оголенные участки, снежники, ледники и водные поверхности (Рис. 9.5).

**Рис. 9.4. Карта средних значений NDVI (по данным MOD13Q1) на территории Узбекистана (май 2008 г.) (ИСЦАУЗР, 2006а; Youlin Yang et al., 2011)**



В рамках проекта ISEAM в 2001 г. на основе руководства ФАО по составлению мировой справочной базы почвенных ресурсов (WRB) была создана почвенная карта Узбекистана, иллюстрируемая на Рис. 9.6 (ИСЦАУЗР, 2006а; Хасанханова, 2003; FAO/ISRIC/ISSS, 1998). Эта карта была подготовлена институтом УЗГИП на основе почвенной карты Узбекистана М 1: 1 000 000 (1987 г.) с использованием

имеющихся почвенных материалов и областных почвенных карт масштабов 1: 200 000 и 1: 100 000. Это позволило соотнести каждую почвенную единицу, выделенную на основе советской классификации, с единицами международной почвенной классификации (Хасанханова, 2003).

На карте выделено 12 преобладающих почвенных групп (Хасанханова, 2003; Nachtergaele and Petri, 2009). Сравнительный анализ показывает, что самые обширные площади занимают Calcisols (CL) (11.85%). Они охватывают пояс светлых сероземов и сероземно-оазисную зону предгорий, предгорных равнин и долин, а также такырные и такырно-луговые почвы и комплексы лугово-оазисных почв долин и древних речных дельт. Solonchaks занимают 11.6% общей площади, включая 3.6% в комплексе с Calcisol и Arenosols. Они соответствуют зональным серо-бурым пустынным почвам и интразональным сероземно-оазисным засоленным суглинкам, аналогичным засоленным светлым сероземам. Cambisols покрывают около 11.33% площади и соответствуют светло коричневым высокогорным почвам. Четыре почвенных группировки Fluvisol, Gleysols, Kastanozem и Anthrosols вместе занимают только 5.53% территории. Около 12% площади занято Solonetz, приуроченными к западной части Узбекистана (плато Устюрт). Arenosols и Regosols соответствуют пустынно-песчаным засоленным почвам на эоловых отложениях и луговым почвам на пролювии, аллювии и песках. Regosols аналогичны серо-бурым эродированным скелетным почвам на скелетном элювии и комплексам засоленных серо-бурых, песков, такыровидных и такырных почв. Свыше 6% площади приходится на пески, скальные и другие формации.

*Рис. 9.5. Карта землепользования Узбекистана, составленная в рамках ИСЦАУЗР по данным MODIS (2007-2008 гг.) (ИСЦАУЗР, 2006а; Youlin Yang et al., 2011)*

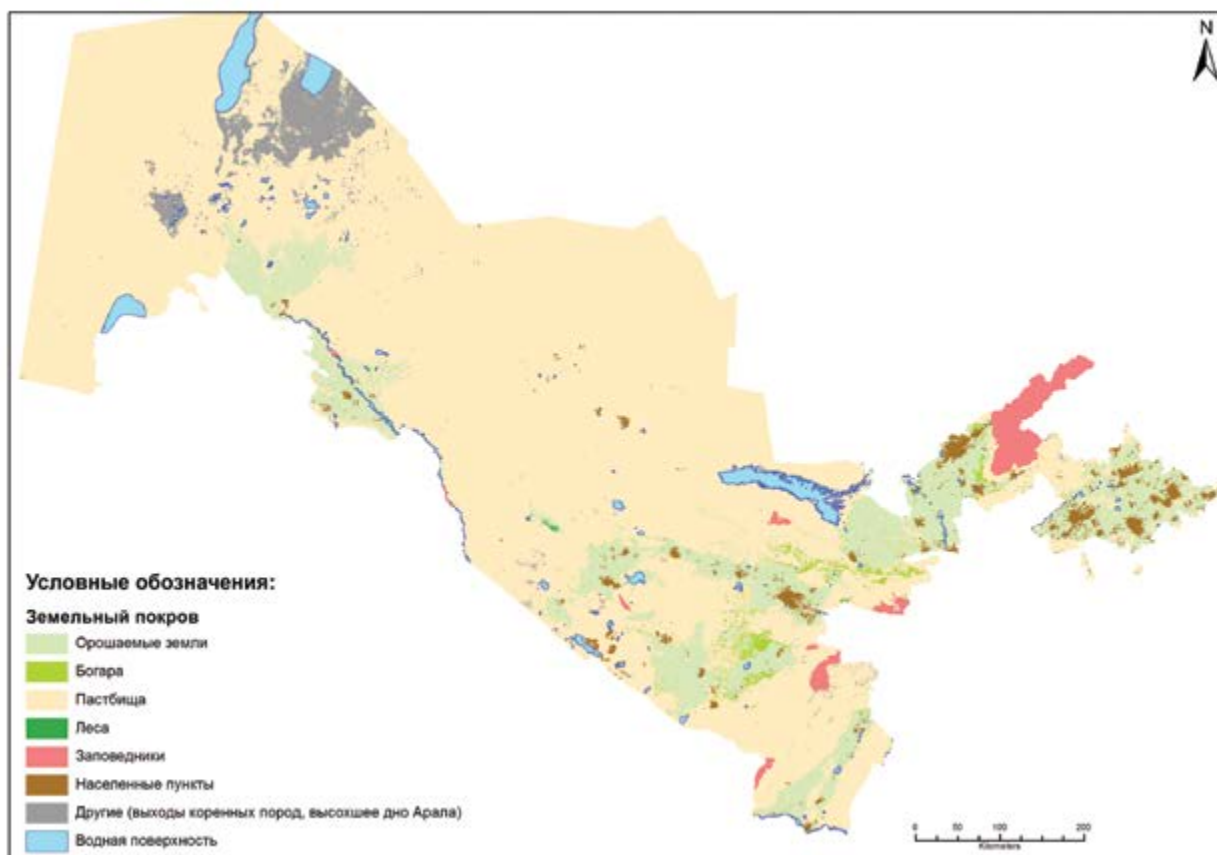
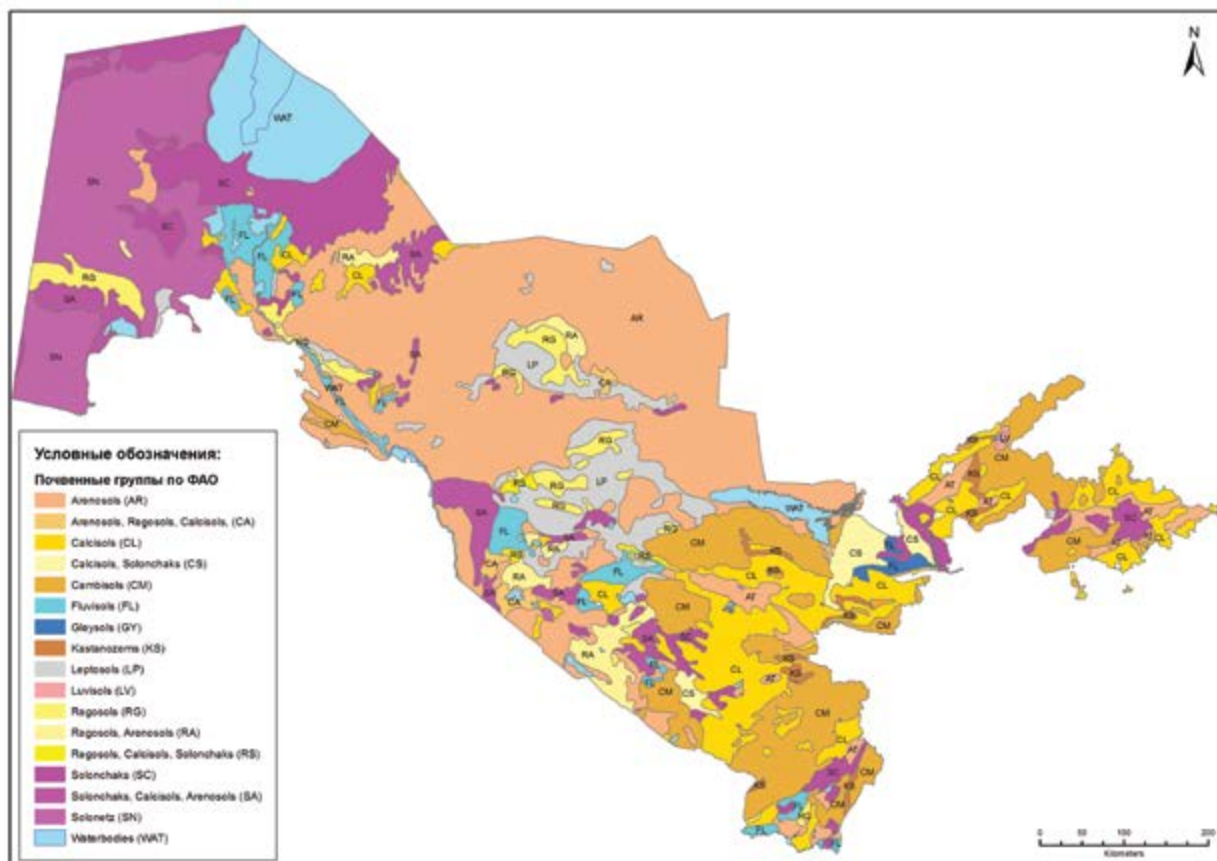


Рис. 9.6. Почвенная карта Узбекистана в системе WRB ФАО (ИСЦАУЗР, 2006а; Хасанханова, 2003; ФАО/ISRIC/ISSS, 1998)



На основе методического руководства ФАО (Nachtergaele and Petri, 2009) впервые была создана объединенная карта системы землепользования (FAO Land Use System, FAO LUS) Узбекистана (М 1:1 000 000) в формате GRID (Рис. 9.7). Она включает 25 классов землепользования, каждый из которых подразделяется на 3-4 подкласса в зависимости от:

(а) биофизических характеристик экосистем (классы температурного режима, продолжительность роста культур, доминирующие почвы и ландшафты);

(б) характера землепользования (доминирующие типы скота, плотность скота, доминирующие культуры) и

(в) социально-экономических индикаторов (плотность населения, уровень малообеспеченности).

Основой для создания карты системы землепользования послужила серия карт: температурных режимов, продолжительности периода роста, ландшафтов, почв, доминантных культур, доминирующих типов скота (ИСЦАУЗР, 2006а).

Пространственное распределение преобладающих сельскохозяйственных культур, занимающих 70% общей площади пахотных земель страны, представлено на векторной карте доминантных культур. При картировании было выделено 11 классов доминантных культур, из них 4 класса в орошаемой зоне, а также введены 3 дополнительных класса. Учитывая, что категории «хлопчатник на волокно +



другие культуры» являются доминирующими в орошаемой зоне Узбекистана, эти три класса были включены в общий перечень кодов культур ФАО для глобального картирования.

## **ВЫВОДЫ**

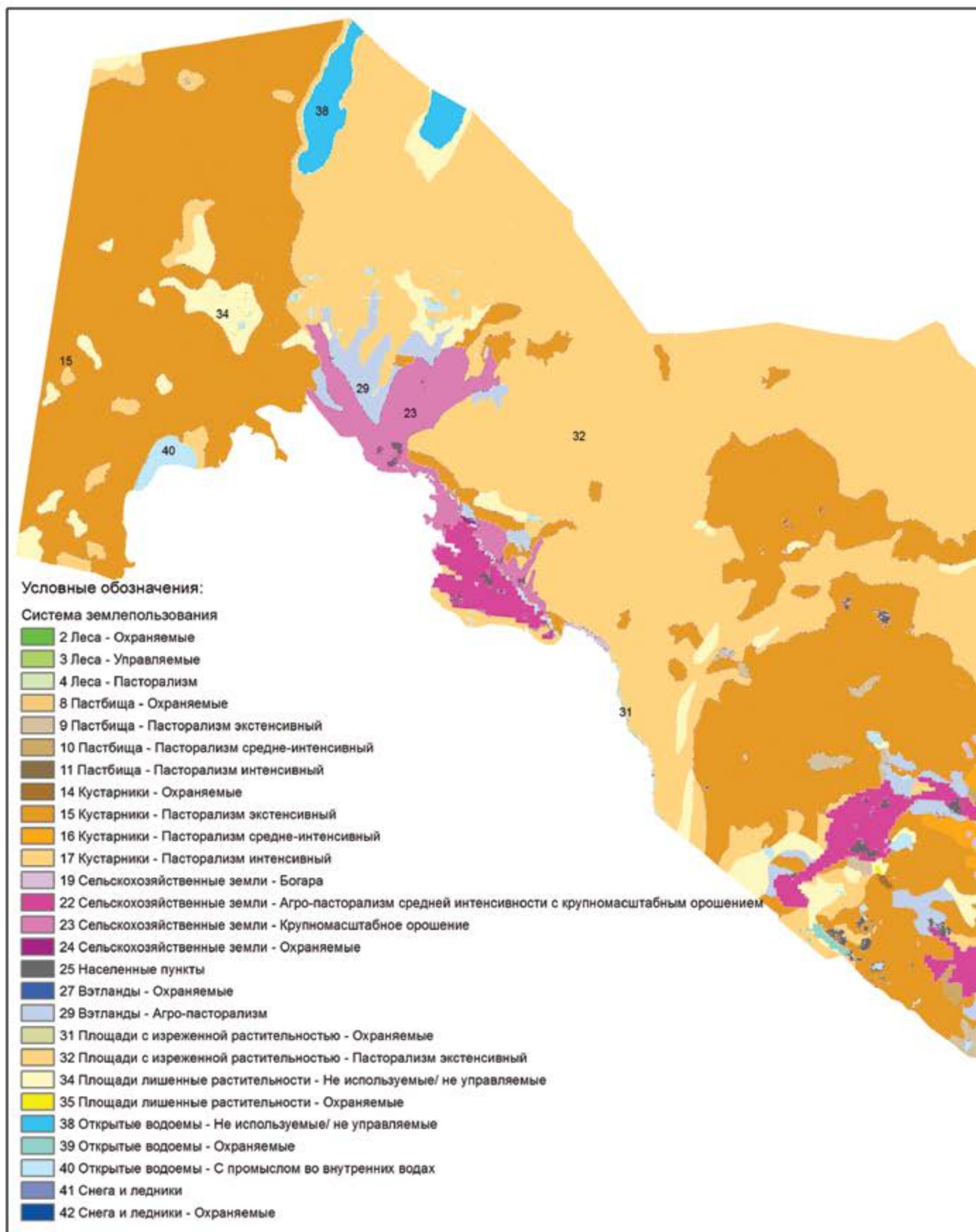
Два успешных примера из опыта применения подходов и практик ФАО иллюстрируют потенциальные выгоды и возможности для объединения усилий всех заинтересованных сторон в деятельности по борьбе с деградацией земли и устойчивому управлению земельными ресурсами. Пилотные демонстрации в рамках первого проекта специальной программы ФАО по безопасному продовольствию в 2002-2005 гг. подтверждают высокую эффективность низко-затратных и безопасных методов для восстановления засоленных и гипсоносных почв и их приемлемость для фермеров и землепользователей страны. Повышение потенциала фермеров и местных сообществ посредством развития Полевых Фермерских Школ ФАО в проектных районах явилось очень результативным средством передачи знаний, опыта и навыков для бенефициариев и конечных землепользователей. Дискуссии и интервью в фокус-группах позволили выявить потребности в расширении ПФШ и идентифицировать приоритеты фермерской стратегии для преодоления существующих проблем.

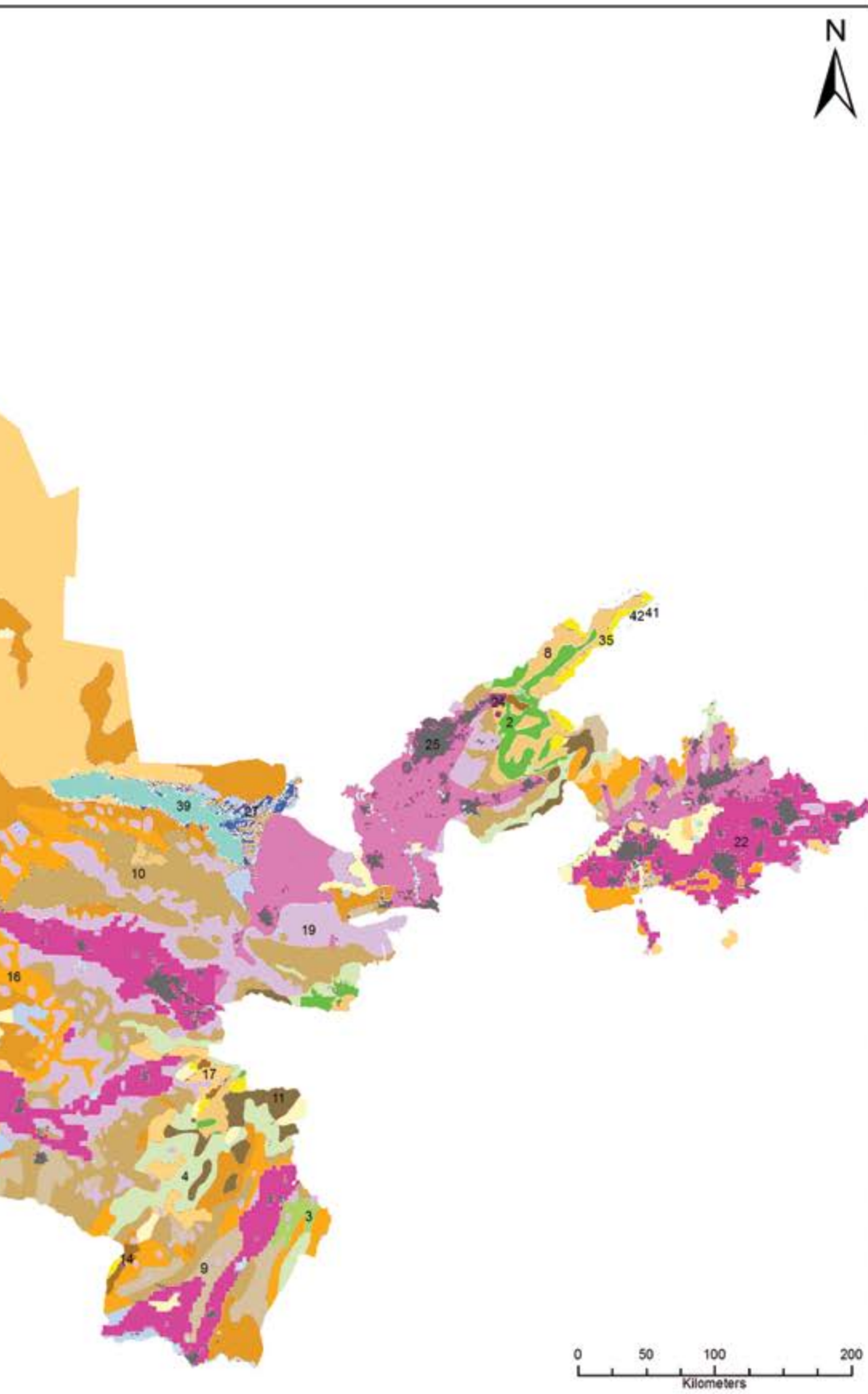
Достигнутые результаты по оценке деградации земли на уровне страны, анализу «горячих» и «ярких» участков с использованием технологий геоинформационных систем и дистанционных материалов и основываясь на подходах и инструментах ФАО LADA обеспечивают благоприятные возможности для интегрированного использования и обмена информацией между целевыми группами и между национальными и многострановыми системами и сетями.

Дальнейшее улучшение и расширение информационной системы для УУЗР в качестве платформы для взаимодействия и интеграции в глобальные системы землепользования будет способствовать устойчивому продвижению наилучших практик УУЗР и принятию совместных решений, основываясь на передовых методах, технологиях и информационных продуктах. Интеграция в системы глобального землепользования повысит надежность мониторинга и оценки, совместное использование данных для более эффективной борьбы с деградацией земли, улучшит социально-экономическое моделирование и адаптацию инструментов управления для принятия решений в поддержку УУЗР и обеспечение устойчивости к внешним воздействиям и вызовам.



Рис. 9.7. Карта системы землепользования Узбекистана, составленная в рамках ИСЦАУЗР по методике ФАО LADA (Nachtergaele, Petri, 2009; Youlin Yang et al., 2011)





ЧАСТЬ 3.  
Продовольственная  
безопасность как  
комплексная задача

PART 3.  
Food security  
as a complex task





## Глава 10. Оперативный спутниковый мониторинг посевов и прогнозирование урожайности

*Луриян Е.А.<sup>1</sup>, Савин И.Ю.<sup>2</sup>, Толпин В.А.<sup>1</sup>, Нестеренко А.А.<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>Институт космических исследований РАН, Москва;  
<sup>2</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва)*

## Chapter 10. Real-time satellite monitoring of crops and yield forecasting

*Luryan E.A.<sup>1</sup>, Savin I.Yu.<sup>2</sup>, Tolpin V.A.<sup>1</sup>, Nesterenko A.A.<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>Space Research Institute RAS, Moscow;  
<sup>2</sup>Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow)*

Спутниковая информация является на сегодняшний момент наиболее перспективным средством оперативного получения объективных данных о состоянии посевов сельскохозяйственных культур и прогнозирования их урожайности. Существующие спутниковые технологии позволяют создавать системы оперативного мониторинга растительности для больших территорий. В статье приведено описание сервиса, с помощью которого неподготовленный пользователь может анализировать состояние посевов на любом отдельном поле на территории России и сопредельных государств. Анализ базируется на сравнении временного профиля вегетационного индекса NDVI текущего сезона с таковым за прошлые годы и со средним многолетним. Вегетационный индекс рассчитывается на основе специально созданного архива ежедневных данных MODIS за период с 2000 года до настоящего времени. Информация сервиса обновляется автоматически еженедельно.

At present, satellite information is the perspective means of operational source of the objective data on the state of agricultural crops and their yield forecasting. The existing satellite technologies make it possible to create the systems of the operational vegetation monitoring for the large areas. The article contains the description of the web service, which allows an unskilled user analyze the state of crop in any separate field within Russia and adjacent areas. Analysis is based on the comparison of the time profiles of the NDVI vegetation index of the current season with the same in last years and with the long-term average. Vegetation index is calculated on the basis of the specially created archive of daily MODIS data for the period from 2000 till present. The information of service is renewed automatically every week.

## ВВЕДЕНИЕ

Сельскохозяйственное производство практически во всем мире отличается нестабильностью. Особенно заметно это проявляется в условиях глобальных климатических изменений, а также в странах с преобладанием экстенсивных методов возделывания сельскохозяйственных культур. В условиях подобной нестабильности высокое значение приобретает получение объективной информации о состоянии сельскохозяйственного производства, в том числе заблаговременное прогнозирование и точная оценка объемов производства сельскохозяйственной продукции. Эта информация важна как для административных органов, крупных сельскохозяйственных производителей, так и для страховых компаний – участников агрострахования и других компаний, занятых в сельскохозяйственном производстве. На основе подобной информации осуществляется донорская международная помощь странам, испытывающим проблемы с обеспечением населения продовольствием.

Следует отметить, что в странах бывшего СССР до сих пор основной информацией, которая используется при проведении различных оценок сельскохозяйственного производства, в том числе состояния посевов, в лучшем случае являются результаты отчетов региональных экспертов и информация наземных выборочных измерений (Грингоф и др., 2005), а в худшем случае и такая информация отсутствует. Так, например, основным источником информации для составления прогнозов урожайности в России служат результаты полевых обследований состояния посевов сельскохозяйственных культур, которые несколько раз в сезон вегетации осуществляет редкая сеть агрометеорологических станций и постов. Посевы обследуются на ограниченном количестве полей, а их результаты экстраполируются на территорию всей страны. Для оценки состояния посевов на конкретном поле при агростраховании используются визиты на поле (что является достаточно затратным и может быть недостаточно объективным), а также справки Гидрометцентра, на основании которых осуществляется подтверждение потерь культур от воздействия неблагоприятных погодных условий. Но во многих случаях поле расположено на достаточно большом расстоянии от ближайшей метеостанции и ее наблюдения могут сильно отличаться от реальных условий на этом конкретном поле. В большинстве бывших республик СССР прогнозирование урожайности в настоящее время вообще не практикуется

## ВОЗМОЖНОСТИ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ

Бурное развитие в последние десятилетия дистанционных, в первую очередь спутниковых, методов наблюдений открыло новые возможности для организации оперативного и объективного мониторинга посевов сельскохозяйственных культур. В настоящее время работает достаточно большое количество спутников, на борту которых установлена аппаратура, которая достаточно эффективно может использоваться для мониторинга состояния посевов. Используя возможности существующих систем уже сегодня возможно построение дистанционных систем мониторинга посевов, которые позволяют обеспечить объективную оперативную оценку их состояния как на уровне страны или крупных регионов, так и на уровне отдельных хозяйств и агропромышленных объединений (Клещенко, 1986; Лупян и др., 2009; Савин и др., 2011; Толпин и др., 2010; Rembold et al., 2013).



Имеющиеся в настоящий момент спутниковые системы обеспечивают:

- Достаточное пространственное разрешение для проведения анализа посевов на уровне отдельных полей.
- Расчет на основе многоспектральных наблюдений различных вегетационных индексов, характеризующих состояние посевов.
- Проведение достаточно частых наблюдений (раз в день или раз в несколько дней), необходимых для контроля динамики развития растений и их реакции на воздействие неблагоприятных факторов.
- Достаточно длинные ряды наблюдений, необходимые, например, для выявления различных аномалий в развитии растительности на основе сравнения данных различных вегетационных сезонов.

Следует особо отметить, что действующие сегодня спутниковые системы и технологии сбора, обработки и распространения данных позволяют найти достаточно низкочастотные решения, необходимые для обеспечения окупаемости систем дистанционного мониторинга посевов сельскохозяйственных культур. Системами, которые в настоящее время полностью удовлетворяют данным условиям, безусловно являются MODIS (<http://modis.gsfc.nasa.gov/>) и LANDSAT (<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>). Информация, полученная этими системами, позволяет обеспечивать достаточно частые наблюдения больших территорий. При этом данные MODIS хотя и имеют достаточно низкое пространственное разрешение (250 м), ежедневно обновляются по всей территории Земного шара, а статистика получения данных LANDSAT (разрешение 28 м) показывает, что за вегетационный сезон, практически по любой территории сельскохозяйственных регионов удается получить не менее 3-4 безоблачных снимков. Комбинирование анализа таких данных позволяет, с одной стороны, иметь фактически непрерывный ряд наблюдений за состоянием посевов, который необходим для интегральных оценок их состояния как в различных регионах, так и на отдельных полях, а с другой стороны, эпизодическую детальную информацию, которая обеспечивает возможность выделения границ отдельных полей и анализа структуры растительного покрова на них.

## НОВЫЙ ВЕБ-СЕРВИС «ВЕГА»

**Краткое описание сервиса «ВЕГА».** Для работы с информацией, полученной на основе спутниковых систем MODIS и LANDSAT, был разработан специализированный спутниковый сервис «ВЕГА» (VEGetation Analysis – Анализ вегетации) (Лупян и др., 2011; Савин и др., 2011). Сервис обеспечивает возможность работы с архивами спутниковых данных, накопленных за период с 2000 года по настоящее время. При этом организовано автоматическое пополнение информации, что обеспечивает возможность пользователям сервиса получать как архивные, так и оперативные данные.

Для работы с данными сервиса ВЕГА разработан специализированный сайт <http://vega.smislab.ru/> (Рис. 10.1).



Рис. 10.1. Стартовая страница сайта сервиса «ВЕГА»

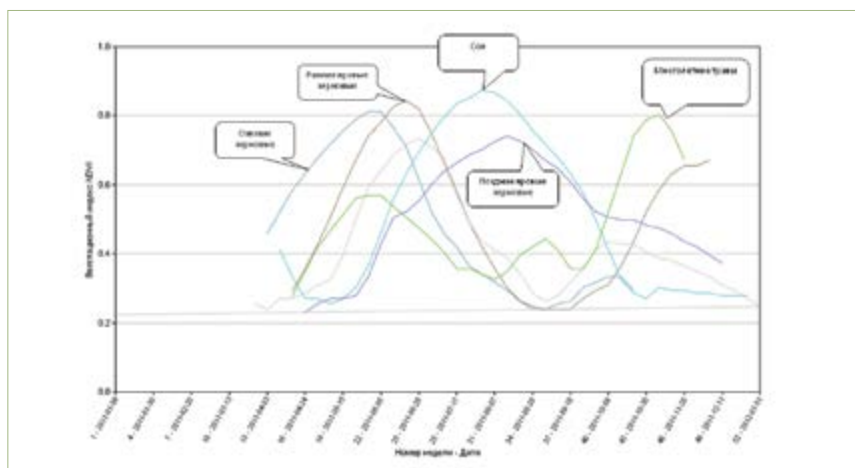


В настоящее время анализ посевов в сервисе ВЕГА может быть осуществлен как для отдельной точки, так и для любого заданного пользователем полигона. Информация может быть также представлена в обобщенном виде на уровне административных районов для любого региона практически всех бывших республик СССР. Информация о состоянии растительности на сайте обновляется еженедельно.

Для выбранных полей пользователь может получить следующую информацию:

- Временной ход вегетационного индекса NDVI (показатель состояния посевов) в пределах выбранных объектов в течение вегетационного периода за 2000 – 2013 годы и за текущий год.
- Информацию о типе возделываемой культуры (Рис. 10.2).
- Временной ход различных метеопараметров.

Пользователь может также получить перечисленные виды информации, осредненные по региону в целом или по административным районам, или же по хозяйству. Можно также получить информацию, осредненную по пахотным землям в целом, а также по отдельности по полям, занятым озимыми или яровыми культурами.

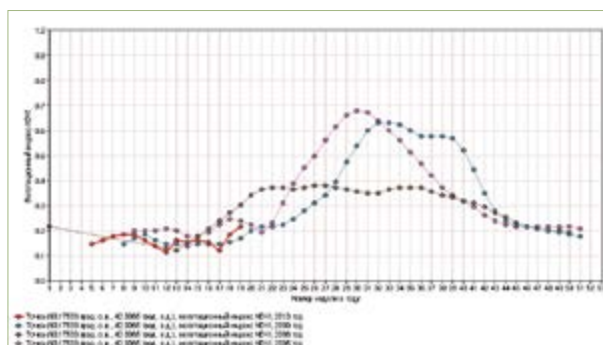
**Рис. 10.2. Пример кривых NDVI для различных типов возделываемых культур в разные годы на одном поле**

Специализированные веб-интерфейсы сервиса ВЕГА, в частности, позволяют:

- Проводить сравнение различных перечисленных текущих параметров с данными предыдущих сезонов (на выбор пользователя) или со средними многолетними значениями (Рис. 10.3).
- Проводить сравнение состояния посевов в пространстве (например, на соседних полях, или на полях одного хозяйства, или на любых двух выбранных пользователем полях).
- Анализировать информацию в графическом виде или в виде картограмм.
- Оперативно получать «тревожные сигналы» с указанием территорий, на которых актуальное значение указанных выше параметров существенно отклоняется от среднегодовых (в том числе с учетом сдвига сезона вегетации).

Пользователи сервиса также имеют возможность получать информацию в виде различных информационных бюллетеней. Например, бюллетеней о состоянии посевов в различных районах. Информация иллюстрируется картами, графиками и таблицами (Рис. 10.4).

Сервис может быть использован для решения, например, следующих задач, связанных с мониторингом сельскохозяйственных земель:

**Рис. 10.3. Пример сравнения хода вегетации на одном из полей Каракалпакии (Узбекистан) текущего сезона с другими годами**

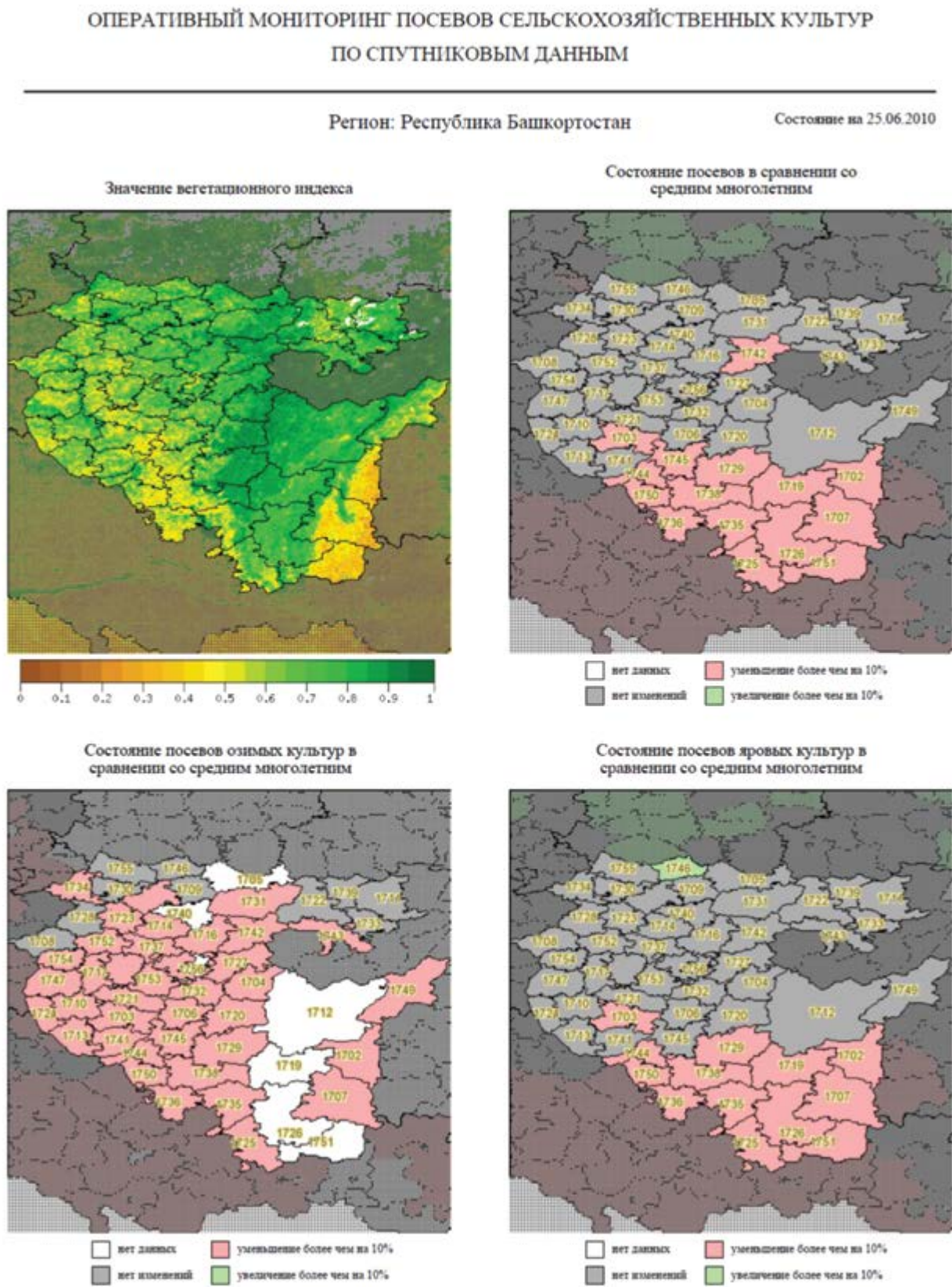
- построение кривых «нормального» развития основных культур в регионе, что позволяет распознавать все основные культуры;
- построение прогнозных оценок урожайности на уровне отдельных полей (Савин и др., 2010);
- проведение оценки правильности декларирования засеянных культур и соблюдения севооборотов;
- оценка эффективной продуктивности отдельных полей;
- оценка степени неоднородности почвенного покрова полей и основных почвенных факторов, лимитирующих урожайность на конкретном поле.

На картах отражено:

- текущие значения вегетационного индекса NDVI для всей территории региона без учета расположение пахотных угодий;
- разница осредненного для всех пахотных угодий региона значения вегетационного индекса со среднемноголетним значением на данную календарную дату;
- разница осредненного в пределах административного района для всех полей с озимыми культурами значения вегетационного индекса со среднемноголетним значением на данную календарную дату;
- разница осредненного в пределах района для всех полей с яровыми культурами значения вегетационного индекса со среднемноголетним значением на данную календарную дату.

На графиках в разрезе административных районов показывается поведение осредненного значения вегетационного индекса NDVI в текущем сезоне вегетации в сравнении со средним многолетним значением. Все вышеназванные карты построены на основе анализа таких графиков (ниже или выше на данную дату кривая текущего сезона по отношению к средней многолетней кривой). Таким образом, по графику можно определить, как идет ход развития растительности в текущем сезоне и в каком состоянии (лучше или хуже среднего) находится растительность на пахотных угодьях в данный момент времени.

Рис. 10.4.а. Пример Бюллетеня «Оперативный мониторинг состояния посевов»



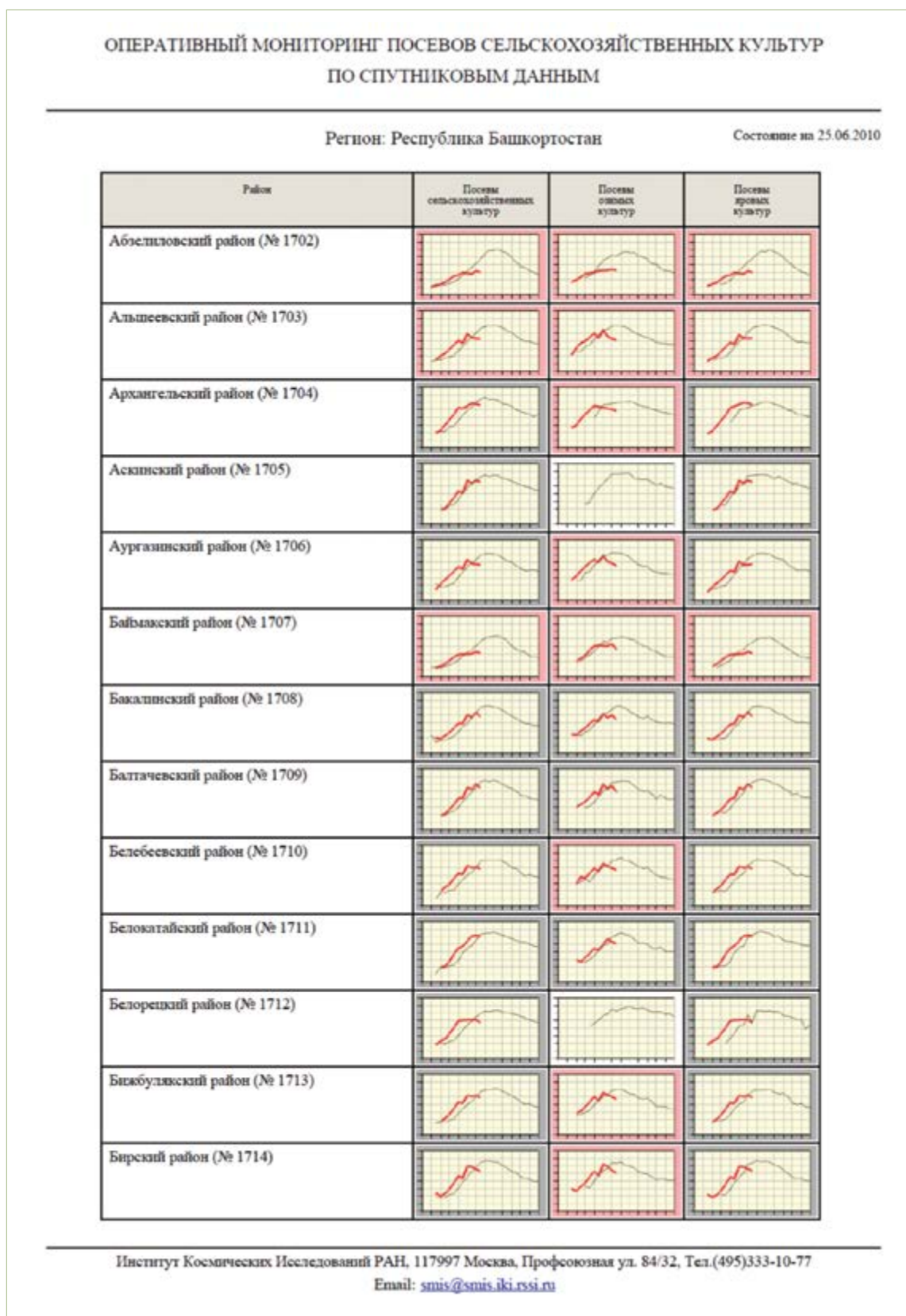
Институт Космических Исследований РАН, 117997 Москва, Профсоюзная ул. 84/32, Тел.(495)333-10-77  
Email: [smis@smis.iki.rssi.ru](mailto:smis@smis.iki.rssi.ru)

Графики в разрезе административных районов показывают поведение осредненного значения вегетационного индекса NDVI в текущем сезоне вегетации в сравнении со средним многолетним значением. Все вышеназванные карты построены на основе анализа этих графиков (ниже или выше на данную дату кривая текущего сезона по отношению к средней многолетней кривой). Таким образом, по графику можно определить, как идет ход развития растительности в текущем сезоне и в каком состоянии (лучше или хуже среднего) находится растительность на пахотных угодьях в данный момент времени. Содержание страницы может быть представлено в формате pdf для сохранения и/или вывода на печать.

Подобная информация может быть получена на любую территорию РФ и сопредельных государств, в том числе для отдельных хозяйств и полей (Толпин и др., 2010).



Рис. 10.4.б. Пример Бюллетеня «Оперативный мониторинг состояния посевов»



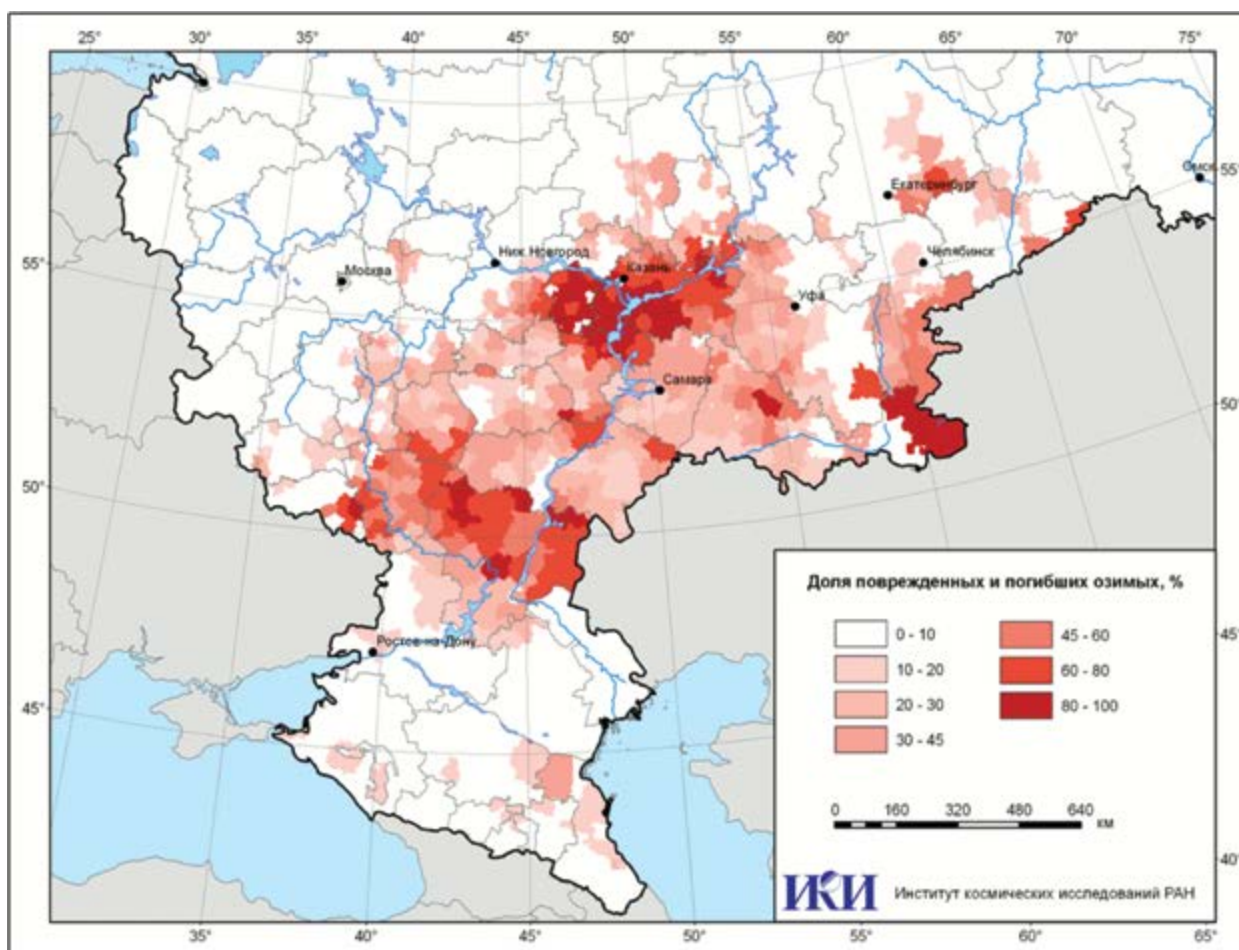
**Оценка состояния культур, пострадавших в результате неблагоприятных условий.** Результаты оперативного мониторинга состояния посевов могут быть использованы для оценки влияния на посевы разнообразных негативных факторов. В качестве примера приведем результаты мониторинга посевов на европейской



части России в сезоне 2009/2010 года. Сезон был экстремальным для посевов во многих регионах европейской части России. Много посевов озимых погибло в результате неблагоприятных условий перезимовки, затем в летний период сильное воздействие на посевы оказала засуха, которая не только повредила посевы, но и предопределила неоптимальные условия для сева озимых под сезон 2010/2011 года и их развития осенью 2010 года.

Оценка гибели посевов озимых культур зимой проводилась путем анализа разницы в состоянии посевов перед установлением снежного покрова осенью и после его схода весной. Анализ осуществлялся для всей европейской части страны одновременно. В результате были выявлены поля, где посевы озимых сильно пострадали в течение зимнего периода. Результаты анализа были по возможности выборочно верифицированы по данным LANDSAT. Информация была обобщена на уровень административных районов и представлена в виде картограммы (Рис. 10.5).

**Рис. 10.5. Доля посевов озимых культур, пострадавших зимой 2009/2010 сезона, в разрезе административных районов**



Такого неблагоприятного сочетания температур и осадков, как летом 2010 года не было с засухи 1946 года, которую многие эксперты называют одной из сильнейших в XX веке. Спутниковый мониторинг влияния засухи на посевы проводился в течение всего сезона вегетации. Анализ велся для отдельных регионов на уровне отдельных полей и для всех субъектов РФ на уровне административных районов.

Выявление полей, пострадавших от засухи, проводилось в течение всего сезона вегетации сеженедельным уточнением результатов. Анализ состояния растительности проводился на уровне отдельных полей по данным MODIS, а для подсчета площадей, пострадавших от засухи, при наличии, использовалась векторная сетка полей, полученная по данным LANDSAT. В основе алгоритма анализа лежит сравнение временного ряда вегетационного индекса для текущего сезона вегетации с его ходом в предыдущие сезоны. Подобный анализ, например, был проведен летом 2010 года для административных районов Чувашской республики (Рис. 10.6) (Медведева и др., 2012).

Мониторинг посевов, пострадавших от засухи, на уровне административных районов, где векторная маска полей отсутствует, проводился на качественном уровне (есть пострадавшие посевы или нет) с обновлением информации раз в неделю, а также на количественном уровне (доля пострадавших посевов) на момент среднемноголетней даты середины сезона вегетации.

Оценка на качественном уровне проводилась путем сопоставления профиля NDVI для текущего сезона со среднемноголетним профилем индекса. Сначала определялось, есть ли сдвиг текущего сезона вегетации по отношению к среднему многолетнему. При наличии сдвига производилось выравнивание сезонов по дате начала сезона вегетации. После этого анализировалось отклонение кривой текущего сезона от среднемноголетней кривой. Примеры оценочных карт за несколько сроков анализа приведены на Рис. 10.7-10.8.

*Рис. 10.6. Влияние засухи на посевы сельскохозяйственных культур Чувашской Республики (пострадавшие посевы показаны розовым цветом, не пострадавшие - зеленым)*

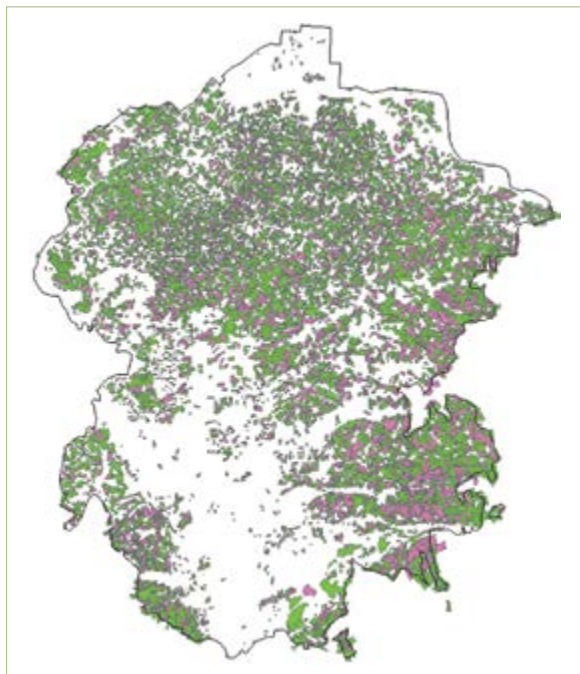
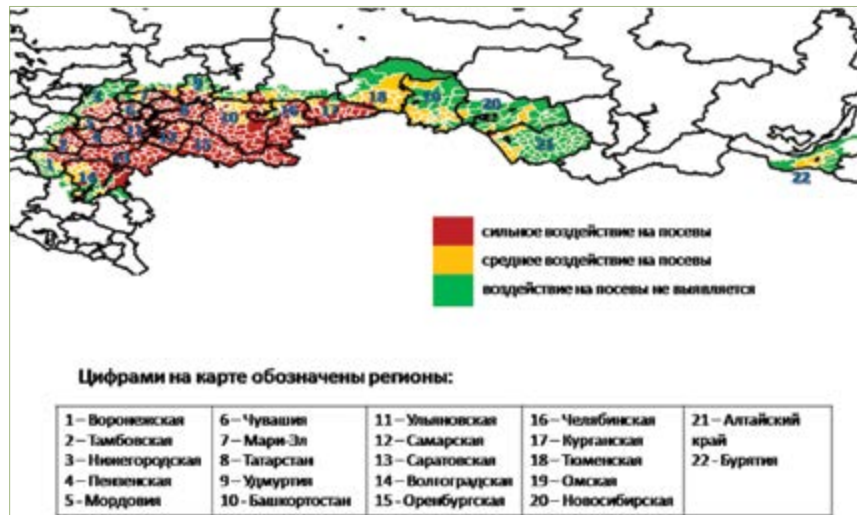


Рис. 10.7. Районы в России с посевами, пострадавшими от засухи, по состоянию на 09.07.2010



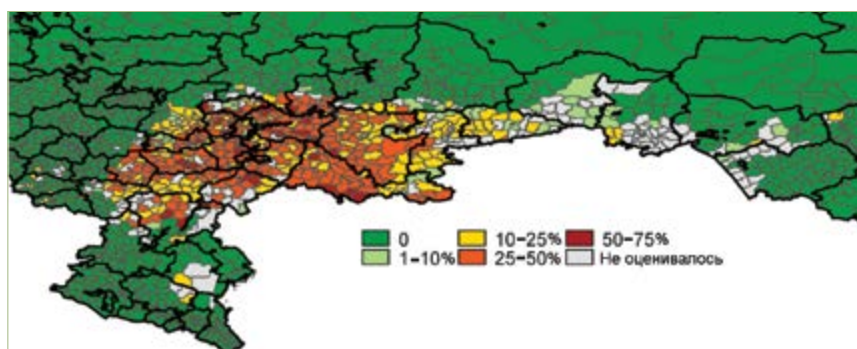
10.8. Районы в России с посевами, пострадавшими от засухи, по состоянию на 25.07.2010



Методика оценки доли поврежденных посевов на уровне отдельных административных районов была несколько иной, но она также базируется на анализе среднесезонного осредненного для конкретного типа полей в пределах конкретного района профиля NDVI и его сравнении с профилем текущего сезона.

Результаты анализа представлены на Рис. 10.9.

**Рис. 10.9. Доля посевов, пострадавших в России от засухи, на середину сезона 2010 года в разрезе административных районов**



**Подходы к прогнозированию урожайности, используемые в сервисе «ВЕГА».** Сервис может быть использован для решения многих задач. Тип решаемых задач для разных групп пользователей приведен в Таблице 10.1.

Одной из самых значимых задач созданной системы является прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур.

Урожайность сельскохозяйственных культур является важным показателем эффективности сельскохозяйственного производства, который широко используется при планировании, регулировании рынков сельскохозяйственной продукции, импортно-экспортных операций.

В настоящее время в мире разработаны и применяются на практике различные подходы к прогнозированию урожайности:

- анализ тренда и цикличности в динамичности статистических данных по урожайности (Батырева, 1969; Пасов, 1973а, 1973б, 1980; Methodology of the MARS..., 2008);
- выявление года-аналога (Rembold et al., 2005; Savin, Negre, 2006; Savin, 2007);
- построение регрессионных зависимостей между статистическими данными и данными, полученными на основе дистанционных и метеорологических наблюдений (далее «регрессионный метод») (Руководство по агрометеорологическим прогнозам, 1984; Monteith, 1977);
- на основе моделирования роста растений (Сиротенко, Абашина, 1982; Methodology of the MARS..., 2008; Rembold et al., 2013);
- на основе анализа синоптических процессов (Воронина, Худякова, 1979; Пасов, Аксарина, 1979; Steyaert et al., 1978; Wang Duo, Zhang Tan, 1983).

Подходы первой, второй и пятой групп отличаются большой заблаговременностью, но недостаточной точностью. Наиболее широко используются подходы 3 и 4 групп. В качестве входной информации для построения регрессии или для моделирования роста растений используются в большинстве случаев метеорологические данные. Таким образом, прогноз строится в основном на использовании косвенных факторов, а не на анализе фактического состояния посевов.

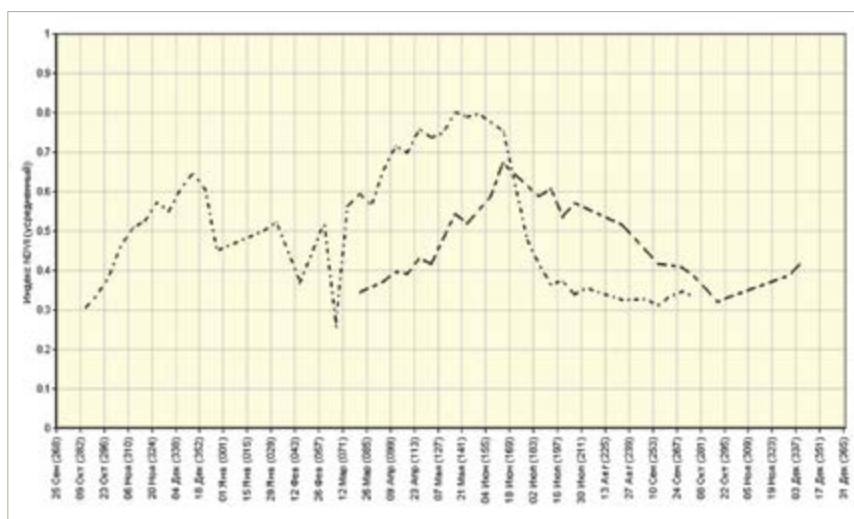
В рамках сервиса ВЕГА прогнозирование урожайности возможно с использованием трех основных подходов: оценки урожайности по году-аналогу, регрессионного анализа и имитационного моделирования развития культур (в стадии разработки).

Таблица 10.1. Типы задач, решаемых с использованием сервиса «BEFA».

Пользователи	Решаемые задачи
Министерства сельского хозяйства стран	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контроль информации о площадях сева, поступающей из регионов</li> <li>• Оперативная оценка состояния посевов на уровне регионов и административных районов</li> <li>• Заблаговременный прогноз урожайности на основе спутниковых данных</li> <li>• Оперативная оценка риска гибели посевов от неблагоприятных факторов</li> <li>• Оценка ущерба от неблагоприятных факторов на уровне страны и отдельных регионов</li> </ul>
Сельскохозяйственные административные органы регионов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контроль информации о площадях сева, поступающей из административных районов</li> <li>• Оперативная оценка риска гибели посевов от неблагоприятных факторов</li> <li>• Заблаговременный прогноз урожайности на основе спутниковых данных</li> <li>• Оперативная оценка состояния посевов на уровне административных районов и хозяйств</li> <li>• Оценка ущерба от неблагоприятных факторов на уровне региона и его административных районов</li> </ul>
Сельхозпроизводители	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контроль информации о площадях сева</li> <li>• Оперативная оценка состояния посевов на уровне поля в течение всего сезона вегетации</li> <li>• Заблаговременный прогноз урожайности на основе спутниковых данных на уровне поля</li> <li>• Оперативная оценка риска гибели посевов от неблагоприятных факторов</li> <li>• Оценка потерь урожая от неблагоприятных факторов</li> <li>• Оценка уровня естественного плодородия почв отдельных полей</li> <li>• Оценка выноса питательных элементов с урожаем на уровне поля</li> <li>• Оперативный мониторинг поврежденности посевов болезнями и вредителями на уровне поля</li> </ul>
Производители удобрений и ядохимикатов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оценка уровня естественного плодородия почв</li> <li>• Информация об изменении посевной площади</li> <li>• Оперативная оценка состояния посевов</li> <li>• Оценка выноса питательных элементов с урожаем</li> <li>• Оперативная оценка содержания азота в надземной фитомассе посевов</li> <li>• Оперативный мониторинг поврежденности посевов болезнями и вредителями</li> <li>• Районирование территории по частоте поврежденности посевов (по данным за последние 10 лет)</li> </ul>
Страховые компании	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оценка реальной площади застрахованных посевов</li> <li>• Оперативная оценка риска гибели посевов</li> <li>• Оценка потерь урожая от воздействия неблагоприятного фактора</li> <li>• Мониторинг состояния застрахованных посевов в течение сезона вегетации</li> <li>• Предварительная оценка вероятности гибели посевов на конкретном поле</li> <li>• Заблаговременный прогноз урожайности</li> <li>• Индексное страхование на основе спутниковых данных</li> </ul>
Приобретатели земли (получатели в залог)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Восстановление специфики использования участка за последние 10 лет</li> <li>• Определение качества почв земельного участка</li> <li>• Сравнение качества земельного участка с качеством соседних участков</li> </ul>

Основная идея метода прогнозирования по *году-аналогу* заключается в том, что если посевы определенной культуры в регионе развивались в текущем сезоне так же, как в каком-либо прошлом сезоне, то и урожайность должна быть близка к урожайности этого года-аналога. Спутниковые данные являются надежным инструментом оценки подобной схожести в развитии посевов. При этом состояние посевов анализируется по прямым признакам на основе анализа динамики различных индексов, полученных на основе спутниковых данных, отражающих состояние растительного покрова. Тем самым косвенно учитывается влияние на растения большинства факторов, предопределяющих их развитие (включая метеоусловия (в том числе и экстремальные), использование удобрений и ядохимикатов, специфика агротехники и т.п.). Неоптимальность этих факторов приводит к изменению состояния посевов, что отражается на динамике измеряемых вегетационных индексов. Одним из преимуществ данного подхода также является возможность нахождения года-аналога в отдельности для каждой возделываемой культуры (при наличии маски ее посевов, которая также может быть восстановлена с использованием спутниковых данных). Известно, что разные сельскохозяйственные растения по-разному реагируют на изменение условий роста. Поэтому, изменение этих условий может приводить к гибели одной культуры и слабо влиять на развитие другой, находящейся в том же регионе. Как хорошо видно, например, из Рис. 10.10, ход сезона вегетации для озимых и для яровых в пределах Краснодарского края в 2009 году сильно отличался.

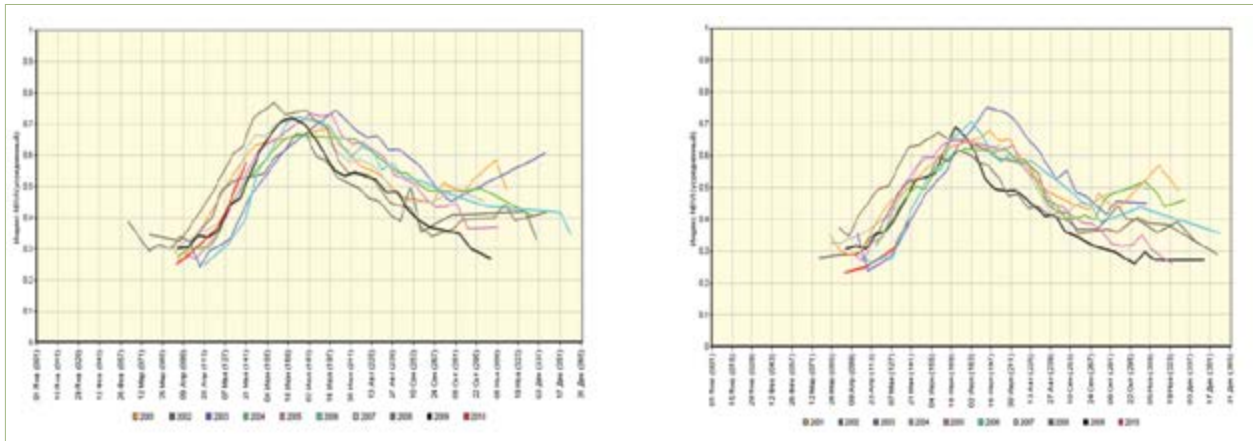
Рис. 10.10. Ход сезона вегетации (NDVI) для озимых и для яровых в пределах Краснодарского края в 2009 году



Кроме общей оценки хода текущего вегетационного сезона, метод года-аналога позволяет оперативно выявлять регионы, где посевы повреждаются в результате воздействия неблагоприятных погодных или фитосанитарных условий (засуха, заморозки, условия перезимовки, саранча и т.п.) (Рис. 10.11). На рисунке видно, что осредненная кривая индекса в сезоне 2010 года (красная кривая) для Хохольского района идет близко к норме, а для Поворинского – близко к абсолютному минимуму. Связано это с разницей в доле озимых посевов, поврежденных из-за неблагоприятных условий перезимовки (около 16% в Хохольском и около 80% посевов в Поворинском районах).

Используя анализ года-аналога можно получить в первом приближении оценку ожидаемого урожая культуры в конкретном регионе. Подобные оценки можно получать с начала сезона вегетации и обновлять их до окончания сезона по мере получения дополнительных спутниковых данных.

**Рис. 10.11. Ход сезона вегетации (NDVI) для Хохольского (слева) и Поворинского (справа) районов Воронежской области**



Следует отметить, что при использовании данного метода необходимо принимать во внимание то, что на характер осредненной кривой вегетационного индекса большое влияние может оказывать сдвиг сезона вегетации из-за метеорологических условий, а также изменение от года к году площадей посевов отдельных культур. Также необходимо указать на то, что сам метод установления года-аналога может быть разным для разных регионов и для разных культур и должен определяться опытным путем с учетом специфики возделывания культуры и доли ее посевов в регионе.

Особенности использования «регрессионного метода» проиллюстрируем на примере прогнозирования урожайности озимой пшеницы на уровне субъектов РФ. Для предсказания урожайности для каждого региона России строились регрессии значений урожайности (данные РОСКОМСТАТа) за прошлые годы с различными предикторами, получаемыми на основе спутниковых данных.

Естественно, что в качестве предикторов могут использоваться совершенно различные характеристики. В качестве основы для построения предикторов используются следующие данные: вегетационный индекс NDVI, рассчитанный по данным приборов SPOT-VEGETATION (спутники SPOT) и MODIS (спутники Terra и Aqua), метеорологические данные о температуре и осадках (<http://www.ecmwf.int/products/forecasts/>), карта пахотных земель, созданная по базе данных GLC 2000 (Барталев и др., 2009), и карта земель с посевами озимых культур, построенная на базе данных MODIS (Плотников и др., 2008). С помощью этих данных для каждого региона, для которого имеются статистические данные об урожайности, могут быть построены, например, следующие предикторы, осредненные по различным типам земель (пахотным, занятым озимыми культурами, покрытыми лесом и т.д.):

1. Сезонный максимум NDVI по данным SPOT-VEGETATION.
2. Максимальное значение NDVI по данным SPOT-VEGETATION за октябрь - декабрь прошлого года.
3. Значение NDVI по данным SPOT-VEGETATION во время цветения озимой пшеницы. (Для вычисления времени цветения вычислялась сумма

среднесуточных температур, превышавших 10°, с февраля месяца конкретного года. Дата, когда эта сумма достигала 500°, принималась условно за дату цветения.)

4. Значения NDVI по данным SPOT-VEGETATION для различных сумм температур (200°, 300°, 400°, и.т.д.).
5. Значения NDVI по данным SPOT-VEGETATION за каждую декаду в году.
6. Сезонный максимум NDVI по данным MODIS.
7. Значения NDVI по данным MODIS за каждую неделю.
8. Различные климатические параметры, такие как средняя температура воздуха за октябрь - ноябрь предыдущего года, средняя температура за март - апрель, абсолютный минимум температур в мае, сумма осадков за период август - сентябрь.

Используя значения этих предикторов за текущий год и уравнение парной линейной регрессии, построенное по значениям этого предиктора за прошлые годы, может предсказываться значение урожайности различных культур в текущем сезоне. Из множества всех построенных регрессий для предсказания урожайности естественно выбирать наиболее качественные регрессии. Критерием качества может, например, являться квадрат корреляции между значениями предиктора и урожайности за прошлые годы.

Естественно, что такой подход будет давать разные результаты для различных культур. Детальный анализ, проведенный на примере озимой пшеницы, показывает, что по данным предикторам почти в каждом регионе России удастся построить приемлемые уравнения регрессии (квадрат корреляции для которых больше 0.8), по которым в дальнейшем можно предсказать урожайность в данном регионе. Для регионов, где не удалось построить приемлемое уравнение парной регрессии, были построены множественные регрессии с использованием тех же предикторов. При построении регрессий, наиболее результативными оказались предикторы из наборов 4, 5 и 7 (см. выше). Предикторы из наборов 1, 2, 3 и 6 позволили построить меньшее количество качественных регрессий. Предикторы из набора 8 дали крайне малое количество хороших регрессий, но при этом они позволили построить достаточно качественные множественные регрессии для многих регионов России. В Таблице 10.2 приведен пример использования приемлемых регрессий, в которых показаны данные об урожайности по официальной статистике в сравнении со значениями урожайности, полученными с помощью построенной регрессии.

**Таблица 10.2. Сравнение прогноза урожайности, полученной по методу регрессионного анализа, с данными официальной статистики (республика Ингушетия, предиктор «значение NDVI по данным MODIS за 13 недель года»).**

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Данные официальной статистики, ц/га	8.4	3.8	14.1	13.8	13.3	12.1	15.5	17.2
Прогноз по регрессии, ц/га	9.6	4.1	13.5	-	12.1	11	16.6	15.9

Для каждого региона была также составлена таблица, в которой описано, насколько качественную регрессию удалось построить для каждого момента времени. Полученные данные показали, что качественный прогноз урожайности может быть построен для некоторых областей России еще в предзимний период развития озимой пшеницы, то есть с очень высокой заблаговременностью.



Таким образом, результаты апробации подхода, основанного на регрессионном анализе, показали, что этот простой метод при наличии достаточно протяженного ряда качественных спутниковых данных (12 лет) уже позволяет получить достаточно хорошие результаты. Для улучшения точности получаемых прогнозов можно вводить дополнительные, более информативные предикторы, а также использовать различные множественные регрессии.

Кроме описанных выше двух подходов к прогнозированию урожайности разрабатывается метод, основанный на моделировании ежедневного прироста биомассы растений с начала вегетационного сезона. В качестве примера приведем результаты, полученные для прогнозирования урожайности риса в республике Калмыкия.

Моделирование ведется для полей, где присутствуют посевы риса в текущем сезоне вегетации. Подобные поля распознаются по данным МОДИС на основе подходов, изложенных ранее (Савин, Барус, 2009). В рамках данных подходов идентификация полей с посевами риса проводится в начале сезона вегетации. После этого начинается моделирование нарастания биомассы с начала сезона вегетации на каждом конкретном поле.

В основу моделирования ежедневного прироста биомассы риса были положены подходы, разработанные Ничипоровичем (1963) и Monteith (1977). Суть данных подходов заключается в том, что рост растений потенциально предопределяется приходящей радиацией. Потенциальный рост может ограничиваться температурными условиями, избытком радиации и доступностью растениям влаги. Влияние на рост растений таких факторов, как доступность питательных элементов, а также болезней и вредителей растений в данном подходе не учитывается. При этом считается, что лимитирующее влияние этих факторов может быть учтено опосредованно, через изменение площади ассимиляционного аппарата. Кроме того, при построении модели учитывалось, что при соблюдении агротехники возделывания риса влияние такого фактора, как доступность влаги, можно не учитывать. Таким образом, модель накопления биомассы рисом в общем виде может быть записана следующим образом:

$$Bd = LUE * faPAR * PAR - RES$$

где  $Bd$  – масса растения, накопленная за день;  $LUE$  – эффективность использования света растением;  $faPAR$  – фракция абсорбированной растительным покровом радиации;  $PAR$  – фотосинтетически активная радиация;  $RES$  – расход на дыхание.

Эффективность использования растениями света оценивалась следующим образом:

$$LUE = LUE_{max} * Ct * Cr$$

где  $LUE$  – эффективность использования света растением;  $LUE_{max}$  – максимальная эффективность использования света растением;  $Ct$  – поправка на температурные условия;  $Cr$  – поправка на количество приходящей радиации.

Для оценки максимальной эффективности использования света растениями использовался подход, предложенный Rosema et al. (2001). Расчет поправки на

неоптимальные температуры проводился по формуле, приведенной в работе Yin et al. (1995). При избытке приходящей радиации фотосинтез замедляется из-за насыщения энзимных цепей, и это учитывалось путем введения поправки на избыточность приходящей радиации (Choudhury, 2001).

Расход на дыхание для риса рассчитывался следующим образом:

$$RES = 0.015 * Bt * 2^{((Td - Tmr) / 10)}$$

где RES – расход на дыхание; Bt – биомасса растения; Td – средняя суточная температура воздуха; Tmr – средняя взвешенная суточная температура воздуха за предыдущие 10 дней.

Моделирование накопления биомассы велось для полей с посевами риса с временным шагом в один день. Дата начала моделирования определялась по началу роста вегетационного индекса NDVI в пределах каждого поля орошаемого массива. Моделирование заканчивалось в момент максимального развития листовой поверхности растений, которое индицировалось по достижению сезонного максимума NDVI. И полученные величины накопленной биомассы за этот период (с начала вегетации и до достижения максимума листовой поверхности) использовались в качестве индикатора урожайности риса на отдельных полях. Полученные величины накопленного вещества для отдельных полей с посевами риса взвешенно осреднялись для всей территории орошаемого массива, и затем полученные величины сравнивались со статистическими значениями урожайности риса.

Фракция абсорбированной радиации (faPAR) определялась по спутниковым данным MODIS по методу, предложенному в работе Gobron et al. (2006). Значения вегетационного индекса NDVI также рассчитывались по данным этого сенсора в виде декадных (10-дневных) максимумов. Предварительная обработка, коррекция данных и расчет индексов были проведены бельгийским институтом VITO (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek) на основе специально разработанных методов (Rosema et al., 2001). В нашем распоряжении имелись данные за 2004-2008 годы. Временные ряды декадных значений индексов не сглаживались, а пропуски были заполнены с использованием метода простой интерполяции.

В качестве источника ежедневных метеорологических данных при моделировании использовалась информация глобальной модели атмосферы, разработанной в ECMWF (Ридинг, Англия) (<http://marswiki.jrc.ec.europa.eu/datadownload/index.php>). Данные представлены в виде точек с расстоянием друг от друга в 1 градус. Нами использовались данные ближайшей к орошаемому массиву точки.

Моделирование нарастания биомассы риса для орошаемого массива Сарпинской степи в Калмыкии было проведено для сезонов 2004-2008 годов. Предварительно для этих сезонов по спутниковым данным MODIS были построены маски полей с посевами риса. Затем для каждого поля было проведено моделирование нарастания биомассы. Пример результатов моделирования представлен на Рис. 10.12.

Рис. 10.12. Пример результатов моделирования продуцирования фитомассы



Так как для моделирования использовались одни и те же метеорологические данные для всех полей с рисом, то ход накопления биомассы в течение сезона вегетации был похож для всех полей в течение одного сезона вегетации, но не был идентичен. При этом амплитуда накопления биомассы была различна для разных полей в зависимости от разницы в величине  $faPAR$ . В свою очередь, эта разница обусловлена неодинаковой датой начала вегетации риса на разных полях, и как следствие этого, неодинаковыми метеорологическими условиями вегетации. Несмотря на компактное расположение полей с рисом, оказалось, что пространственное варьирование (от поля к полю) накопленной биомассы в течение одного сезона вегетации вполне сопоставимо с его межсезонным варьированием.

На основе результатов моделирования по отдельным полям рассчитывалась средневзвешенная величина накопленной биомассы для всего орошаемого массива Сарпинской степи. Теоретически эта величина должна соответствовать средней урожайности риса на уровне республики Калмыкия. Сравнение величины урожайности риса, полученной на основе моделирования для 5 вегетационных сезонов, с данными официальной статистики приведено в Таблице 10.3.

Таблица 10.3. Урожайность риса в Калмыкии, полученная по данным моделирования, в сравнении с официальными статистическими данными Росстата.

Метод получения данных	Год				
	2004	2005	2006	2007	2008
Моделирование (ц/га)	30.6	33.3	36	32.9	36.8
Официальная статистика (Росстат) (ц/га)	20.7	25.9	30.9	28.7	32.1

Из таблицы следует, что величины урожайности риса, полученные по результатам моделирования, несколько отличаются от данных официальной статистики. При этом статистические данные во всех случаях имеют более низкие значения урожайности, чем результаты моделирования. Эта разница более-

менее постоянна от сезона к сезону. Наблюдается полное совпадение локальных экстремумов на кривых динамики урожайности, полученных обоими методами. Все это позволяет сделать предположение о том, что величины урожайности, получаемые по результатам моделирования, достаточно хорошо воспроизводят динамику официальной статистической урожайности.

Более низкие значения официальной статистической урожайности могут быть связаны с тем, что моделирование ведется на уровне отдельных полей, и при расчетах не учитываются потери урожая при уборке и транспортировке зерна, которые заложены в официальную статистическую информацию.

Таким образом, данный подход позволяет оценивать урожайность риса с достаточно большой заблаговременностью, в середине сезона вегетации. Моделирование нарастания биомассы проводится на уровне отдельных полей. А осредненные на уровень республики величины урожайности, полученные по данным моделирования, полностью воспроизводят динамику официальной статистической урожайности риса за период 2004-2008 годы.

Преимуществом подобного подхода к прогнозированию урожайности является полная независимость получаемых результатов от статистических данных, что позволяет рассматривать разработанный подход как надежное средство независимого контроля качества статистической информации, поступающей с мест.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Опыт использования разработанных подходов и приведенные выше примеры показывают, что спутниковые данные могут служить основой для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур на уровне регионов и отдельных стран. Как и все другие методы прогнозирования урожайности, они имеют свои преимущества и недостатки.

Наиболее эффективное использование метода по году-аналогу возможно лишь при учете специфики возделывания культур в каждом конкретном регионе и при привлечении данных о площадях сева всех культур региона в конкретном сезоне. На данном этапе отсутствие этой информации существенно осложняет интерпретации получаемых результатов.

Отсутствие в настоящее время длинных рядов качественных спутниковых данных приводит к недостаточной устойчивости подходов, основанных на регрессионном анализе. Предлагаемые некоторыми исследователями методы пространственной агрегации регионов с целью увеличения объема выборки могут привести к некоторому увеличению устойчивости строимых регрессионных зависимостей. Однако подобная агрегация возможна лишь для ограниченного количества регионов, имеющих схожие природные условия и одинаковые особенности возделывания культур. Кроме того, большое влияние на качество результатов прогнозирования по этому подходу оказывает качество официальной статистики, которая используется при построении регрессионного уравнения. При использовании данного подхода

необходимо принимать во внимание и тот факт, что спутниковые данные отражают состояние растительности на уровне поля, а доступная официальная статистика представляет собой цифры, рассчитанные как минимум на уровне хозяйств, в которых учтены разнообразные потери урожая (при транспортировке, усушке, утряске и т.п.).

Подходы, основанные на методах имитационного моделирования, являются наиболее объективными, но одновременно, и наиболее трудоемкими для введения в практику оперативного прогнозирования урожайности. Для их широкого внедрения требуется большой объем полевых данных, необходимых для калибровки моделей. Но большим преимуществом данных подходов является то, что после калибровки они позволяют получать прогнозы и оценки урожайности, не зависящие от официальной статистики и позволяют делать прогноз для отдельных полей с посевами культуры.

В обобщенном виде основные преимущества и недостатки подходов представлены в Таблице 10.4.

**Таблица 10.4. Преимущества и недостатки разных методов прогнозирования урожайности по спутниковым данным среднего пространственного разрешения**

Подход	Преимущества	Недостатки
Год-аналог	<ul style="list-style-type: none"> <li>• простота использования в автоматическом режиме</li> <li>• отсутствие необходимости предварительной калибровки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• необходимость учета изменений площадей сева</li> <li>• более подходят для качественного прогноза</li> <li>• сильно зависит от специфики конкретного региона</li> </ul>
Регрессионный метод	<ul style="list-style-type: none"> <li>• количественный прогноз</li> <li>• большая заблаговременность</li> <li>• отсутствие необходимости в полевых данных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• отсутствие больших выборок для построения регрессии</li> <li>• неизвестное качество данных официальной статистики и позднее появление данных официальной статистики за прошлый сезон</li> </ul>
Моделирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>• независимость от официальной статистики</li> <li>• хорошая заблаговременность</li> <li>• возможность учета при необходимости сортовых различий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сложность алгоритмов</li> <li>• необходимость калибровки по полевым данным</li> <li>• необходимость наличия маски полей с конкретной культурой</li> </ul>

Несмотря на отмеченные недостатки спутниковых методов прогнозирования урожайности и их недостаточную развитость на данный момент, они, безусловно, являются наиболее перспективными в связи с их объективностью, оперативностью, охватом больших территорий. Использование результатов прогнозирования урожайности на основе спутниковых данных наряду с результатами, полученными другими методами, на наш взгляд, может позволить повысить как качество прогнозов, так и их заблаговременность, что, безусловно, необходимо для

повышения эффективности принятия различных управленческих решений в области сельского хозяйства.

Таким образом, созданный спутниковый сервис ВЕГА позволяет осуществлять оперативный мониторинг посевов и прогнозировать их урожайность на разных уровнях: от отдельного поля до отдельных стран. Результаты мониторинга должны использоваться в качестве основы для принятия управленческих решений в области регулирования сельскохозяйственных рынков и рисков как на уровне отдельных стран, так и на международном уровне.

## **БЛАГОДАРНОСТИ**

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 11-04-01376-а, 12-01-97504-р\_центр\_а) и Минобрнауки РФ (гранты 8674 и 2012-1.3.2-12-000-2012-055).



## Глава 11. Генетические ресурсы растений – неисчерпаемый источник стресс устойчивых форм для селекции

*Насырова Ф.Ю.*

*(Институт ботаники, физиологии и генетики растений,  
Академия наук Республики Таджикистан)*

## Chapter 11. Genetic resources of plants as the inexhaustible source of stress resistant forms for breeding

*Nasyrova F.Yu.*

*(Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics  
of the Academy of Science of Tajikistan)*

С учетом демографических прогнозов для обеспечения растущей человеческой популяции мы должны увеличивать продовольственный потенциал ежегодно в среднем на 2%. Испокон века, для обеспечения развития сельского хозяйства генетические ресурсы растений являются важным источником для удовлетворения потребностей в продовольствии. Поэтому первоочередная задача заключается в охране мировых генетических ресурсов, при этом сохраняя их для рационального использования.

В современных условиях изменения климата, когда резерв пахотных земель почти исчерпан, предел урожайности по важнейшим сельскохозяйственным культурам почти достигнут в результате интенсивной селекции, проводившейся в последние 100 лет, оставшиеся резервы весьма незначительны и ни в коей мере не обеспечат темпы роста народонаселения. Значит, нужны новые подходы к решению продовольственной проблемы, которые могут появиться только на основе анализа достижений современной фундаментальной науки. Естественно, чтобы удвоить в будущем объем производимого продовольствия, необходимо создать принципиально новые формы – с реконструированными геномами и более продуктивные, качественные и устойчивые к абиотическому и биотическому стрессу. Для этих целей дикие и культурные сородичи интенсивно используются для поиска и переноса в современные коммерческие сорта новых генов устойчивости к стрессу. Работы, начатые Н.И. Вавиловым и его коллегами, показали исключительно высокую эффективность целенаправленной селекции по созданию высокоурожайных сортов сельскохозяйственных растений.

В статье дается обзор диких сородичей культурных растений Таджикистана на примере диких плодовых и зерновых культур, описание мест их произрастания с учетом эколого-географических и климатических условий. Приведены данные по

биохимическому и молекулярно-генетическому исследованию диких сородичей *Aegilops*, проведенными в рамках проекта МНТЦ Т-1105.

Given the population growth, we need to increase the food production by 2% annually. Since the beginning of time, the agricultural development has been provided by genetic resources of plants which have been the main source of food. Therefore, the primary goal is to protect the world's genetic resources while preserving them for management.

In the current context of climate change, when the reserve of arable land is almost depleted, the limit of the yield of main crops is almost achieved due to intensive breeding performed during the last 100 years, the remaining reserves are insignificant and cannot in any way ensure population growth. Hence, we need to use a new approach to solving the food problem that can only come from the analysis of the basic achievements of modern science. Naturally, in order to double the volume of food production in the future, it is necessary to create the fundamentally new forms of plants - with the reconstructed genomes, more productive, of higher quality and resistant to abiotic and biotic stress. For this purpose, wild and cultural relatives are intensively examined in order to find and transfer a stress resistant gene to modern commercial varieties. The work performed by Vavilov and his colleagues has shown the exceptionally high efficiency of selective breeding to create high-yielding crop varieties.

This article provides an overview of wild relatives of cultivated plants in Tajikistan by the example of wild fruit and cereals, a description of places where they grow, taking into account the ecological, geographical and climatic conditions. The data on the biochemical and molecular genetic study of wild relatives of *Aegilops* conducted in the framework of ISTC T-1105 are given in this paper.

## **ВВЕДЕНИЕ**

С учетом демографических прогнозов для обеспечения растущей человеческой популяции мы должны увеличивать продовольственный потенциал ежегодно в среднем на 2%. Подсчитано, что для обеспечения продовольственным зерном населения нашей планеты, которое достигнет к 2020 г. 8 млрд. человек, необходимо ежегодно увеличивать его производство на 1.3% с тем, чтобы достичь среднемирового уровня урожайности – 4 т/га. В современных условиях изменения климата, когда резерв пахотных земель почти исчерпан, предел урожайности по важнейшим сельскохозяйственным культурам почти достигнут в результате интенсивной селекции, проводившейся в последние 100 лет, оставшиеся резервы весьма незначительны и ни в коей мере не обеспечат темпы роста народонаселения. Значит, нужны новые подходы к решению продовольственной проблемы, которые могут появиться только на основе анализа достижений современной фундаментальной науки (Каримов, 2008).

Естественно, чтобы удвоить в будущем объем производимого продовольствия, необходимо создать принципиально новые формы – с реконструированными геномами и более продуктивные, качественные и устойчивые к абиотическому и биотическому стрессу. Для этих целей дикие и культурные сородичи интенсивно используются для поиска и переноса в современные коммерческие сорта новых генов устойчивости к стрессу. Работы, начатые Н.И. Вавиловым и его коллегами, показали исключительно высокую эффективность целенаправленной селекции по созданию



высокоурожайных сортов сельскохозяйственных растений. Николай Иванович неоднократно повторял, что коллекции растений создаются для использования в народном хозяйстве, в частности, в селекции. Любимым его выражением было: “Селекция – это эволюция, направляемая волей человека”.

Испокон века, для обеспечения развития сельского хозяйства генетические ресурсы растений являются важным источником для удовлетворения потребностей в продовольствии. В последние десятилетия проблемам сохранения и рационального использования генетических ресурсов растений, служащих основой для развития селекции, устойчивого ведения сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности, уделяют большое внимание во всем мире. Проблема продовольственной безопасности в мире напрямую связана с необходимостью повышения продуктивности культурных растений. Изменяющийся климат планеты, вызванный влиянием жизнедеятельности человека, ставит перед селекционерами задачи создания новых форм культурных растений, устойчивых к экстремальным факторам окружающей среды (засухе, засолению почв, низким температурам). Кроме того, возрастающие потребности в пище и потери земли из-за засоления вследствие орошения требуют создания высокопродуктивных и устойчивых сортов важных сельскохозяйственных культур. Для удовлетворения растущего населения продуктами питания необходимо создавать новые сорта сельскохозяйственных культур с ценными свойствами, обладающие устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, болезням. Новые сорта, конечно, намного превосходят своих диких сородичей по урожайности, однако, в погоне за созданием все новых сортов с улучшенными свойствами, можно прийти к сортовой однородности, т.н. генетической эрозии. Ещё Н.И. Вавилов подчёркивал, что “среди мер защиты растений от разнообразных заболеваний наиболее радикальным средством борьбы является введение в культуру иммунных сортов или создание таковых путём скрещивания” (Вавилов, 1935).

Основным генетическим резервом устойчивости являются дикие виды, сородичи культурных растений. Поэтому сбор, изучение, сохранение и использование дикорастущих видов в селекционных работах чрезвычайно важно при создании новых урожайных сортов. Необходимо вести сбор местных сортов, создавать генофонды или генбанки дикорастущих видов для целей будущей селекции сельскохозяйственных культур. Любой генетический банк семян имеет особую ценность, поскольку в нем содержится значительный запас комбинаций аллелей генов, обуславливающих приспособленность растений к различным почвенно-климатическим условиям и устойчивость к биотическим факторам. Формирование коллекций образцов генофонда растений происходит за счет интродукции и привлечения образцов, распределения их по характеру происхождения; изучение образцов по комплексу признаков (методики, классификаторы); выделение эталонных образцов по признакам и уровню их проявления; систематизация образцов и распределение их по типам коллекций.

В каждом генбанке есть паспорт базовой коллекции, что включает в себя информацию о культуре, категории коллекции, количестве образцов, количестве ботанических видов, подвидов и разновидностей, количестве стран происхождения образцов, стране происхождения образцов и их количестве, распределении образцов по характеру происхождения (сорта страны, сорта зарубежных стран,

старые и местные сорта, селекционные линии страны, генетические линии, дикие и родственные линии), степени генетического разнообразия образцов по признакам и уровню их выражения, уровню изученности коллекции, количестве зарегистрированных образцов с выдачей свидетельства, количестве образцов, семена которых заложены на хранение в Национальном хранилище (для культур и видов, которые размножаются семенами).

Сформированная генетическая коллекция – это источник идентифицированных генов, генных комплексов геномов и геномных комплексов, замещений и транслокаций хромосом, анеуплоидов, ядерноцитоплазмических соединений и др. Кроме того, в генбанках есть учебные коллекции для образовательных программ, охватывающие вопросы видового и внутривидового разнообразия; направление использования и основные сортотипы; истории селекции; генетическое разнообразие по основным признакам (образцы эталоны). Генбанк осуществляет передачу образцов пользователям для реализации селекционных, научных, учебных и других программ. Формирование и долгосрочное сохранение базовых, признаковых, генетических, учебных коллекций дает возможность стабильно обеспечивать пользователей необходимыми образцами. Обмен образцами генофонда растений проводится на основе Международного соглашения о генетических ресурсах растений для продовольствия и сельского хозяйства и двухсторонних соглашений.

Понятие об идеальном сорте было введено в употребление еще в 1895 году и потом уточнено Н.И. Вавиловым. В.А. Кумаков (1985) определяет модель сорта как научный прогноз, описывающий сочетание признаков растения, необходимый для обеспечения заданного уровня продуктивности, устойчивости и других производственных качеств. В.Ф. Альтергот и соавторы (1974) исходят из того, что интенсивное использование сортом природных ресурсов возможно только при высокой устойчивости к местному комплексу неблагоприятных факторов. В настоящее время под моделью сорта подразумевается техническое задание на создание сорта – т.е. детальное описание хозяйственных, морфологических и физиологических признаков, а также тех путей (комбинации скрещивания, способы и фоны отбора), благодаря которым будут достигнуты заданные параметры.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ

Для отбора растений по признакам, тестирование которых затруднено, в процессе селекции используются легко распознаваемые фенотипические проявления генов – маркеры. Генетические маркеры – моногенно наследуемые признаки, анализ связи которых с определенными признаками важен для решения ряда теоретических и практических вопросов (Безруков, 1995). Главная идея концепции маркеров состоит в том, что маркерный локус отражает экспрессию либо самого гена, определяющего какой-то хозяйственно ценный признак, либо используется как метка для участка хромосомы вблизи этого маркера, что позволяет находить и узнавать этот сегмент, а также проводить с ним различные манипуляции (Хавкин, 1997).

В последние два десятилетия были сделаны крупные открытия в области структурно-функциональной организации генома растений. Выделены кластеры и повторяющиеся последовательности ДНК, мобильные элементы и структурные гены, кодирующие различные биохимические и морфологические признаки.

Показано мозаичное строение структурных генов; исследованы генетические механизмы устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам. Значительно усовершенствованы существующие и созданы новые методы выделения и изучения белков, нуклеиновых кислот (Созинов, 1985). Последние достижения современной биологии позволили также разработать новые «маркерные технологии». Сейчас наиболее перспективным считается молекулярное маркирование, основанное на полиморфизме белков и нуклеиновых кислот. Согласно современным представлениям, любая субстанция, претендующая на роль маркера, должна удовлетворять ряду требований: высокий уровень полиморфизма; кодоминантный характер наследования; нейтральное поведение в отношении фенотипа; оптимальный уровень частоты встречаемости в геноме для решения конкретных задач; равномерное распределение в геноме по хромосомам; легкая оценка параметров маркера; возможность автоматизации оценки параметров маркера; высокая воспроизводимость оценки маркера (Конарев, 1998).

**Белковые маркеры.** Теоретически любой полипептид может служить маркером кодирующего его гена (Созинов и др., 1993). Современные методы разделения и идентификации белков (электрофорез, изоэлектрофокусирование, гельфилтрация, иммуноэлектрофорез и др.) позволили получить достоверную информацию о разнообразии белковых молекул, а, следовательно, и о различии генотипов. В качестве маркеров для решения разных проблем генетики и селекции широко используются две основные группы белков – ферментные системы и запасные белки семян (клубней).

Семя - это фиксированная фаза онтогенеза. Запасные белки семян остаются неизменными часто в течение многих лет. Удавалось получать удовлетворительные спектры запасного белка проламина для семян пшеницы и ячменя, хранившихся при комнатной температуре свыше 110 лет (Конарев, 1998). Необходимо отметить высокую воспроизводимость результатов электрофореза и хроматографии запасных белков. Серьезным достоинством этих маркеров является и достаточно полная изученность генетики и биохимии запасных белков семян и клубней у большинства широко культивируемых видов растений; простота и дешевизна работы с этими объектами, возможность стандартизации методов оценки белковых маркеров (Конарев, 1983).

Из запасных белков наиболее изучены и широко используются в качестве маркеров проламины злаков, в частности глиадины пшеницы (Конарев, 1983; Созинов, 1985; Созинов, Жемела, 1983). Мягкая яровая пшеница (*Triticum aestivum*) и ячмень (*Hordeum vulgare*) являются наиболее изученными в области полиморфизма запасных белков глиадин и гордеина. Семена злаковых содержат сложную группу белков, различающихся между собой по составу, свойствам и функциям. Глиадины и глютенины были названы клейковинными белками, так как они играют ведущую роль в формировании клейковины, уникальные свойства которой определяют технологические, пищевые и вкусовые достоинства пшеничного хлеба. Запасные белки пшеницы интенсивно синтезируются в период созревания семян и в основном накапливаются в электронно-плотных белковых тельцах, величина которых колеблется от 1 до 15  $\mu\text{m}$  (Graham et al., 1963).



Глиадин характеризуется очень высоким содержанием аминокислот глутамина и пролина, которые обеспечивают азотом и энергией прорастающий зародыш. Они являются важным элементом многих метаболических процессов, где осуществляется биосинтез аминокислот. По физико-химическим свойствам глиадин можно разделить на две группы. В первую группу входят  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -глиадины, молекулы которых включают серосодержащие аминокислоты и формируют третичную структуру белка за счет образования внутримолекулярных связей. Ко второй группе относятся  $\omega$ -глиадины, практически лишенные серосодержащих аминокислот. Важная особенность глиадина – почти полное отсутствие межмолекулярных связей. Молекулярный вес  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -глиадина лежит в пределах от 32 до 42 кД (Коваль, 1999).

**Молекулярные маркеры.** Разработка методов молекулярной генетики в последнее десятилетие привела к появлению нового класса молекулярных маркеров – фрагментов ДНК, соответствующих нуклеотидным последовательностям, которые входят непосредственно в структуру генов хозяйственно ценных признаков или сцеплены с этим геном. Число ДНК-маркеров во много раз превосходит количество локусов изоферментов и запасных белков. Кроме того, проявление таких молекулярных маркеров нейтрально по отношению к фенотипу, не является тканеспецифичным, и их можно обнаружить на любой стадии развития растений. Появление ДНК-маркеров радикально изменило методы оценки генетического разнообразия растений, паспортизации и классификации сортов, картирования и определения физической природы генов, интрогрессии новых генов и генетического мониторинга в селекции и семеноводстве (Хавкин, 1997). В настоящее время существует много современных методов применения фрагментов ДНК в качестве генетических маркеров, среди которых можно выделить два основных: анализ полиморфизма длины рестрикционных фрагментов (restriction fragment length polymorphism – RFLP) и анализ полиморфизма фрагментов, полученных на основе цепной реакции полимеризации (polymerase chain reaction - PCR).

RFLP: Для анализа полиморфизма по длине рестрикционных фрагментов выделенная из растительных тканей ДНК «разрезается» специфичными бактериальными ферментами рестриктазами. Каждый из них производит рассеечение (рестрикцию) молекулу ДНК в месте стыковки определенных сочетаний нуклеотидов. Применение на одном препарате ДНК нескольких рестриктаз позволяет получить небольшие фрагменты, размеры которых в каждом случае зависят от генетических особенностей организма. Подбирая количество и сочетание рестриктаз можно получить большой (и специфический для данной группы организмов) спектр фрагментов ДНК.

Фрагменты рестрикции разделяют электрофорезом в геле, переносят на нейлоновую мембрану, «проявляют» путем гибридизации с радиоактивными зондами (фрагментами ДНК размером 500-2000 оснований) и затем анализируют по положению полос на радиоавтографах. В качестве зондов могут служить случайные продукты рестрикции геномной ДНК, однако чаще всего используют специально отобранные клоны уникальных и редко повторяющихся последовательностей ДНК. Подобно белковым маркерам, RFLP-маркеры кодоминантны, что позволяет различать гомо- и гетерозиготы (Хавкин, 1997). В этом состоит важное отличие их от морфологических маркеров.

Основные преимущества RFLP-анализа заключаются в его универсальности и высокой воспроизводимости. Однако главное достоинство RFLP-маркеров – возможность определить положение маркируемых генов хозяйственно ценных признаков на молекулярных картах. Такая локализация генов предполагает предварительное составление молекулярных карт для конкретных популяций растений и связана с необходимым нанесением на карту нескольких сотен RFLP-зондов, что требует больших затрат труда и ресурсов. Эта работа является подготовительным этапом для клонирования ценных генов и последующего переноса их в другие сельскохозяйственные культуры.

PCR: Цепная реакция полимеризации позволяет усиливать (амплифицировать) с помощью специфических ферментов-полимераз участки генома, которые соответствуют случайно или предварительно выбранным затравочным последовательностям ДНК (праймамерам). PCR-маркеры различаются длиной амплифицированной последовательности. В сравнении с RFLP-анализом, этот метод требует выделения значительно меньших (порой на три порядка) количеств ДНК из растительных тканей. Однако последняя должна быть свободна от загрязнения ДНК грибов и бактерий. Благодаря простоте и доступности для любой молекулярно-генетической лаборатории PCR-технологии произвели в последние 5 лет настоящий переворот в области применения молекулярных маркеров в генетике и селекции растений (Хавкин, 1997).

В зависимости от природы праймеров и способа идентификации продуктов амплификации различают несколько видов PCR-анализа. Первым появился метод случайно выбранных последовательностей ДНК (randomly amplified polymorphic DNA – RAPD), в котором используют стандартные наборы праймеров, продукты амплификации разделяют электрофорезом и окрашивают. Варианты RAPD различаются длиной праймеров, соотношением праймер/ДНК-матрица и гелем для разделения продуктов амплификации. Для RAPD-анализа требуется минимальное количество ДНК (10 нг на реакцию) и не нужно заранее знать, какие именно последовательности ДНК предстоит амплифицировать. Метод очень прост в исполнении, хотя и требует строгой стандартизации условий амплификации.

Молекулярно-генетические маркеры применяются в генетике, селекции и семеноводстве для идентификации сортов и генотипов, в определении сортовой чистоты, что имеет большое значение в процессе создания сортов и при их размножении, поскольку различия между сортами по морфологическим признакам далеко не всегда достаточно четкие. На этом основана идея использования молекулярно-генетических маркеров для идентификации сортов (Мережко, 1994; Митрофанова, 2012; Созинов, 1985). Наиболее удобными маркерами сортовой идентификации злаков оказались запасные белки. При идентификации районированных сортов пшеницы, как правило, достаточно исследовать спектр запасного белка глиадина (Созинов, Жемела, 1983).

**ДНК-маркеры** — фрагменты ДНК, соответствующие нуклеотидным последовательностям, которые входят в структуру агрономически важного гена или сцеплены с ним. Применение ДНК-технологий позволяет существенно расширить возможности традиционной селекции растений. Проявление молекулярных маркеров нейтрально по отношению к фенотипу, не является тканеспецифичным,

и их можно обнаружить на любой стадии развития растений. Методы ДНК-генотипирования и селекции при помощи молекулярных маркеров (marker assisted selection - MAS) позволяют ускорить перенос хозяйственно ценных генов в процессе селекции и обеспечить создание новых сортов с целым комплексом заданных свойств (Хавкин, 2003). Все чаще применяются ДНК-технологии в селекции, охране авторских прав селекционеров и защите продукции растениеводства от возможной фальсификации. Только анализ ДНК, который напрямую характеризует геном, а не его фенотипические проявления, может дать устойчивые характеристики растения, практически пригодные для идентификации генотипов, регистрации сортов и маркирования хозяйственно ценных генов и признаков.

Белковые и ДНК-маркеры сейчас используются для оценки генетических различий между образцами разного географического происхождения, культурными и дикорастущими формами, а также и для анализа родства видов, ревизии схем филогении и происхождения геномов (Конарев, 1998). Еще в 1970-е годы во Всероссийском институте растениеводства им. Н.И. Вавилова с помощью иммунохимических методов были получены данные, которые заставили по-новому взглянуть на происхождение геномов мягкой и твердой пшеницы. С помощью RAPD-анализа была проведена генетическая дифференциация 316 образцов культурного и дикорастущего ячменя различного происхождения. Полученные данные позволили разделить изученные сорта и популяции на три основные группы, которые, очевидно, отражают основные тенденции в эволюции и географическом распространении культурных форм ячменя, а также установить принадлежность этих групп мировым центрам разнообразия культурных растений и современной эколого-географической классификации ячменя (Конарев, 1998).

Одной из задач прикладной генетики является исследование природы сложных признаков: адаптивности, устойчивости к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам, качества урожая и продуктивности. Значительное место среди этих методов принадлежит молекулярно-генетическим маркерам (Конарев, 1994). Сейчас твердо установлено наличие связи между аллельным состоянием локусов глина и такими количественными признаками пшеницы, как технологическое качество зерна, зимостойкость, засухоустойчивость, продуктивность.

Большие надежды в маркировании и картировании хозяйственно ценных признаков возлагаются на ДНК-маркеры. Наибольшие успехи в этой сфере достигнуты с помощью RFLP-маркеров. Во многих лабораториях мира ведется картирование локусов таких важнейших агрономических признаков, как особенности строения растения, скорость развития (раннеспелость), продуктивность и качество урожая. Применение молекулярно-генетических маркеров значительно расширило возможности оценки генов устойчивости к неблагоприятным факторам. Среди множества примеров успешного использования ДНК-зондов в селекции зерновых, плодовых и овощных культур на устойчивость к болезням и вредителям наиболее выдающимися считаются картирование генов устойчивости к париккуляриозу риса, фитофторозу картофеля, серой пятнистости листьев кукурузы, бурой ржавчине пшеницы, бактериальному увяданию томатов, нематоды сои (Хавкин, 1997).

В последние годы в мире активно развиваются исследования в области поиска генов солеустойчивости, ведутся исследования по созданию солеустойчивых форм сельскохозяйственных культур. Эти работы чрезвычайно актуальны для стран, расположенных в аридных и полуаридных зонах земледелия, таких как Саудовская Аравия, Австралия, Центральная Азия и др. Отбор солеустойчивых образцов проводится из мировой коллекции семян. Исследования проводят по локализации генов солеустойчивости на хромосомах, для чего создаются межвидовые гибриды и замещенные линии. Целью этих работ является повышение продуктивности растений для получения пищи, сырья и энергии в зонах с дефицитом влаги. Использование устойчивых к засолению генотипов позволит вовлечь в сельскохозяйственную практику новые земли и снизить потери урожая от неблагоприятных климатических условий.

На долю пшеницы как одной из важнейших зерновых культур в мире приходится почти одна четверть мирового пищевого продукта. Генетический потенциал продуктивности мягкой пшеницы в настоящее время практически исчерпан. В основном, культурные сорта пшеницы (особенно твердой) не обладают устойчивостью к засолению. Поэтому работы в области изучения механизмов повышения солеустойчивости пшеницы чрезвычайно актуальны, т.к. имеют практическое значение. Одним из путей для решения подобных задач может быть расширение арсенала методов повышения генетического разнообразия за счет применения культивируемых клеток растений. В настоящее время методами клеточной селекции уже созданы новые солеустойчивые формы люцерны, риса, томатов и других растений. Повышение устойчивости растений пшеницы к абиотическим стрессам позволит сократить потери урожая от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды.

Солеустойчивость у гексаплоидной пшеницы *Triticum aestivum* (геном AA BB DD) контролируется множеством генов, проявляющихся как на клеточном уровне, так и на уровне целого растения. В работах Gotham с соавторами (1987) показано, что за контроль целого организма над транспортом ионов натрия в надземную часть побега у гексаплоидных пшениц отвечают гены, расположенные в длинном плече хромосомы 4D. Тетраллоидные пшеницы (*Triticum durum* L.), обладающие геномом AABB, лишены организменного механизма противостояния солевому стрессу вследствие отсутствия D генома. В этом случае на передний план выходят клеточные механизмы устойчивости. Поэтому изучение влияния солевого стресса на рост клеток твердых и мягких пшениц и селекция устойчивых к засолению клеточных линий с последующей регенерацией измененных растений приобретает не только теоретическое, но практическое значение.



## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РАСТЕНИЙ

Современные способы ведения сельского хозяйства, приводящие к повышению концентрации парниковых газов в атмосфере, опустыниванию и деградации почв, сокращению площади лесов и ускорению процесса исчезновения биоразнообразия, в значительной степени негативно влияют на окружающую среду и наносят невосполнимый вред экологии. Генетические ресурсы растений служат основой для его качественного улучшения, обеспечивают продовольственную и биоресурсную безопасность государства. Однако именно их исчезновение происходит с угрожающей скоростью. Генетическая эрозия местами достигает 20-35% известного растительного разнообразия. По данным экспертов ФАО, около 75% мирового генетического разнообразия сельскохозяйственных культур утрачено в течение XX столетия. Так, в США 97% сортов, зарегистрированных в старых Государственных реестрах Департамента Сельского Хозяйства США, уже утеряны, в Германии утрачено 90% исторического разнообразия культурных растений, в Италии 70% староместных сортов исчезло навсегда. За последние 50 лет генетически унифицированные современные сорта заменили тысячи староместных, адаптированных к условиям среды своего возделывания (World Development Report, 1998). Мировое видовое растительное разнообразие насчитывает по разным оценкам от 250 тыс. до 270 тыс. видов высших растений, и только 7 тыс. из них используются мировым сообществом для обеспечения жизнедеятельности. Всего 15 сельскохозяйственных культур обеспечивают 90% энергетической пищевой потребности человечества. Главные из них - рис (26%), пшеница (23%) и кукуруза (7%) (Fowler, Hodgkin, 2004). Большая часть растительного богатства планеты не изучена и, согласно теории Н.И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений, произрастает на территориях развивающихся стран. Сегодня настало именно то время, о котором в конце 1920-х годов писал Н.И. Вавилов (1987): "Только путем установления международного общения, путем международной организации научных исследований можно будет подойти вплотную к изучению этих интереснейших и важнейших очагов сосредоточения генов (культурных растений)".

Начиная с середины 1980-х годов, под эгидой ООН был разработан и принят ряд конвенций и соглашений межправительственного уровня с целью максимального снижения угрозы глобального экологического кризиса, обеспечения продовольственной и биоресурсной безопасности стран и целых регионов, а также сохранения и устойчивого использования генетических ресурсов на благо человечества. Важнейшими из них являются: Конвенция о биологическом разнообразии (КБР, 1992 г.; подписана 180 странами); Глобальный план действий по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений (ГПД, 1996 г.; принят 146 странами); Международный Договор по генетическим ресурсам растений для продовольствия и сельского хозяйства (МД, 2004 г.; ратифицирован 150 странами и ЕС). Они представляют особую важность для стран мира, объединяя их усилия в деле эффективного решения проблем сохранения агроборазнообразия и использования его компонентов для устойчивого ведения сельского хозяйства, снижения уровня нищеты, повышения благосостояния населения планеты и обеспечения его качественными продуктами питания. Эти международные соглашения устанавливают юридическую ответственность государств за сохранение биоразнообразия на их территории и предоставляют им легальную основу сотрудничества на основе проработанных механизмов взаимодействия.

В то же самое время уровень востребования гермоплазмы из коллекций резко возрос. В первую очередь это объясняется бурным развитием биотехнологии, установлением прав интеллектуальной собственности (ИС) на биопродукцию, ускорением темпов приватизации селекционных организаций, ужесточением конкурентной борьбы на мировом рынке продуктов питания. Ключевое место в решении задач стратегии может и должен занимать национальный генбанк, роль которого в условиях глобализации выходит за рамки лишь хранения национального генофонда генетических ресурсов в условиях *ex situ*. Такой генбанк, получив от правительства специальный статус Национального центра генетических ресурсов агробиоразнообразия несет ответственность не только за долгосрочное сохранение национального достояния, но и за соблюдение национальных интересов в области контроля за продвижением генетических ресурсов.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РАСТЕНИЙ ТАДЖИКИСТАНА

Области максимального разнообразия, включающие ряд эндемичных форм и признаков, по Вавилову, обычно и являются центрами формообразования. Н.И. Вавилов показал, что в центрах происхождения культурных растений, где обнаруживаются интенсивные формообразовательные процессы, проявляют себя преимущественно доминантные признаки. Рецессивные же признаки, с которыми нередко связаны и ценнейшие качества растений, могут устойчиво проявить себя, лишь выйдя за пределы этих центров, где они не будут подавляться и маскироваться признаками доминантными. Помимо основной географической закономерности эволюционного процесса, Н.И. Вавилов раскрыл целый ряд правильностей в распределении и отдельных групп, видов и разновидностей растений на земном шаре. Например, флора Европы очень бедна видами древесных растений, в то время как Кавказ, горные и предгорные районы Средней Азии богаты их разнообразием (Вавилов, 1931). Результаты географического анализа показали, что максимальное число видов данных секций сосредоточено в центральной и восточной частях ареала рода, а именно – в Закавказье, в Юго-Западной Азии и Средней Азии. В Закавказье произрастает максимальное разнообразие подвидов, разновидностей и форм, описанных у видов *A. tauschii* и *A. cylindrica*. Это достоверно свидетельствует о том, что в Закавказье находится центр их формообразования. Вероятно, в Средней Азии находится вторичный центр формообразования данных видов, а для *A. tauschii* он захватывает еще и север Афганистана.

Древняя земледельческая культура населения Таджикистана способствовала созданию многочисленных сортов окультуренных растений и пород домашних животных на основе генофонда диких сородичей, в первую очередь, местных видов. В настоящее время в Таджикистане возделываются более 85 видов и 360 сортов и гибридов культурных растений различного назначения. Основные зоны агроэкосистем расположены ниже 3000 м над у. м и по условиям увлажнения осадками подразделяется на две подзоны: подзона богарного (неполивного) земледелия и подзона, где земледелие возможно при орошении. Таджикистан на сегодняшний день имеет подробный список видов растений, составляющий более 9 тыс. наименований видов растений. Согласно национальному учету, флора Таджикистана включает 9771 видов растений, 650 видов растений являются эндемиками, 1000 видов – дикие сородичи культурных растений, 226 видов занесены

в Красную книгу Таджикистана. Национальным кадастром флоры является изданная книга «Флора Таджикистана» в 10 томах (1957-1991), где приводится видовое разнообразие растительного мира Таджикистана. В этом каталоге представлено унифицированное описание растений Таджикистана, с указанием мест обитания видов, иллюстрации большинства видов и карты распределения всех таксонов. Установлена национальная целевая задача по охране и рациональному использованию редких видов. Принят Закон об охране растений (1994). Издана Красная Книга Таджикистана (1988). Таксономия страны представлена в нескольких публикациях: «Флора Таджикистана» в 10 томах (1957-1991), «Фауна Таджикистана» в 20 томах (1960-1988), «Определитель сосудистых растений Таджикистана» (1999), а также в публикациях по птицам (Фауна Таджикистана/Птицы том 19 1, 2, 3 части (1971, 1973, 1977), рыбам, насекомым в палеонтологии и млекопитающим. Эти публикации описывают около 10 тысяч видов растений и около 13,5 тысяч видов животных.

Таджикистан обладает очень богатым биоразнообразием (Сафаров, 2005). Принимая во внимание уникальность флоры и фауны страны, большое количество редких, реликтовых и эндемичных видов, богатый генетический фонд диких сородичей культурных растений и домашних животных, а также традиционно высокий уровень их применения в различных секторах, сохранение *in-situ* рассматривается Правительством Таджикистана как изначальная гарантия устойчивого использования биоразнообразия страны. С этой целью в стране создана сеть особо охраняемых природных территорий, состоящая из 4 заповедников, 14 заказников, 1 национального и 1 историко-природного парка. В 1992 году в восточной части страны был создан Национальный парк для охраны различных типов ландшафта (высокогорные пустыни, ледники, озера, арчовые леса, горные степи и альпийские луга). В 1993 году в стране был создан Ширкентский природный исторический парк для защиты и сохранения древних культурных ландшафтов, уникальных скал, следов динозавров и арчовых лесов. Национальная Стратегия по сохранению и рациональному использованию биоразнообразия четко определяет основные политические вопросы в этом направлении. Наиболее важными среди них являются:

- развитие национальной и региональной сети особо охраняемых территорий;
- развитие национальной и региональной экологической сети, которая может быть интегрирована в Европейско-азиатскую сеть;
- реализация мер по защите редких и эндемичных видов флоры и фауны, переиздание Красной книги Таджикистана;
- разработка и улучшение существующей законодательной базы по сохранению биоразнообразия и регулированию антропогенного воздействия;
- интегрирование требований сохранения биоразнообразия в секторальные политики и проекты.

Таджикистан обладает огромным потенциалом генетических ресурсов, включая уникальную генетическую коллекцию. Генетическая коллекция зерновых и дикорастущих видов флоры: зерновые, зернобобовые и технические культуры – 1,5 тыс. сортообразцов, плодово-ягодных культур – 10 тыс. сортообразцов, которые хранятся в различных научных и образовательных учреждениях (национальный гербарный фонд включает около 350-400 тыс. образцов растений современной флоры).

Основными держателями генетических коллекций являются следующие учреждения: Ботанический сад Академии Наук, различные отделы Таджикской Сельскохозяйственной Академии, которые содержат ряд генетических коллекций деревьев и кустов, побегов фруктовых деревьев, медицинских трав, редких и находящихся под угрозой исчезновения видов и т.д. Основные генетические виды сельскохозяйственных флористических видов, трав, картофеля, различных фруктов, технических растений собраны в различных научных институтах Таджикской Академии сельскохозяйственных наук. Генетическая коллекция плодово-ягодных культур составляет около 10 тыс. сортообразцов абрикоса, яблони, алычи, миндаля и др. (содержатель НПО «Богпарвар» ТАСХН); зерновые, зернобобовые и технические культуры, картофель – 1.5 тыс. сортообразцов (содержатель Институт физиологии растений и генетики АН РТ) и 2.2 тыс. (НПО «Зироат» ТАСХН).

**Национальный центр генетических ресурсов.** Международный институт в системе КГМСХИ - ИКАРДА оказывал содействие региону ЦАЗ, в том числе Таджикистану, по созданию Центров генетических ресурсов растений. В 2001 г. был создан Центр ГРР Таджикской академии сельскохозяйственных наук, головной организацией Центра ГРР был НПО «Зироаткор» ТАСХН (Ныне Институт земледелия). Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 29.12.2006, № 791 был создан Национальный республиканский центр генетических ресурсов ТАСХН.

Национальный республиканский центр генетических ресурсов определяется научно-техническими и селекционно-генетической направлениями, перспективными планами, утвержденными Таджикской Академией сельскохозяйственных наук. На Национальный республиканский центр генетических ресурсов возложены следующие задачи:

- сбор, изучение и сохранение генетических ресурсов всех видов сельскохозяйственных культур и их диких сородичей, произрастающих в Республике Таджикистан;
- сбор, изучение и сохранение уникальных, редких, ценных, исчезающих, малораспространенных сортообразцов зерновых, зернобобовых, кормовых, масличных, плодовоовощных, винограда, лекарственных растений и технических культур;
- выявление местонахождения и документирование местных стародавних сортообразцов плодовых культур и лекарственных растений;
- создание базы данных по сельскохозяйственным культурам и обеспечение новой технологии информационной системы;
- регенерация собранных сортообразцов в лабораторных и полевых условиях; определение всхожести семян, размножение и сохранение семян в генбанке;
- рекомендация сортообразцов по хозяйственно ценным признакам как источник исходного материала для селекционно генетических целей;
- организация коллекционно-показательных участков из числа уникальных, редких, ценных, исчезающих, малораспространенных сортообразцов плодовых культур, винограда и их диких сородичей.

Основная сфера деятельности: зерновые, зернобобовые, кормовые, технические,

масличные, лекарственные, дикие сородичи зерновых и зернобобовых, плодоводство, виноградарство, питомниководство, овощеводство, бахчеводство, картофелеводство, защита растений от вредителей и болезней.

**Институт садоводства и овощеводства.** История Института садоводства и овощеводства начинается с 1932 года. В это время согласно Постановлению СНК Таджикской ССР в Ходженском районе был создан НИИ плодоягодного и овощного хозяйства (НИИПВОХ). Пройдя ряд реорганизаций и передислокации в г. Душанбе в 1956 году он получает название НИИ садоводства, виноградарства и субтропических культур им. И.В. Мичурина (ВНИИСС). В 1978 г. восстанавливают институт НИИ садоводства, виноградарства и овощеводства (ТНИИСВО). Согласно Постановлению Правительства Республики Таджикистана от 02 мая 2008 года №215 ТНИИСВО НПО «Богпарвар» переименовывают в Институт садоводства и овощеводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

Деятельность Института садоводства и овощеводства определяется научно-техническими и производственными направлениями, перспективными планами, утвержденными Таджикской Академией сельскохозяйственных наук. На Институт садоводства и овощеводства возлагаются следующие задачи:

- разработка и углубление научных исследований по отраслям садоводство, виноградарство, овощеводство и картофелеводство, с учетом природно-экономических условий зон республики, повышение эффективности исследований;
- выведение новых высококачественных и высокоурожайных, устойчивых к вредителям и болезням, а также неблагоприятным климатическим и почвенным условиям, сортов плодовых, винограда, овощных культур и картофеля;
- выращивание посадочного материала плодовых и винограда, высококачественных семян овощных и бахчевых культур;
- участие в разработке вопросов усиления производства, межхозяйственной кооперации и агропромышленной интеграции по садоводству, виноградарству, овощеводству и картофелеводу;
- разработка и совершенствование научных, научно-технических предложений и прогнозов по развитию садоводства, виноградарства, овощеводства и картофелеводства республики;
- выполнение заданий по производству и реализации растениеводческой продукции.

Основная сфера деятельности: плодоводство, виноградарство, питомниководство, овощеводство, бахчеводство, картофелеводство, защита растений от вредителей и болезней.

**Памирская опытная сельскохозяйственная станция.** Памирская опытная сельскохозяйственная станция основана в 2003 году при Таджикской Академии сельскохозяйственных наук при поддержке Хукумата ГБАО и MSDSP AKF.

Деятельность Памирской опытной сельскохозяйственной станции определяется научно-техническими и селекционно-генетическими направлениями, перспективными планами, утвержденными Таджикской Академией сельскохозяйственных наук.

На Памирскую опытную сельскохозяйственную станцию возлагаются следующие задачи:

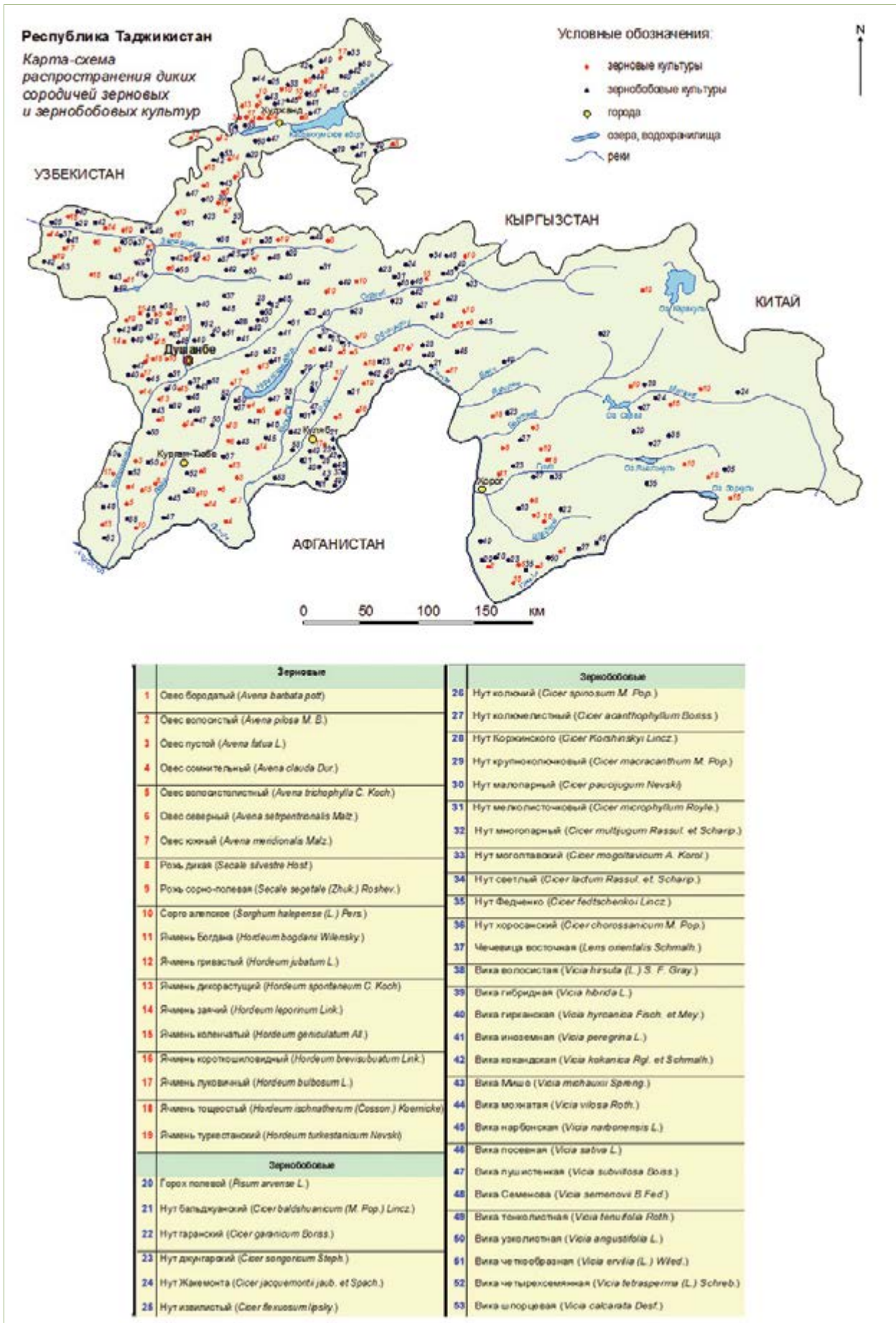
- испытание местных и индуцированных сортов зерновых культур на продуктивность и устойчивость к болезням и вредителям в условиях Горного Бадахшана;
- разработка и совершенствование технологии возделывания садов, выращивания посадочного и посевного материала плодовоощных культур и картофеля в ГБАО;
- разработка научно-производственной системы развития яководства;
- рекомендация сортообразцов по хозяйственно ценным признакам как источник исходного материала для селекционных целей;
- организация коллекционно-показательных участков из числа ценных сортообразцов плодовых и зерновых культур, а также картофеля.

Основная сфера деятельности: животноводство, зерновые, зернобобовые, плодоводство, питомниководство, овощеводство, картофелеводство, защита растений от вредителей и болезней.

В горных районах Таджикистана обитает 0.66% мирового разнообразия животных и 1.8% растений, включая диких сородичей домашних животных и культурных растений. Таджикистан также обладает богатым генофондом видов, которые являются потенциальным ресурсом для создания высокопродуктивных и стойких культурных сортов декоративных растений, лекарственного, ароматического и технического сырья. Богатство биоразнообразия проявляется на генетическом, видовом, популяционном, биоценотическом и экосистемном уровнях, здесь много реликтовых и эндемичных видов. При этом большинство компонентов уязвимо к воздействию антропогенных факторов. На территории современного Таджикистана произрастает более 9 тысяч видов споровых и цветковых растений. Местность в основном горная, пахотные земли скудные.

Некоторые местные виды растений введены в культуру и хорошо адаптированы к условиям их среды обитания и составляют неоценимые генетические ресурсы как для национальных, так и для международных сообществ. Генофонд зерновых, зернобобовых, масличных культур составляет около 3 тыс. образцов, из них пшеницы - 510 образцов, ячменя - 500, ржи - 115, овса - 60, нута - 500, чечевицы - 80, сои — 46, арахиса — 8, кукурузы – 234 образца (Рис. 11.1).

Рис. 11.1. Дикие сородичи зерновых и зернобобовых культур в Таджикистане



Коллекция сортообразцов тонковолокнистого хлопчатника насчитывает более 600 различных разновидностей и сортообразцов, которые проходили испытания во всех экологических зонах Таджикистана. В коллекции субтропических культур имеются 7 сортов ореха пекани, 30 сортов миндаля, 46 - унаби, 43 - инжира и большое разнообразие хурмы, фисташек, облепихи, фундука, плодового туютника. Ведется селекционная работа с цитрусовыми культурами – лимоном, апельсином, мандарином. Бахчевые культуры представлены в основном дынями, арбузами и тыквой. На Памире выявлено более 43 разновидностей мягких пшениц, 16 из которых относятся к безлигульным формам. В условиях Памира в питомниках и ботанических коллекциях находятся свыше 20 тыс. видов и сортов растений. В коллекции Памирского ботанического сада имеется более 40 сортов яблони, 38 - абрикоса, 15 - груши, 14 - персика, 20 - шелковицы, различные сорта садовой земляники, малины, смородины, крыжовника и других культур. Общее количество коллекции сортов, гибридов и различных форм хлопчатника, зерновых, зернобобовых, масличных, плодовых, овощных, субтропических, цитрусовых и ягодных, других культур составляет более 32 тысяч местных и завезенных образцов. Однако в последние годы из-за социально-экономических затруднений слабо пополняются коллекционные материалы, в неудовлетворительном состоянии находятся селекционные станции, опытные участки, питомники, ботанические сады и др. Это повышает угрозу потери национального богатства генофонда биоразнообразия.

Некоторые исследования в области сельского хозяйства проводятся в рамках проектов и грантов международных финансовых институтов, таких как ФАО, Немецкая агроакция, АБР, МВФ, ГЭФ, ВБ, ИКАРДА и др. Особое внимание уделяется созданию региональных сетей по определенным культурам с тем, чтобы поддержать научные связи и обмен гермоплазмой. При поддержке доноров в Таджикистане ведутся широкие поиски новых нетрадиционных форм зерновых, кормовых культур, корнеплодов, плодовых и ягодных культур для ведения в земледельческую практику страны. Идут работы по селекционной программе выведения перспективных сортов хлопчатника, зерновых, зернобобовых, масличных культур и кукурузы. Опытные станции ведут исследования по изучению коллекции 1400 плодовых культур и винограда, из которых 190 сортов абрикоса, 67 - персика, 125 - яблони, 76 - груши, 110 - ореха, 50 - гранат, 350 - винограда и др. Расширяются научно-исследовательские работы по селекции и семеноводству картофеля. Проводятся экологические испытания более 70 сортообразцов и клонов картофеля. Испытаны более 1000 образцов пшеницы, в том числе 300 сортообразцов местного происхождения. Селекционно-семеноводческая работа ведется по луку, чесноку, моркови, помидорам, капусте, перцу сладкому и острому, огурцам, баклажанам, редису, репе, редьке и др.

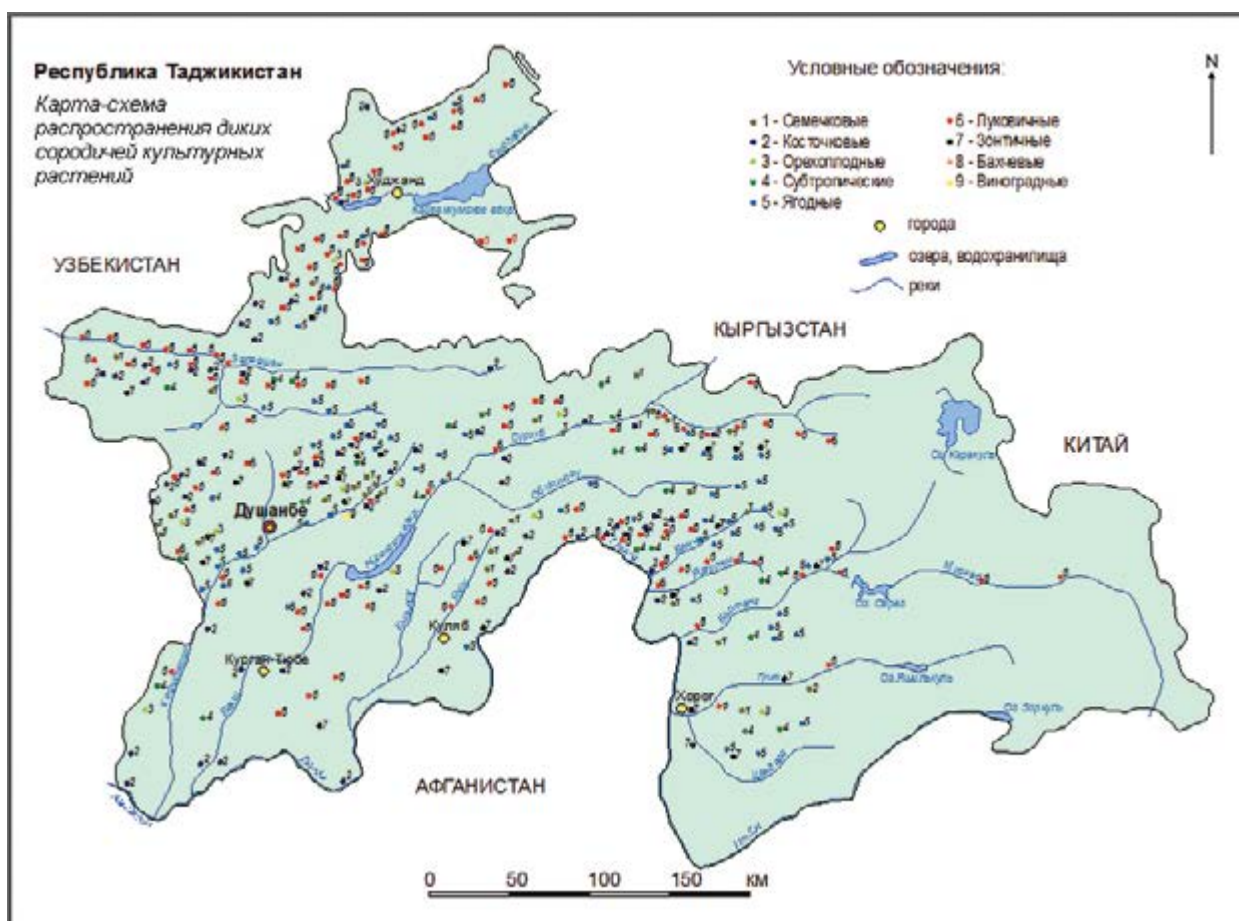
Центральная Азия является одним из пяти важнейших центров происхождения культурных растений и богата видовым и внутривидовым разнообразием многих всемирноизвестных плодовых культур (Рис. 11.2). Такие культуры, как яблоня, абрикос, орех грецкий, виноград, персик, гранат и миндаль с древних пор выращиваются на приусадебных участках и в фермерских хозяйствах (*in situ* / *on farm*) региона, в то время как их диких сородичей по-прежнему можно обнаружить в их естественной среде обитания (*in situ*). Южное положение Таджикистана, его засушливый климат, сходный во многих отношениях со средиземноморским субтропическим



и чрезвычайно варьирующий в силу вертикальной зональности, обуславливает, в одной стороны, весьма характерные экологические и биологические особенности плодовых растений (их светолюбие, засухоустойчивость, гетероритмичность), а с другой стороны – своеобразную структуру образуемых ими насаждений. Как полагает Н.И. Вавилов (1935), именно здесь находится родина многих ныне культивируемых плодовых.

Плодовые растения проникли в хозяйство человека, несомненно, очень давно. По-видимому, возникновение первичных очагов пловодческой культуры связано с реликтивными островами третичных лесов, где человек находил для себя более благоприятные климатические условия, добывал обильную пищу за счет диких растений, в частности, плодовых. История многих из них исчисляется тысячелетиями; возможно, что возделывание плодовых началось раньше, чем многих других растений, в том числе хлебных.

*Рис. 11.2. Дикие сородичи культурных растений в Таджикистане*



Среди литературного наследия А. Регеля (Запрыгаева, 1964) особый интерес представляют работы по характеристике древесной и кустарниковой растительности. Уже в те далекие годы исследователь отмечал для Памиро-Алая огромное разнообразие диких плодовых и подчеркивал их значение для установления центров происхождения культурных растений. Исследования Б.А. Федченко, проведенные в Таджикистане (1925, 1937), также имеют большое значение для познания диких плодовых. Показав связь лесов Памиро-Алая с лесами Западного Тянь-Шаня, он подчеркивал огромное формообразование яблони,

имеющие большое значение при выяснении происхождения культурных сортов. Он подметил, что дикий виноград поднимается в горах на такую высоту, где культурные сорта уже не разводятся. В дальнейшем, в результате экспедиций в Дарваз русскими исследователями П.А. Барановым, И.А. Райковой, М.Г. Поповым в 1927-1930 гг. были описаны в этом изолированном очаге таджикской земледельческой культуры грецкий орех, яблоня, груша, слива, алыча и многие другие породы, были показаны границы их распространения на вертикальном профиле (Запрыгаева, 1964). По мнению М.Г. Попова, человеческие племена, обитавшие в таких своеобразных природных условиях, оказались в самой гуще процессов видообразования, у истоков «природного генофонда». Будучи составной частью лесов, плодовые окружали человека уже на заре земледельческой культуры. Путем отбора лучших форм из диких зарослей созданы многие местные сорта груши, яблони, особенно, граната и винограда. Обогащение сортимента плодовых шло одновременно за счет переноса из леса в сады семян дичков и последующего их облагораживания. Облагороженные деревья отличаются только несколько большими размерами плодов с более сочной и сладкой мякотью. Богатая природа Памиро-Алая – неисчерпаемый источник растительного биоразнообразия, где встречается изобилие диких плодовых, таких как фисташка, орех, миндаль, барбарис, смородина, карликовая вишня и другие породы. Они являются неисчерпаемым фондом для селекционных работ, направленных на выведение новых сортов плодовых, приспособленных к сухим и жарким низкогорьям, безводным и холодным высокогорьям Таджикистана. Помимо прямого использования диких плодовых, многие из них – орех, гранат, чилон и другие – являются лекарственными растениями, поэтому здесь заготовка сырья для препаратов лекарственного назначения может производиться в исключительно широких масштабах.

Сохранение существующего в регионе разнообразия плодовых культур и их диких сородичей имеет глобальную важность в обеспечении генетическими ресурсами всех групп пользователей в настоящее время и для будущего. Самый дешевый и перспективный путь повышения продуктивности растений – это развитие и внедрение высоких наукоемких технологий на основе использования генетических ресурсов, адаптированных к местным условиям произрастания, достижений молекулярной биологии и биотехнологии. На современном этапе развития сельскохозяйственного производства селекция как наука приобретает все большее значение, сорт становится могучим средством повышения урожайности полей, а разнообразие сортимента сельскохозяйственных культур – достижения продовольственной безопасности. Источниками ценного исходного материала для создания новых устойчивых и высокопродуктивных сортов плодовых культур и винограда является богатое разнообразие дикорастущих сородичей горных плодовых лесов Центральной Азии, признанных Н.И. Вавиловым одним из центров происхождения культурных растений.

Наличие в республике огромного видового, сортового и популяционного разнообразия плодовых культур и винограда позволяет вести широкие исследования по вовлечению их в селекционный процесс. Перед каждым селекционером стоит задача вывести новый сорт, приспособленный к местным условиям окружающей среды с высокими вкусовыми качествами плодов и с хозяйственно ценными признаками, как продуктивность, зимостойкость, засухоустойчивость, резистентность к вредителям и болезням и др. Чтобы выполнить столь важную

задачу, необходимо для гибридизации осуществить правильный подбор исходных родительских форм с положительными адаптационными признаками и свойствами как по фенотипу, так и по генотипу. Создание базы данных адаптационных признаков и хозяйственно-ценных свойств известных плодовых культур и винограда, имеет важное значение для дальнейшего улучшения существующего сортимента и увеличения производства фруктов в стране. С помощью направленной селекции можно добиться развития у растений наиболее хозяйственно-ценных биологических признаков, создания сорта для каждой почвенно-климатической зоны с разными сроками созревания, повышенной устойчивостью к болезням и вредителям и неблагоприятным климатическим условиям. В конечном счете, выведение нового сорта обеспечивает рост урожайности яблони, груши, абрикоса и винограда, экономию денежных и материальных средств. Поэтому важно разработать государственную селекционно-генетическую программу по созданию новых сортов плодовых культур и винограда с использованием местного разнообразия этих культур в качестве доноров хозяйственно-ценных признаков.

В работах таджикского исследователя Х.Н. Назирова (2011) отмечены возможности использования яблонь Сиверса в селекции в связи с их большим полиморфизмом, а также использования местных сортов непосредственно в производстве. Им были проведены исследования внутривидовой изменчивости яблони Сиверса по основным хозяйственно-ценным признакам и свойствам, таким как зимостойкость, засухоустойчивость, жаростойкость, устойчивость к болезням, урожайности. Было выделено более 120 форм и местных сортов яблони Сиверса, перспективных для использования в селекции и рекомендованы для закладки садов и лесопосадок в сухих горных районах Таджикистана и других республиках Центральной Азии. По результатам работ была составлена карта-схема распространения сортов и форм с учетом климатических условий местности. Коллекция дикорастущей (600 образцов) и местной форм яблони Таджикистана (220) находится в Файзабадской зональной опытной станции Института садоводства и овощеводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук (Таблицы 11.1-11.2, Рис. 11.3).

Другим примером местной флоры является фисташка настоящая *Pistacia vera* L. – одна из главных лесобразующих пород в предгорьях южного Таджикистана. Фисташники имеют важнейшее лесомелиоративное, водоохранное и почвозащитное значение. Исключительная засухоустойчивость, нетребовательность к почве, способность развивать глубокую корневую систему делает фисташку ценной культурой для Таджикистана с его засушливым климатом и горным рельефом. Как очень засухоустойчивая порода, фисташка может расти там, где не могут выращиваться никакие другие плодовые деревья (Савченко, 2010).

**Таблица 11.1. Места произрастания изученных дикорастущих форм и местных сортов яблони Сиверса в условиях Таджикистана, 1986-1998 гг.**

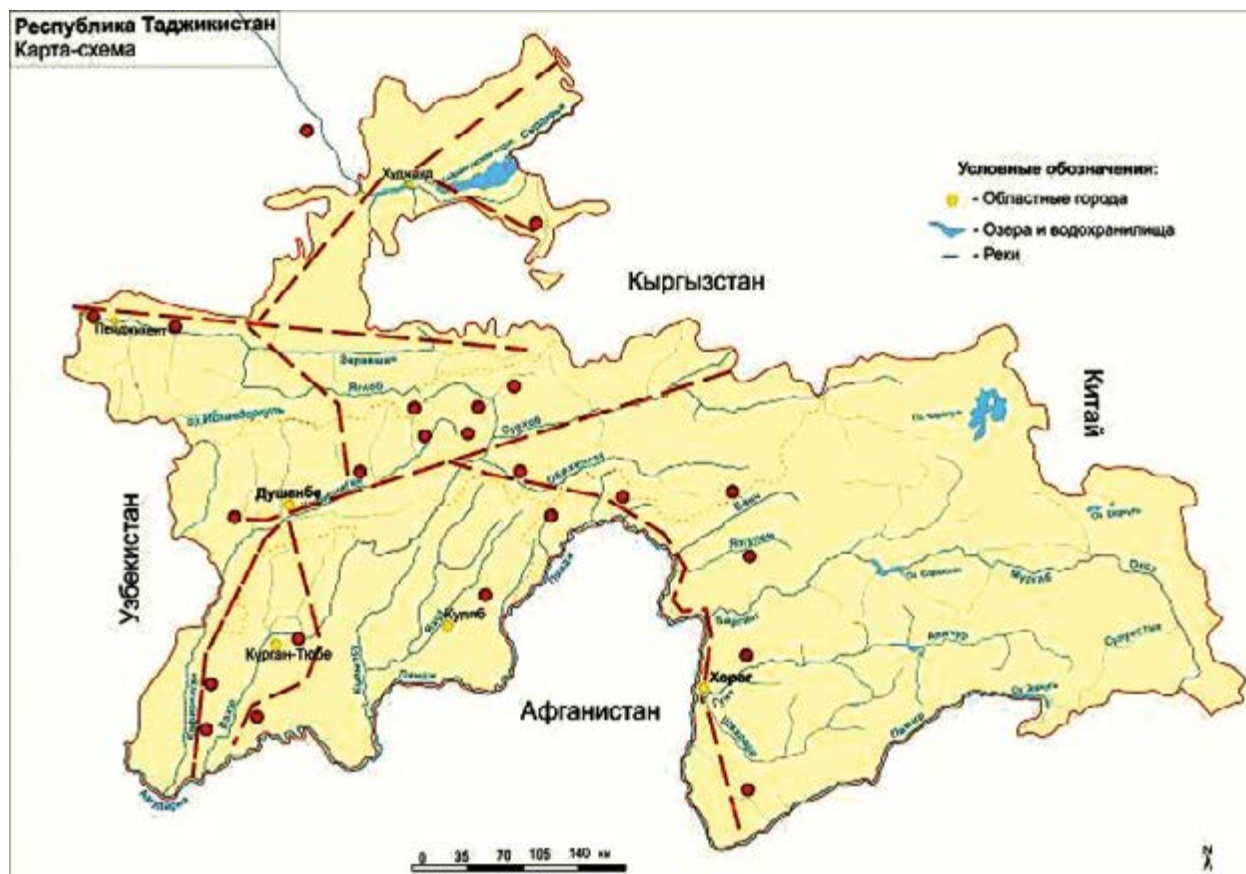
Район, популяция	Высота над ур. м., м	Перспективные формы и сорта
<i>Дикорастущие растения</i>		
Кафарниганский, Рамитская	1200-1350	Р – 29,72,81,104,207,233; Х- 23,26;27,30
Файзабадский, Файзабадская	1400-1600	ФЗОС–2,6,17,21,36; Ф – 7,143,149,154; ТХ–2; К –2; О – 2;
Гармский, Каратегинская	1650-1720	ГВ – 15,17,19,20,21; К –83,86; ЧМ – 12; Яхч – 4,75
Турсунзадевский, Каратагская	1750-1800	П – 88,285,320,351,404; СС – 34,62; ТБ – 7,21,42
Варзобский, Варзобская	1900-2420	А – 1,2,93; В – 1410,1425,1439; ХЗ – 8,34,54,71;
Айнинский и Пенджикентский, Зеравшанская	1400-2450	ЗР – 703,718,804; ИК– 301,313,354; РЗ – 42,64,81; ШГ – 202,693,815;
Муминабадский, Муминабадская	1700-2480	М – 12,64,72,92,97,131; Ш– 219,232,301,308,503,619;
Шурабадский, Дашти-Джумская	1920-2510	ДД – 17,33,78; Хч – 104; Ёл – 401,409,433,434,461,465;
Дарвазский, Дарвазская	2500-2900	Д–33,57; Вг – 98,107; Лр–121,148,174, 439; ЩД– 481,503; ПМ–1430,1436,1509
<i>Местные сорта</i>		
Кабодианский	430-460	Сурхак, Пешпазак, Джавпазак, Суманаксеб, Мохтоби.
Шаартузский	400-420	Саятсеб, Шакшакесеб, Гулдонесеб, Шакарсеб.
Гиссарский	860-880	Карсаксеб, Чарсаксеб, Ситорасеб, Тирамохи, Шохусайни, Сулаймони, Гулбандисеб, Хусни Юсуф.
Кафарниганский	950-1200	Гарма сочный, Зардсеб, Сафедсеб, Пешпазак, Тобистона, Орддила, Пахтасеб, Кадусеб, Мурудсеб, Турушаки, Зимистона, Шохисеб, Шараф.
Файзабадский	1200-1250	Багулма, Муллораджаб, Амири, Сурхаксеб, Дарагиёни, Себи Хайбуллоги, Зардсеби тобистона, Пешпазак, Сурхдила, Сафедсеб, Абдужалили, Нумолаксеб, Мирсафои.

Комсомолабадский	1300-1350	Тирамохи, Абдуллоги, Равгани, Нордонсеб, Бихисеб, Гардсеб, Офтоби, Хакими, Шодмони, Гуфрони, Тирамохи сурх.
Гармский	1320-1420	Каротегини, Дулак, Шафеъи, Комароби, Шулмаксеб, Мурудсеб, Лаълсеб, Кодире, Сахарсеб, Кандаки Каротегини, Сабзаксеб, Хубони.
Пенджикентский	1300	Себи Шинг, Афросиёби, Загорасеб, Самарканди;
Айнинский	1900-2000	Гулоби-Зеравшанский, Гулоби, Кандаки сафед.
Аштский	800-900	Понгози, Шакарсеб, Тирамохи, Шайдонсеб, Кадусеб.
Муминабадский	1350-1420	Зебо, Кумрисеб, Сурхдила, Асалсеб.
Шурабадский	1320-1500	Касимсаркор, Парисеб, Яхшори, Нигинасеб, Одиле.
Дарвазский	1200-700	Себи Висхарв, Дулонасеб, Марворидсеб, Ситорасеб, Шайхсеб, Лангари, Хорсеб.

**Таблица 11.2. Засухоустойчивость дикорастущих форм яблони Сиверса Таджикистана по популяциям, 1987-1992 гг.**

Популяция, высота, м. над. ур. м.	Засухоустойчивые, шт.	Средне засухо- устойчивые, шт.	Незасухоустойчивые, шт.
Рамитская, 1200-1350	4	5	1
Файзабадская, 1400-1600	3	6	1
Каратегинская, 1650-1720	3	5	2
Каратагская, 1750-1800	4	4	2
Варзобская, 1900-2420	3	7	0
Зеравшанская, 1400-2450	5	4	1
Муминабадская, 1700-2450	3	5	2
Дашти-Джумская, 1920-2510	3	6	1
Дарвазская, 2500-2900	3	5	2
Итого	31	47	12
%	34.4	52.2	13.4

Рис. 11.3. Ареал популяции яблони Сиверса в Таджикистане



## ГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ ДИКИХ СОРОДИЧЕЙ ПШЕНИЦЫ (*AEGILOPS* L.) КАК ОСНОВА ДЛЯ ПОИСКА СТРЕСС УСТОЙЧИВЫХ ФОРМ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

В рамках поддержанного МНТЦ проекта №Т-1105 «Геномный анализ зерновых в Таджикистане» была проведена работа по сбору, анализу гиадинов, ДНК генотипированию диких видов *Aegilops* L., а также местных аборигенных сортов пшеницы. Виды *Aegilops* L. привлекают большое внимание исследователей в качестве перспективных генетических источников. Как показали многочисленные исследования (Конарев, 1979), виды рода *Aegilops* L. принимали непосредственное участие в становлении тетра- и гексаплоидных пшениц и в настоящее время многие из них используются при гибридизации как геноисточники ряда ценных признаков. Так, например, вид *Ae. tauschii* является донором засухо- и патогеноустойчивости.

Географическое положение Таджикистана, с его своеобразными почвенно-климатическими условиями и рядом экстремальных факторов (температурные перепады, высотные перепады, засушливость, засоленность почв), способствовали формированию уникальных видов *Aegilops* L. и мягких аборигенных пшениц.

В зависимости от мест произрастания формировались биотипы с различной степенью устойчивости. Одни виды приспособлялись к жарким и засоленным местам произрастания, другие - к местам с умеренной температурой. Более жесткие климатические условия, действуя как селективный фильтр, способствовали

сохранению и распространению наиболее приспособленных биотипов. Нами, с целью исследования биоразнообразия видов рода *Aegilops* L., произрастающих в различных климатических условиях, был проведен экспедиционный сбор более 600 образцов в Таджикистане (на Гиссарском, Туркестанском, Зеравшанском хребтах и в Южном Таджикистане) и сопредельных государствах (Кыргызстан и Узбекистан). Исследования показали, что на территории Таджикистана наиболее распространены 4 вида *Aegilops* L.: *Ae. tauschii*, *Ae. triuncialis*, *Ae. cylindrical*, *Ae. crassa*. Большой диапазон внутривидового разнообразия свидетельствует о генетической изменчивости, что позволило этим видам хорошо адаптироваться к таким неблагоприятным факторам, как засуха, засоление почв, и обладать повышенным иммунитетом к заболеваниям. Каждый из видов имеет свой высотный предел распространения:

*Ae. crassa* – от 400 до 500 метров над уровнем моря;

*Ae. triuncialis* – произрастает в Северном и Южном Таджикистане до 2000 м над ур.м.;

*Ae. cylindrical* – произрастает в среднегорье и долиненной части до 1800 м над ур.м.;

*Ae. tauschii* - распространен повсеместно от 360 до 2000 м. над ур.м.

С целью выявления внутривидового разнообразия была проведена каталогизация образцов *Ae. tauschii*, *Ae. triuncialis*, *Ae. cylindrical*, *Ae. crassa*, включающая фенотипическую характеристику собранных образцов из различных флороценозов и электрофоретические спектры глиадинов (Насырова и др., 2007). В зерне пшеницы основную долю (80%) составляют глиадины – так называемые клейковинные белки, растворимые в 70% этаноле и имеющие достаточно широкий спектр изменчивости молекулярной массы. Белковые маркеры использовали для различения сортов и биотипов пшеницы, в изучении полиморфизма видов, геномном анализе. Изучение полиморфизма по глиадину оказалось чрезвычайно полезным для уточнения внутривидовой классификации этого вида, идентификации генетически близких образцов. Как известно, запасные белки семян, как маркеры генетических систем, весьма успешно привлекаются в решении актуальных задач филогении, систематики и генетики культурных растений. Особенно перспективным представляется использование белковых маркеров в идентификации геномов и выявлении филогенетических связей культурных растений с дикими сородичами. Быстрая и точная идентификация геномов возможна по электрофоретическим спектрам белковых маркеров (Конарев, 1987).

Электрофоретический анализ глиадинов показал, что вид *Ae. tauschii* имеет белковый состав с числом компонентов от 12 до 20. Внутривидовые различия по составу белков в основном наблюдались по наличию или отсутствию компонентов и степени их выраженности на электрофореграммах. Полученные данные свидетельствуют, что в каждой зоне электрофоретических спектров присутствуют стабильные компоненты, определяющие принадлежность растений к определенному виду, и лабильные, свидетельствующие о разнообразии вида *Ae. tauschii*. В плане идентификации вида наибольший интерес представляют  $\gamma$  и  $\beta$ -зоны электрофореграмм, в которых присутствуют интенсивные, ярко выраженные

компоненты 1 и 2 в  $\gamma$ -зоне и 1 в  $\beta$ -зоне. По присутствию этих компонентов для данного вида можно выделить два основных типа электрофоретических спектра. Первый тип определяется присутствием компонента 2 в средней зоне спектров ( $\gamma$ ). Этот тип наиболее распространен: из 85 исследованных образцов он выявлен у 49. Второй тип электрофоретического спектра определяется присутствием в той же зоне интенсивного компонента 1. Этот тип, по сравнению с первым, менее распространен: из 85 исследованных образцов он выявлен только в 26. В зависимости от мест произрастания присутствует один из указанных компонентов. В очень редких случаях может встречаться смешанный тип спектра, когда одновременно присутствуют 1 и 2 компоненты. В 13 из 85 исследованных образцов обнаружен очень редкий, быстро мигрирующий компонент 1 в  $\beta$ -зоне. Следует отметить, что этот компонент присутствует только в образцах, отнесенных к первому типу электрофоретического спектра. В  $\omega$ -зоне, в отличие от  $\gamma$ - и  $\beta$ -зон, присутствуют слабо выраженные глиадиновые компоненты и различия в образцах проявляются в основном по присутствию или отсутствию компонентов 1 и 2.

Вид *Ae.triuncialis*, по степени распространения на территории Таджикистана, занимает второе место после *Ae.tauschii*. Как показали исследования, большой диапазон внутривидовой изменчивости наблюдается по фенотипическим признакам, что позволяет виду *Ae.triuncialis* адаптироваться к неблагоприятным факторам среды и обладать повышенным иммунитетом к заболеваниям, в частности к желтой ржавчине. В отличие от других видов *Aegilops L.*, *Ae.triuncialis* содержит незначительное число глиадиновых компонентов – от 11 до 17. Характер белковых спектров 25 исследованных образцов довольно разнообразен и сильно отличается от вида *Ae.tauschii*. Границы внутривидовой изменчивости наиболее широки и включают почти все зоны спектра. Можно выделить лишь 3 образца, электрофоретические спектры которых содержат максимальное число глиадиновых компонентов. Остальные образцы занимают промежуточное положение, различаясь по числу и интенсивности отдельных компонентов. Самая разнообразная и интенсивная  $\gamma$ -зона спектра, где число компонентов колеблется от 7 до 2-х. Как показал сравнительный анализ, компонентный состав глиадина в образцах, собранных в одних и тех же местах произрастания, сильно отличается. Что касается  $\omega$ - и  $\beta$ -зон, то внутривидовая дифференциация в них выражена незначительно. Среди биотипов *Ae.tauschii* и *Ae.triuncialis* найдены формы, устойчивые к экстремальным факторам среды и обладающие повышенным иммунитетом к заболеваниям.

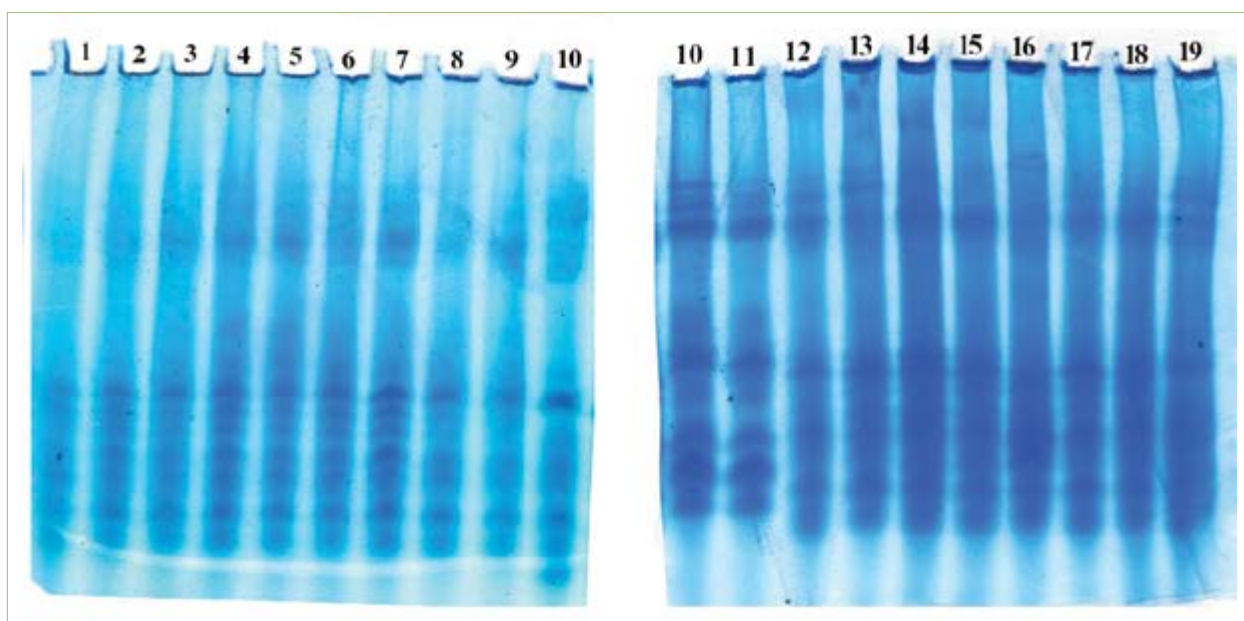
У вида *Ae.cylindrica* обнаружен большой внутривидовой полиморфизм как по спектру глиадина, так и по внешним признакам. Различия между собранными образцами по внешним признакам проявлялись в интенсивности окраски колосковых элементов и стебля. Разнообразие спектра глиадинов *Ae. cylindrica* совпадало с внешним фенотипическим разнообразием (Рис. 11.4). Данный вид имеет свой характерный, отличный от других видов рода *Aegilops*, белковый спектр с числом компонентов от 15 до 19. Для данного вида характерно внутривидовое отличие между образцами из различных мест обитания, которое наблюдается по всем зонам электрофоретических спектров. Вид *Ae. cylindrica* характеризуется небольшим числом стабильных компонентов электрофореза (ОЭП - 0,34; 0,64; 0,66; 0,68; 0,91), которые могут быть использованы как видо-специфические белковые компоненты. По числу лабильных электрофоретических компонентов можно судить о степени полиморфности данного вида. К числу лабильных компонентов



относятся электроподвижные компоненты спектра 0.24; 0.27; 0.30; 0.62; 0.69; 0.71; 0.74; 0.95 и 1.0, свидетельствующие о разнообразии вида, связанные, по всей вероятности, с климатическими условиями мест обитания. Самая насыщенная зона  $\beta$  – включает 9 интенсивных белковых компонентов. В 10 из исследованных образцов присутствует очень редкий компонент 7 в  $\beta$ -зоне (ОЭП 0.69) и быстро мигрирующий компонент в этой зоне 1 (ОЭП 1.0). Эти компоненты полностью отсутствуют в остальных образцах. Предполагается, что данные компоненты могут играть существенную роль в процессе адаптации вида к условиям внешней среды и, возможно, могут служить маркерами ценных признаков.

Вид *Ae. crassa* - с узким ареалом распространения – от 400-550 м над ур. моря - характеризуется небольшим разнообразием. В отличие от других видов рода *Aegilops*, данный вид включает  $\alpha$  – зону электрофоретического спектра, которая присутствует у мягкой пшеницы, и содержит ярко выраженный компонент ОЭП 1.0. Можно выделить несколько видоспецифических компонентов в каждой зоне спектра электрофореза: в  $\omega$  – ОЭП 0.21 и 0.28, и  $\gamma$  – зоне ОЭП 0.36; 0.61 и 0.64, и в  $\beta$  – зоне ОЭП 0.90, которые независимо от мест произрастания присутствуют во всех исследованных образцах. Наиболее вариабельны  $\omega$  и  $\beta$  – зоны спектра за счет отсутствия некоторых ярко выраженных компонентов или изменчивости их интенсивности, а также появления новых компонентов: ОЭП – 0.25; 0.44; 0.74; и 0.84.

Рис. 11.4. Электрофореграммы вида *Ae. cylindrica*



Таким образом, выявлена внутривидовая изменчивость по определенным компонентам у четырех видов рода *Aegilops* в зависимости от условий произрастания. Выявлено, что каждый вид имеет свой характерный белковый спектр с определенным набором и распределением глиадиновых компонентов. Для отдельных видов обнаружен ряд компонентов, которые можно использовать в качестве белковых маркеров при анализе определенных признаков. Полученные данные создают предпосылки для использования рода *Aegilops* в селекции как источника генов для повышения устойчивости растений к заболеваниям, засухе и засолению почвы. По результатам были сделаны выводы:

1. Род *Aegilops* L., произрастающий на территории Таджикистана, имеет широкий диапазон внутривидовой изменчивости по фенотипическим признакам и компонентному составу главного клейковинного белка – глиадинов.
2. Среди биотипов *Ae. tauschii* и *Ae. triuncialis* выделены формы, устойчивые к экстремальным факторам среды и обладающие повышенным иммунитетом к заболеваниям.

Известно, что кластерный анализ как метод распознавания образцов, является высокоинформативным средством для широкого круга биохимических исследований, начиная с прикладных задач в классификации генотипов и кончая фундаментальными проблемами распознавания биополимеров, а также установления факторов регуляции экспрессии генов (Савич, 1991).

Дендрологический анализ электрофоретических компонентов глиадиновых белков по зонам распределения у четырех изученных видов *Aegilops* позволил разделить их на группы и подгруппы в зависимости от их генетического сходства в различных климатических условиях в местах сбора образцов. Как следует из данных матриц генетических расстояний (Рис. 11.5-11.7), уровни выявляемого внутривидового и межвидового геномного полиморфизма по глиадиновым белкам значительно варьировали. При этом, максимальное внутривидовое разнообразие было отмечено для *Ae. tauschii*, а наименьше - у *Ae. crassa*; *Ae. triuncialis* и *Ae. cylindrica* по этим же значениям занимали промежуточное положение.

Рис. 11.5. Дендрограмма электрофореза глиадина  $\omega$ -зоны образцов *Ae. cylindrica* в зависимости от места сборов

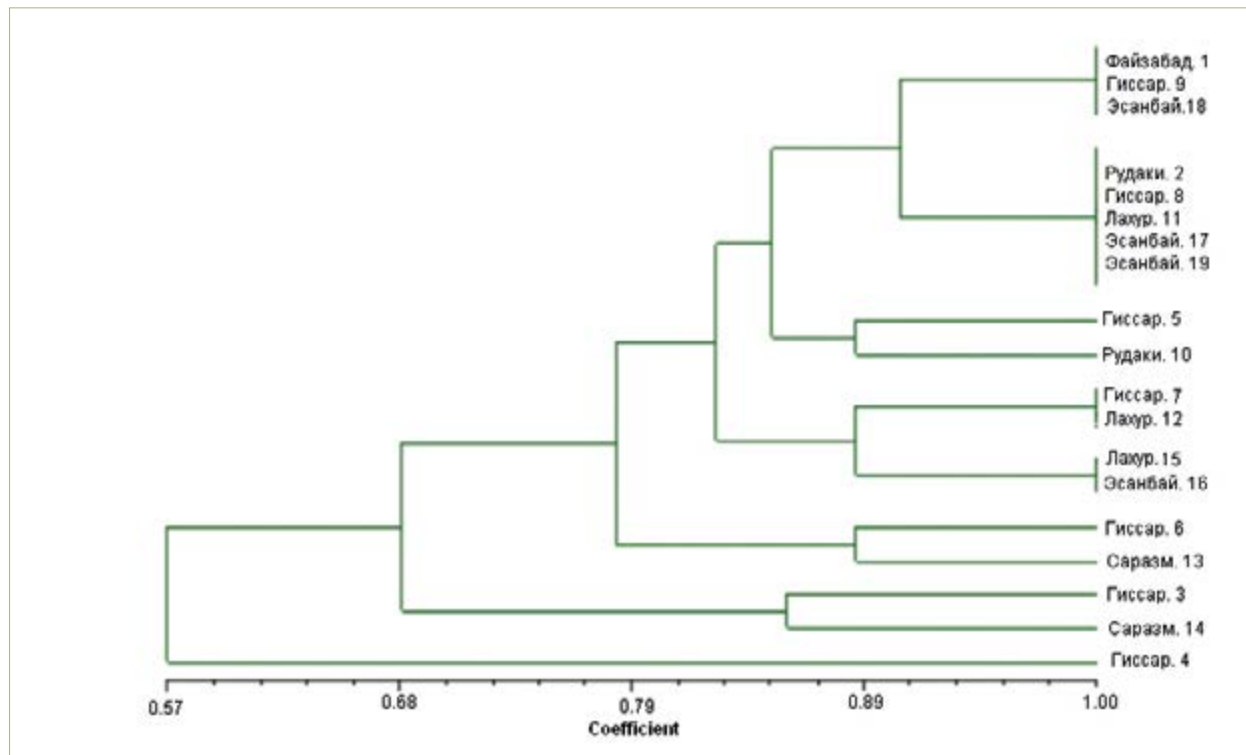
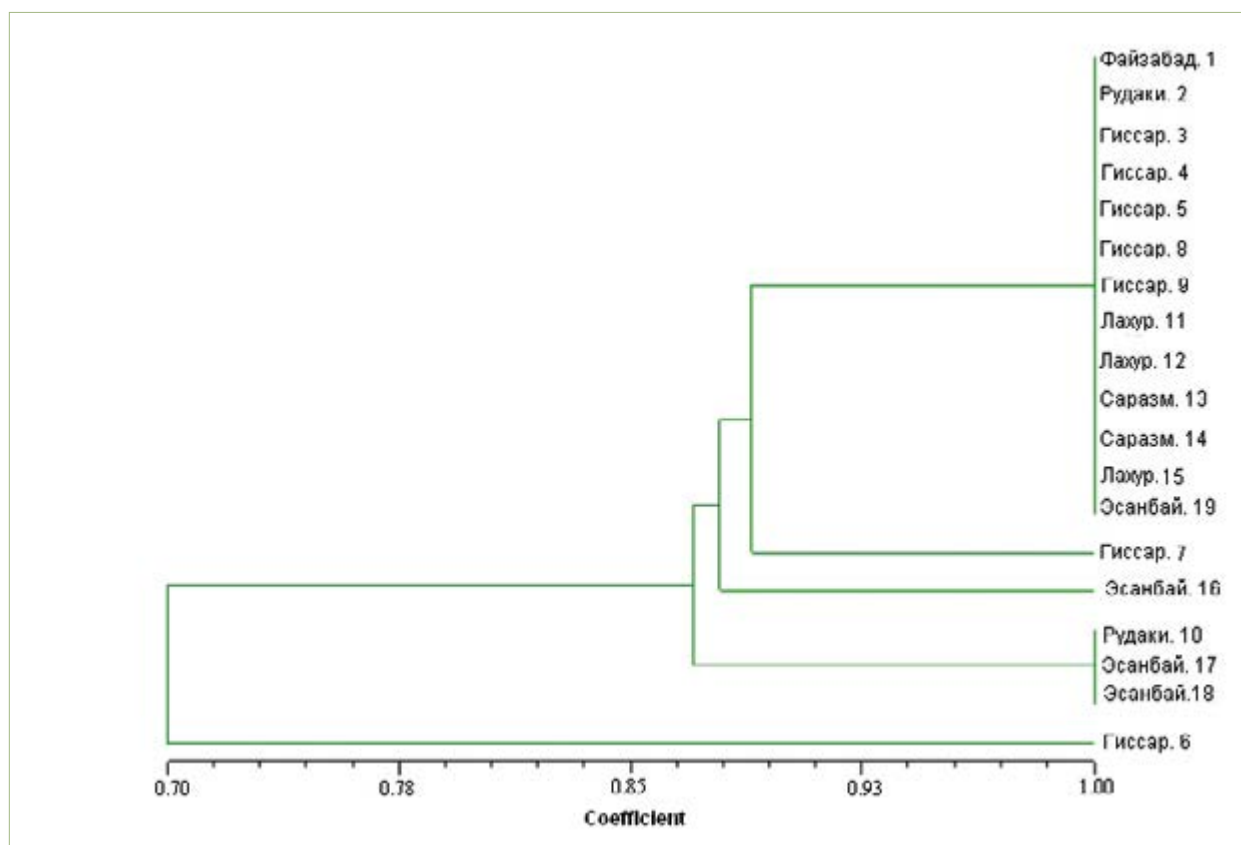
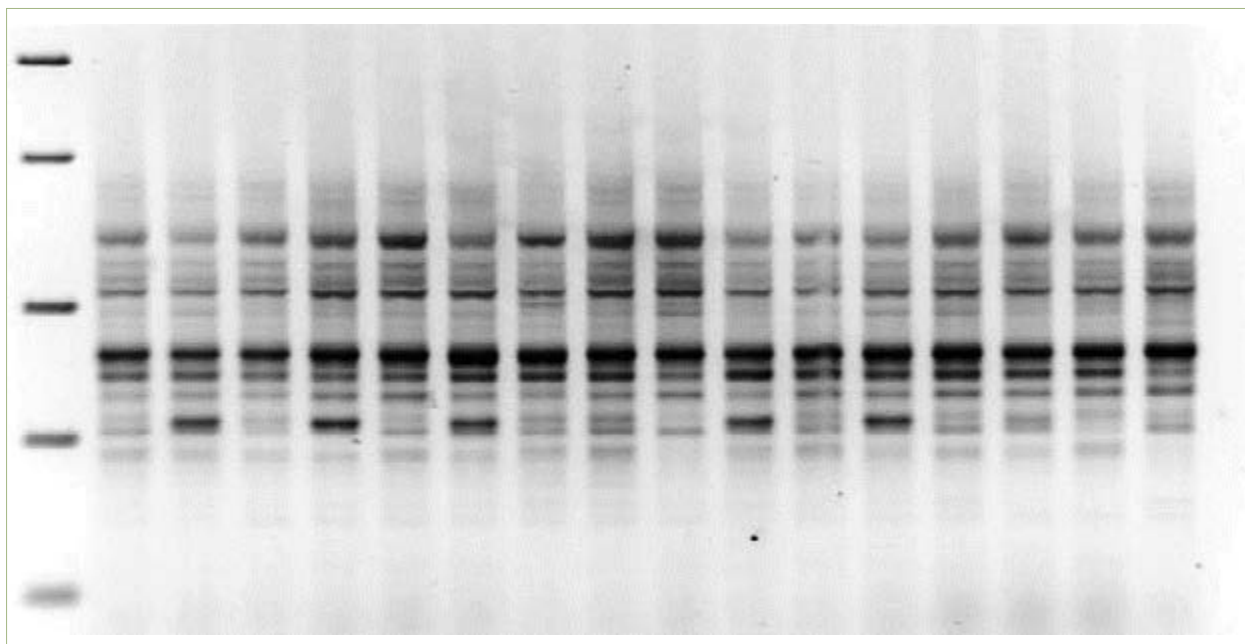


Рис. 11.6. Дендрограмма электрофореза глиаина  $\gamma$ -зоны образцов *Ae. cylindrica* в зависимости от места сборов

Таким образом, анализ электрофоретических спектров глиаиновых (спирторастворимых) белков 4-х видов рода *Aegilops* L. показал, что каждый из изученных видов имеет свой характерный спектр (т.е. свой генотипический паспорт) с определенным числом компонентов и их относительной подвижностью. При этом выявлена внутривидовая и межвидовая изменчивость по определенным белковым компонентам в зависимости от условий произрастания. Для отдельных видов обнаружен ряд компонентов, которые можно использовать в качестве белковых маркеров, отвечающих за определенные признаки. А дендрологический анализ этих белков способствует более глубокому и сравнительному изучению уровня внутривидовых различий и степени сходства, а также дает возможность улавливать генетические различия между различными видами, экотипами и даже отдельными экземплярами одного и того же вида в различных экологических зонах. Кроме того, полученные данные создают предпосылки для более успешного использования видов рода *Aegilops* в селекции как генетического источника с повышенной устойчивостью к различным заболеваниям, а также неблагоприятным факторам среды.

Рис. 11.7. Дендрограмма электрофореза глиаина  $\beta$ -зоны образцов *Ae. cylindrica* в зависимости от места сборов

Современные методы генетики, основанные на применении молекулярных маркеров, позволяют проводить изучение организации и изменчивости генома растений на уровне полиморфизма ДНК. В данной работе нами было проведено генотипирование видов *Aegilops* L., произрастающих в Таджикистане, с использованием различных маркеров (RAPD, SNP и SSR). Результаты исследования показали, что при использовании RAPD-праймеров между видами и внутри видов имеется четкий полиморфизм. Все RAPD-праймеры оказались информативными, и поэтому их можно использовать при изучении межвидового полиморфизма, а также установления филогенетических связей между видами и родами зерновых злаков.

В настоящее время мало изучена сравнительная характеристика уровней внутривидового полиморфизма и анализ филогенетических отношений у всех видов *Aegilops* L. с D-геномом. Для молекулярного анализа было отобрано 15 образцов от каждого вида *Aegilops* L., произрастающих на территории Таджикистана. При отборе образцов руководствовались их географической приуроченностью так, чтобы максимально охватить ареал вида и, тем самым, попытаться наиболее полно охарактеризовать генетическую вариабельность каждого анализируемого вида. В анализ были включены полиплоидные виды *Aegilops* L., имеющие в составе своего аллоплоидного генома геном D: *Ae. crassa* (геном  $X^{cr}D^{cr1}$  и  $X^{cr}D^{cr1}D^{cr2}$ ), *Ae. cylindrica* ( $C^cD^c$ ), и диплоидный вид *Ae. tauschii* (D), который является донором D-генома для данных видов. Поэтому цель данного исследования – RAPD-анализ изменчивости диплоидных и аллоплоидных видов *Aegilops* с геномом D. Кроме того, в анализ были взяты представители других диплоидных видов *Ae. triuncialis* с геномом (C и U).

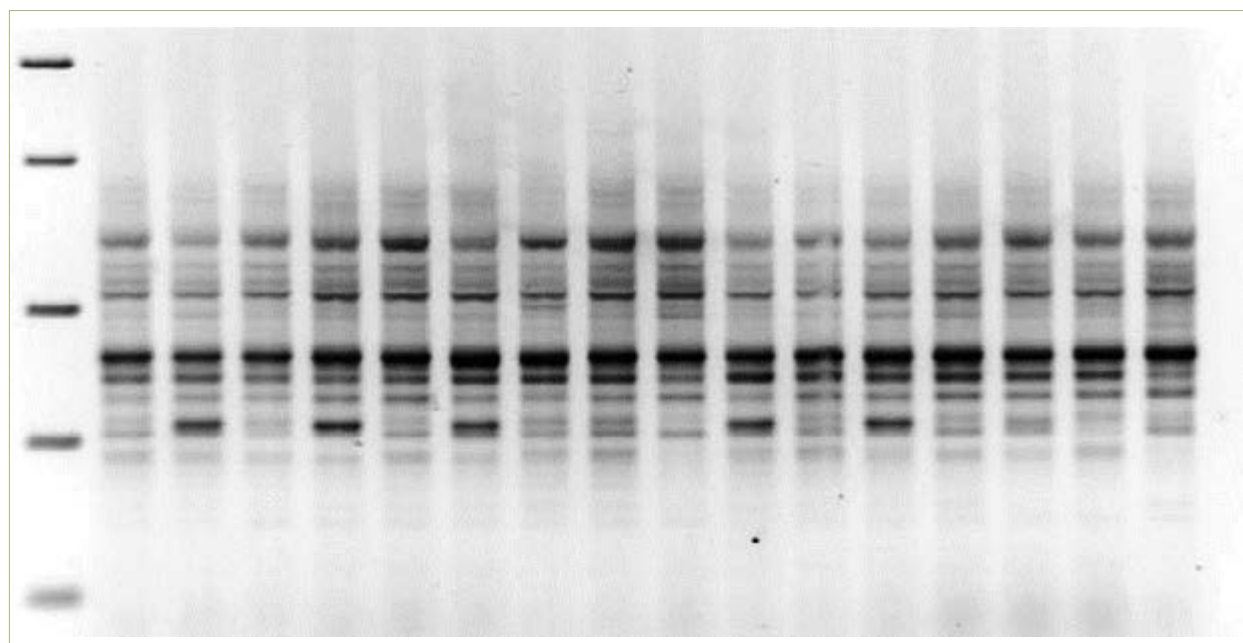
Для RAPD-анализа было взято 17 праймеров длиной в 10-11 нуклеотидов, отобранных из коллекции RAPD-праймеров на основании выявления большего числа ПЦР-фрагментов при использовании их для амплификации геномной ДНК *Aegilops* L. и пшеницы (Таблица 11.3). Для построения дендрограммы для кластерного анализа (UPGMA) при использовании компьютерной программы

NTSYS-рc, 2.0 использовалась построенная бинарная матрица. Для оценки уровня внутривидовых различий для каждого из анализируемых видов *Aegilops* методом RAPD-маркирования был использован 21 отобранный праймер, которые показали высокую информативность при анализе геномов злаковых (Рис. 11.8 и 11.9).

**Таблица 11.3. RAPD праймеры, использованные при генотипировании видов рода *Aegilops* L.**

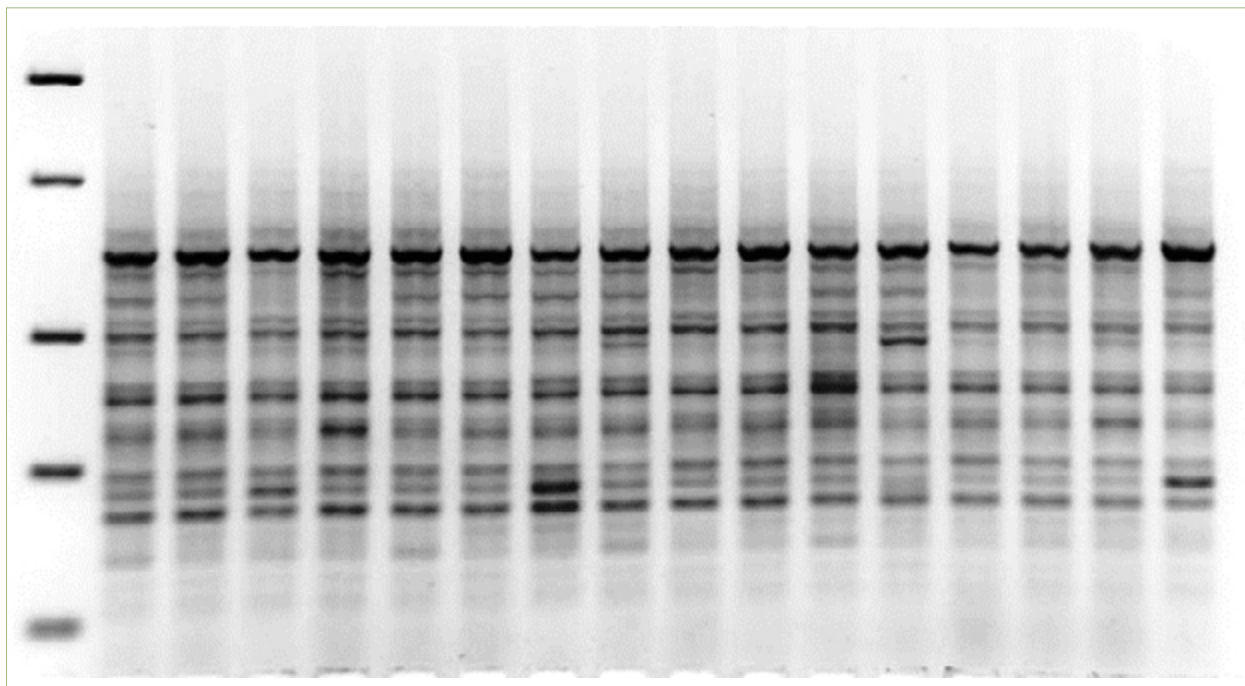
#	Symbols	Primary structure GC-composition	Fragment number
1	R 031	-GTCGA-CGCAT-G-(63%)	14-17
2	R033	-TGGTG-CTGAG-A-(54%)	14-19
3	R039	-AGCAC-CTCAC-A-(54%)	15-26
4	R058	-ATCGG-TCGGT-A-(54%)	11-20
5	R064	-ATGCC-CTAGA-(54%)	14-26
6	R068	-CAACT-AGACG-G-(54%)	12-20
7	R074	-CCCTG-AAACA-C-(45%)	13-18
8	R082	-GATGG-AACGA-C-(45%)	10-20
9	R091	-CATAC-GATAC-G-(45%)	17-23
10	R156	-TGCAC-ACTGA-(50%)	14-20
11	R157	-TGGTG-ACTGA-(50%)	18-25
12	R158	-TGGTC-TCTGA-(50%)	14-23
13	R159	-TGGTC-AGTGA-(50%)	07-12
14	R160	-TGGTC-ACTCA-(50%)	14-25
15	R177	-CCGAA-CGGGT-(70%)	13-17
16	R342	-GGCTG-CAATG-(60%)	11-17
17	R565	-CCAAA-ATCGT-A-(60%)	12-19

**Рис. 11.8. Электрофорез ПЦР продукта с 158-RAPD праймером в 2% агарозном геле. 1. Линейка. 2. Сафедаки-Памир. 3. Бобило. 4. Сурхаки-Памир. 5. Сурххуша-Памир. 6. Сафедаки Бартанги – Памир. 7. Калаки Бартанги-Памир. 8. Навруз. 9. Сафедак-Бартанг. 10. Содирас. 11. Чалдак. 12. Сафедаки-Ишкошим. 13. Бобилои-Гунт. 14. Содирас. 15. Сурххуша. 16. Сурхаки-Шохдара. 17. Хуросон**



Было проанализировано 53 образца четырех видов *Aegilops*, которые обнаружили всего 1417 RAPD-фрагментов. По результатам анализа были определены генетические расстояния и методом иерархического кластерного анализа построены дендрограммы. Максимальное внутривидовое сходство было отмечено для *Ae. cylindrica* (коэффициент генетического сходства – 0.92). При составлении дендрограммы *Ae. triuncialis* обнаружилось, что образовалось два основных кластера: первый кластер объединяет, в основном, образцы, произрастающие в северных регионах Таджикистана, а второй кластер – в южных. Дендрограмма показывает, что данный вид имеет наибольший уровень генетического разнообразия среди всех изученных видов *Aegilops*. Внутри вида наибольшим генетическим разнообразием выделяются представители образцов, собранные из Файзабадского района (населенный пункт Бодомо). Между образцами из Рудакинского и Варзобского районов (Лохур и Ходжаобигарм) существенного различия не обнаружено. При составлении дендрограммы *Ae. cylindrica*, оказалось, что этот вид имеет высокий уровень внутривидовой изменчивости. Виды *Ae. crassa* и *Ae. tauschii* по изученным праймерам показали примерно 50%-ный полиморфизм. Дендрограмма обнаруживает не очень высокий уровень генетического разнообразия этих видов. Вид *Ae. crassa* образует два основных кластера. В первом кластере оказались образцы, произрастающие в районе Рудаки, а во втором кластере, подразделяющемся на два подкластера, сгруппировались образцы из Гиссарского солевого источника. Вид *Ae. tauschii* имеет высокий уровень генетического сходства и образует два кластера – первый кластер состоит из 8 образцов, где почти не наблюдается генетического разнообразия, тогда как во втором кластере - большое генетическое разнообразие.

**Рис. 11.9. Электрофорез ПЦР продукта с 160-RAPD праймером в 2% агарозном геле. 1. Линейка. 2. Сафедаки-Памир. 3. Бобило. 4. Сурхаки-Памир. 5. Сурххуша-Памир. 6. Сафедаки Бартанги – Памир. 7. Калаки Бартанги – Памир. 8. Навруз. 9. Сафедак-Бартанг. 10. Содирас. 11. Чалдак. 12. Сафедаки-Ишкошим. 13. Бобилои-Гунт. 14. Содирас. 15. Сурххуша. 16. Сурхаки-Шохдара. 17. Хуросон**



В задачу исследований входил также анализ филогенетических связей в группе видов *Aegilops*, имеющих D-геном, а также родственные отношения видов, не имеющих D-геном. Как известно, диплоидный вид *Ae. tauschii* имеет D-геном, а виды *Ae. crassa* и *Ae. cylindrica* являются полиплоидными видами, но также имеют D-геном. Поэтому молекулярный анализ для установления филогенетических связей видов *Aegilops* с D-геномом является актуальным. По литературным данным, диплоидный вид *Ae. tauschii* при использовании RAPD-анализа является самым полиморфным. Что касается полиплоидных видов *Ae. crassa* и *Ae. cylindrica* с D-геномом, то они имеют более низкий уровень внутривидового разнообразия. Наши данные показывают, что образцы вида *Ae. crassa* имеют более близкий уровень генетического сходства с *Ae. tauschii*, чем с *Ae. cylindrica*, что, по-видимому, связано с тем, что вид *Ae. cylindrica*, кроме D-генома, имеет еще и C-геном.

Иногда образцы *Ae. cylindrica* могут образовывать один кластер с представителями других видов, в частности, наши данные показывают, что образцы *Ae. cylindrica* образуют с образцами вида *Ae. triuncialis* из Ходжаобигарма и Лохура общие подкластеры. Полиплоидный вид *Ae. triuncialis* не имеет D-генома, но имеет C-геном и U-геном, благодаря которому этот вид образует единый кластер с *Ae. cylindrica*. В отличие от видов, имеющих D-геном, представители вида с U-геномом (*Ae. triuncialis*) характеризуются значительным уровнем внутривидового разнообразия. Вид *Ae. triuncialis* среди изученных нами видов является одним из распространенных и имеет высокий уровень генетического разнообразия. У вида *Ae. triuncialis* выделяется несколько кластеров по образцам, произрастающим в различных регионах Таджикистана. Исходя из полученных нами результатов, можно предположить множественное независимое происхождение полиплоидных видов *Aegilops* от различных диплоидных видов. Полученные нами данные на основании молекулярного генотипирования по 21 RAPD-праймеру показали наличие в различной степени внутри- и межвидового полиморфизма у различных видов *Aegilops*.

Целью нашей работы было сравнение генотипов стародавних местных и селекционных сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* геном AABBDD - гексаплоид) с помощью молекулярных ДНК-маркеров. Показано, что молекулярно-генетический анализ дает возможность выявить специфические RAPD-маркеры генома пшеницы, которые могут использоваться для сортовой идентификации генотипов и установления филогенетических взаимоотношений между различными сортами пшеницы. Изучение местных сортов важно для геногеографических исследований, так как позволяет не только получить представление об основных характеристиках аборигенного материала того или иного вида, но и восстановить его филогенетические связи. Эти формы имеют исключительное значение и для селекции. Считается, что стародавние сорта и местные формы в результате длительного процесса естественного и искусственного отбора лучше других приспособлены к локальным условиям произрастания и им свойственны не только оптимальная для данной местности длина вегетационного периода, но и комплекс других хозяйственно ценных признаков.

При проведении RAPD-PCR было использовано 17 эффективных произвольных декамерных праймеров, с помощью которых оценивали межсортовое и внутривидовое генетическое разнообразие *Triticum aestivum*. По таким фенотипическим признакам, как окраска зерна, окраска колоса и остей, ломкость колоса и стебля наблюдалось внутривидовое разнообразие. Основная зона разделения фрагментов находилась в пределах 2000-200 п.н. В целом учитывалось 273 амплифицированных фрагментов от 12 до 23 (в среднем, 16) на один RAPD праймер. Из 273 ПЦР фрагментов 54% были полиморфны между изученными генотипами, 46% имели одинаковую длину у всех изученных образцов. Все использованные праймеры в различных соотношениях установили наличие как мономорфных, так и полиморфных фрагментов у исследуемых образцов. Мономорфные фрагменты могут считаться RAPD-маркерами для представителей вида. Чем больше генетическая дистанция между исследуемыми видами, тем меньше у них общих продуктов амплификации. Выявляемые при электрофорезе мономорфные полосы у различных сортов предполагают общность структурно-функциональной организации их геномов. Каждый из сортов имел свой определенный спектр амплифицируемых RAPD продуктов, отличающийся от других количеством фрагментов, их размером и степенью выраженности. Некоторые праймеры выявили присущие только одному конкретному сорту ампликоны и, следовательно, являются сортоспецифичными. Отмечены существенные различия по количеству RAPD-фрагментов между изученными сортами. Исследуемые образцы различались также по числу уникальных, характерных только для одного сорта ампликонов.

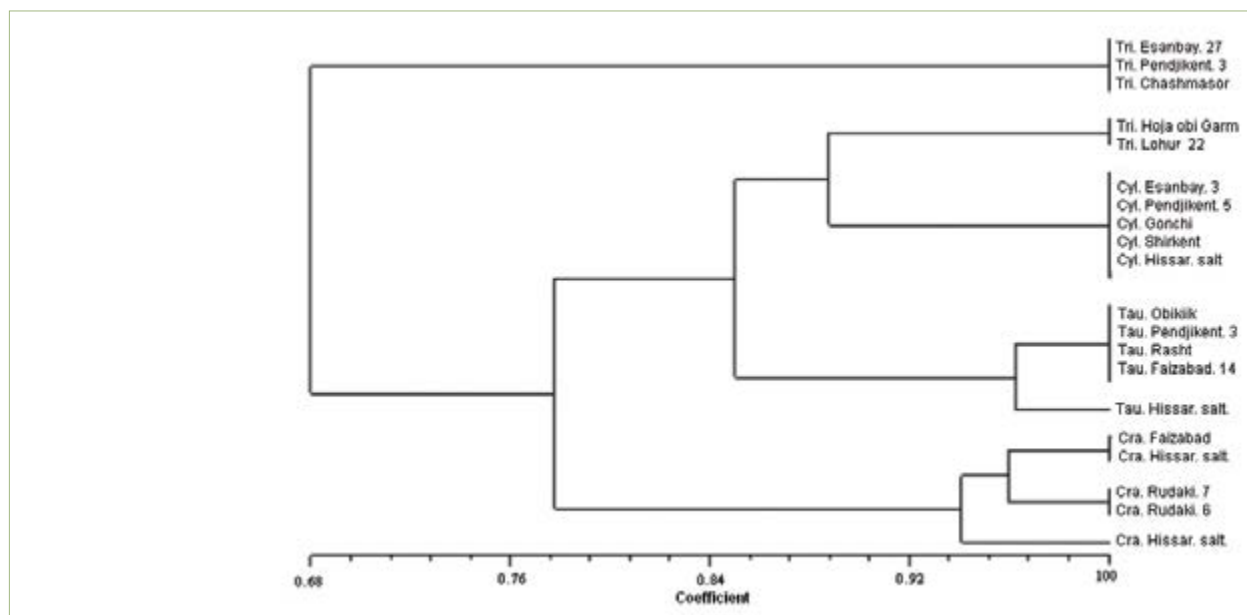
На основе кластерного анализа была построена дендрограмма генетического подобию между изученными образцами пшеницы (Рис. 11.10). Дендрограмма выявила, что образцы характеризуются сравнительно высоким уровнем межсортового полиморфизма. Таким образом, молекулярно-генетический анализ дает возможность выявить специфические геномные маркеры, которые могут использоваться для сортовой идентификации генотипов. Показано, что метод молекулярного маркирования генома на основе RAPD-PCR позволяет идентифицировать представителей вида *Triticum aestivum* и установить филогенетические взаимоотношения между различными сортами. Целенаправленное использование видоспецифичных праймеров позволит исследователям сократить затраты труда и средств, необходимые для анализа коллекционных образцов.

Несомненно, широкое применение ДНК-маркеров в оценке полиморфизма геномов различных видов рода *Triticum* сделает возможным построение их генетической классификации, которая будет раскрывать историю происхождения, распространения и адаптации пшеницы. Поэтому это направление исследований должно получить дальнейшее развитие в оценке генетического разнообразия различных видов этой культуры. В целом, оценка генетического разнообразия



селекционных сортов пшеницы и ее диких сородичей с применением генеалогического анализа может быть полезной для уточнения стратегии и программ селекции, выбора приоритетных направлений в изучении коллекции, а также для отбора образцов при формировании различных выборок для анализа.

**Рис. 11.10.** Дендрограмма, отражающая генетическое сходство изученных образцов различных видов рода *Aegilops* на основании данных RAPD-анализа



## Глава 12. Организация мониторинга засоления почв орошаемых территорий Центральной Азии с использованием данных дистанционного зондирования

*Панкова Е.И., Соловьев Д.А., Рухович Д.И., Савин И.Ю.  
(Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии)*

## Chapter 12. The organization of monitoring of soil salinity in the irrigated lands of Central Asia with the use of remote sensing data

*Pankova Ye.I., Soloviev D.A., Rukhovich D.I., Savin I.Yu.  
(Dokuchaev Soil Science Institute)*

На орошаемых землях стран Центральной Азии основным деградационным почвенным процессом является засоление. Площадь засоленных почв в пределах орошаемых территорий Центральноазиатских государств, входящих в состав бывшего Советского Союза, к концу 20 века составляла около 50% орошаемых земель. Однако это лишь ориентировочные данные, так как и на сегодня задача объективного учета засоленных почв не решена. Только создание постоянно действующего мониторинга на основе материалов дистанционного зондирования и современных технологий обработки снимков позволит решить эту задачу. Нами в конце 20 века была проведена работа по созданию методики дистанционной оценки засоления орошаемых почв хлопкосеющей зоны Узбекистана. Результаты этих исследований не потеряли своей актуальности и сегодня. Они положены в основу данной работы. В ходе наших исследований было доказано, что использование аэрофотоснимков и космических снимков высокого разрешения (детальнее 2-5 м) раннеосеннего срока съемки (20 августа – 10 сентября), проведенной после прекращения полива хлопчатника, позволяет получить информацию о засолении метрового слоя орошаемых почв. По изображению на снимках, соответствующих указанным требованиям, можно выделить территории с засоленными и незасоленными почвами, а по пятнистости полей (размеру и количеству пятен) установить процент участия засоленных почв и степень их засоления в верхнем метровом слое. Было доказано, что размер пятен-выпадов и процент их участия в пределах поля коррелируют со степенью засоления почв. Были разработаны дешифровочные признаки для оценки степени засоления почв орошаемых территорий по состоянию (пятнистости) хлопковых полей. Повторные съемки, выполненные соответственно установленным требованиям, в последующие годы позволяют получать информацию об изменении засоления почв за определенный отрезок времени. Было доказано, что сравнение засоленности почв по двум срокам съемки не дает достоверной информации о многолетней динамике засоления и направленности солевого процесса. Для организации мониторинга засоления орошаемых почв хлопкосеющей зоны необходим

ежегодный многолетний дистанционный контроль за динамикой засоления почв на основе космической съемки, отвечающей определенным требованиям. Для установления причин динамики засоления необходимы, помимо дистанционных исследований, дополнительное изучение состояния оросительных систем и получение информации о водно-солевом режиме и солевом балансе орошаемых почв. На сегодня первостепенной задачей создания дистанционного мониторинга засоления орошаемых почв является совершенствование автоматизированных методов дешифрирования снимков.

Salinization is one of the main processes of soil degradation observed at the irrigated lands of Central Asia. In the end of the 20th century, salt-affected soils occupied some 50% of the irrigated lands in the Central Asian countries of the former Soviet Union. However, the data on salt-affected soils in Central Asia are far from being exact as even by now the problem of unprejudiced calculation of their areas has not been solved. From our point of view, only the establishment of constantly active monitoring based on remote sensing data and modern technologies of imagery analysis can help solve this problem. In the end of the 20th century, we developed the procedure of remote assessment of soil salinity in irrigated lands of cotton belt in Uzbekistan. The results of that research are still relevant and are put in the basis of this paper. As it was proved by our investigation, the aerial and spaceborne images of high resolution (more than 2-5 m) acquired in the early fall (August 20 – September 10) after the end of irrigation of cotton give the information about the salinity of the upper meter of irrigated soils. At the imagery, the regions with saline and nonsaline soils can be delineated, and, according to the pattern of the imagery (sizes and quantity of spots with crop failures), it is possible to estimate the portion and the degree of salinity of the upper meter of salt-affected soils. It was proved that the size of spots with crop failures and their area at the field correlate with the degree of soil salinity. We detected the interpretation features for assessment of the degree of soil salinity in irrigated cotton fields based on the pattern of imagery. The repetitive survey if conducted according to the requirements developed in our work can provide with data on soil salinity change during the given period of time. It was proved that the data obtained in two dates of survey are not enough to judge about the character and direction of soil salinity dynamics. The monitoring of soil salinity in the irrigated cotton fields should be based on the annual long-term remote control over soil salinity dynamics via spaceborne imagery fitting the requirements given in this paper. In order to reveal the reasons of soil salinization, additional study of the state of irrigation systems and the investigation into the water – salt balance of irrigated soils should be undertaken. At present, the primary issue which should be developed in order to create a system of remote monitoring of soil salinity in irrigated lands of Central Asia is the modernization and automation of the methods of imagery interpretation.

## ВВЕДЕНИЕ

Засоленность почв является одним из главных факторов, определяющих состояние орошаемых земель Центральной Азии. На большей части орошаемых земель в связи с подъемом уровня грунтовых вод активно протекает процесс гидрогенного соленакпления. В последние десятилетия в связи с усыханием Аральского моря усилился процесс эолового переноса солей, что привело к резкой активизации засоления, особенно в дельте Амударьи, в Хорезмском и Бухарском оазисах. По данным на конец 20 века, более 50% орошаемых земель Узбекистана и более 80% орошаемых земель Туркменистана засолены. Таким образом, засоление почв является главной причиной потери продуктивности и опустынивания орошаемых земель и требует постоянного контроля.

Картографирование и учет засоленных почв орошаемых территорий всегда был и остается в настоящее время предметом исследования ученых Центральноазиатского региона. Свидетельством тому являются утвержденные и принятые для использования инструкции, рекомендации, требования и методические руководства по учету, оценке и картографированию засоленных почв. К числу этих документов относятся «Методические указания по проведению бонитировки почв и экономической оценки орошаемых земель в колхозах и совхозах Узбекской ССР» (1969), «Методика по качественному и количественному учету засоленных земель колхозов и совхозов Узбекской ССР» (1981), «Методические рекомендации по использованию материалов аэрофотосъемки для оценки засоления почв и проведения солевых съемок орошаемых территорий хлопкосеющей зоны в крупных и средних масштабах» (1985), «Методические рекомендации по использованию материалов аэрокосмической съемки для оценки засоленности орошаемых земель» (1982), «Методические указания по проведению почвенно-солевых съемок на мелиорируемых землях МСХ СССР и Минводхоз СССР» (1983), «Фотометрический метод оценки засоления почв» (1988), «Методические указания по проведению комплексного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения» (2003).

В перечисленных выше документах содержатся указания по методам картографирования и учету засоленных почв.

В первые десятилетия XXI века был разработан ряд новых рекомендаций и инструкций по оценке состояния сельскохозяйственных земель, учитывающих современную экономическую и экологическую обстановку в Узбекистане и в государствах Центральной Азии в целом.

На основе многолетних исследований почв Узбекистана сотрудниками Почвенного института им. В.В. Докучаева были определены основные требования к организации дистанционного мониторинга засоления орошаемых почв, которые изложены в данной работе. Несмотря на то, что эти материалы были получены в основном в 1990-е годы, они не потеряли своей актуальности и сегодня. Проблема создания мониторинга орошаемых земель является одной из главных проблем экологической и аграрной науки.

## ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ МОНИТОРИНГА

Мелиорация орошаемых земель республик Центральной Азии в силу ее чрезвычайной важности для народного хозяйства была предметом многочисленных исследований в советский период. В этот период было построено и реконструировано большинство мелиоративных систем, произведена оценка исходного состояния почвенного покрова, составлены почвенные, почвенно-мелиоративные и другие тематические карты разного масштаба: засоления, эродированности почв, эрозионной и дефляционной опасности земель и др. Большое внимание уделялось техническим вопросам мелиорации. Были спроектированы и построены наиболее прогрессивные на тот момент мелиоративные системы, создана структура обслуживания и контроля за их состоянием (Духовный, 1973; Гусенков, 1979; Гусенков, Панкова, 1986; Почвенные изыскания..., 1985).

В этот же период активно разрабатывались методы дистанционного контроля за состоянием почвенного покрова мелиорируемых земель (Андроников, 1979; Антонова, Кравцова, 1976; Аэрокосмические методы в почвоведении, 1989; Востокова, 1980; Виноградов, 1981, 1984; Дополнение к методике по качественному и количественному учету засоленных земель, 1989; Панкова, Мазиков, 1975, 1985; Панкова, Соловьев, 1993 и др.) Оценка проводилась, главным образом, по состоянию растительности, поскольку засоление здесь является основным лимитирующим фактором ее развития. Так как в период создания методики доминирующей культурой на орошаемых землях Центральноазиатского региона, был хлопчатник, дешифровочные признаки разрабатывались в первую очередь для него. Сочетание полевых исследований с камеральными работами показало высокую корреляцию типов изображения со степенью засоления метрового слоя почв, что дало возможность составлять карты засоления почв и мелиоративного состояния орошаемых земель и минимизировать объемы полевых работ.

Дальнейшее развитие этих исследований позволило, сопоставляя материалы дистанционного зондирования различных лет, оценивать динамику засоления почв (Рухович, 2009) и разрабатывать рекомендации по рационализации использования земель.

Логичным продолжением этой работы было бы создание единой, сплошной системы мониторинга мелиоративного состояния орошаемых почв Центральной Азии. Однако этого не произошло в силу ряда факторов, к числу которых относится распад СССР, отсутствие финансирования этих работ и т.п.

Считаем, что теперь, при возобновлении интереса к этой проблеме, мониторинг засоления орошаемых земель может быть налажен на новом современном технологическом уровне, что особенно актуально в связи с необходимостью реконструкции мелиоративных систем и организации контроля за их состоянием. Конечной целью внедрения системы мониторинга является получение информации для принятия управленческих решений, таких как реконструкция оросительных систем, проведение агротехнических и мелиоративных мероприятий, подбор сельхозкультур, выбор системы рационального землепользования. Подходы к оценке динамики засоления были разработаны еще в 1990-е годы. В их основе – сопоставление одномоментных (точечных и картографических) материалов разных лет. Опыт показал, что анализ материалов двух сроков наблюдений не всегда дает точный ответ о процессах, происходящих в почвах. Необходимо использование

данных за несколько лет, а оптимальным является вариант, когда сопоставляются данные за каждый год начиная с момента мелиоративного освоения территории. Однако практически такая работа чрезвычайно трудоемка и требует решения на основе новых компьютерных технологий ряда технических и организационных проблем. Определение минимального достаточного количества используемых материалов и разработка аппарата их обработки – главные задачи создания современного дистанционного мониторинга (Рухович, 2009; Соловьев, 1989; Сорокина, 1986).

Система мониторинга может быть разделена на несколько уровней. На глобальном уровне проводится оценка и контроль за мелиоративной ситуацией Центральной Азии или государств региона в целом. Большинство орошаемых массивов региона расположено в бассейнах двух рек: Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи. За последние десятилетия водный режим этих рек, минерализация и состав их вод сильно изменились. Методы и технические приемы мелиорации, разработанные в середине прошлого века, в настоящее время теряют свою эффективность. Очевидно, что эти факторы негативно влияют на весь регион и требуют повсеместного учета мелиоративного состояния земель и разработки новой мелиоративной политики для государств Центральной Азии в целом.

На региональном уровне мониторинга оценка проводится с учетом мелиоративных особенностей районов, отличающихся по литологическим, геоморфологическим характеристикам, условиям дренажа и др. Существенными являются и демографические особенности региона.

На локальном уровне проводится мониторинг состояния отдельных хозяйств, полей или группы полей. Основной причиной изменения мелиоративного состояния этих объектов является человеческий фактор, при этом изменения мелиоративной обстановки наиболее динамичны. Очевидно, что динамика мелиоративного состояния на региональном уровне идет медленнее, чем на отдельных полях. Это определяет и методические приемы, используемые при оценке засоления. Локальный мониторинг предполагает ежегодную оценку мелиоративного состояния, оперативное принятие решений при резком негативном развитии процессов.

При мониторинге более высоких уровней частота наблюдений может быть реже, однако идущие процессы сложнее, что требует более тщательного изучения факторов и механизмов, их обуславливающих. Однако, в любом случае, процессы засоления – рассоления идут достаточно быстро. Настолько быстро, что в случае неправильной мелиоративной политики есть риск потери значительной части орошаемых площадей, иногда целых массивов за относительно короткий промежуток времени.

Создание системы мониторинга засоления орошаемых земель Центральной Азии необходимо для решения экологических, экономических и социальных проблем региона. Для этого требуется, прежде всего, разработка методических вопросов и решение технологических проблем. Эта работа должна опираться на современные научные и технические достижения, в том числе на материалы космической съемки и новые технологии работы с ними. Система мониторинга может быть создана при поддержке и финансировании государства и международных сообществ.

## НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

### *Понятие «мониторинг засоления почв»*

Мониторинг как новое научное направление в изучении природной среды стал развиваться с начала 1970-х годов, что обусловлено двумя причинами: 1) ухудшением экологической обстановки и 2) техническим прогрессом, способным обеспечить получение новых средств оперативного контроля за состоянием природной среды.

В настоящее время понятие “экологический мониторинг” однозначно трактуется как постоянный учет, контроль и прогноз развития природной среды (в том числе, почв и их свойств), на основе современных оперативных методов исследования, среди которых главное место занимают дистанционные (аэрокосмические) методы, подтвержденные наземными исследованиями (Андроников, Добровольский, 1986; Андроников, Королук, 1985; Аэрокосмические методы в почвоведении, 1989, 1990; Герасимов, 1975; Израэль, 1979; Виноградов, 1981, 1984 и др.). Основные задачи и понятия экологического мониторинга были сформулированы в программе ЮНЕСКО “Человек и биосфера” и ряде других публикаций. Согласно этим документам, цель мониторинга заключается в эффективном управлении состоянием окружающей среды в условиях динамично развивающихся обществ. Основные задачи его: слежение, контроль и прогноз состояния окружающей среды.

Критерием выбора объекта наблюдений должна быть высокая чувствительность его к любым изменениям природной среды. Для наблюдения желательно использовать стандартные методы: обязательна статистическая оценка точности получаемых наблюдений (Дмитриев, 1972). Особое внимание при организации мониторинга рекомендуется уделять синхронности и сопоставимости проводимых наблюдений, а также разработке программного (математического), и технического обеспечения мониторинга (Маргулис, 1975).

Исследования, проводимые в рамках экологического мониторинга, должны в качестве логического завершения обеспечить получение сведений, необходимых для составления прогнозов и разработки рекомендаций по регулированию природных и антропогенных процессов.

Известно, что до настоящего времени отсутствуют объективные сведения о площадях распространения засоленных почв, нет также достоверных материалов о пространственной динамике засоления почв даже в пределах отдельных объектов орошения. Это связано не только с тем, что традиционные методы картографирования засоления почв трудоемки и дороги, но и с тем, что повторные солевые съемки, проводимые старыми методами, не позволяют получать сопоставимые и достоверные сведения об изменении засоления орошаемых почв в связи с большой природной пестротой и быстрой изменчивостью этой характеристики.

Организацию дистанционного мониторинга засоления почв можно разделить на три основных этапа:

1. Инвентаризация засоленных почв на основе материалов дистанционного зондирования, получение объективной информации о засолении орошаемых почв на момент исследования.

2. Изучение сезонной и многолетней динамики засоления почв и скорости процессов засоления-рассоления.
3. Вскрытие причин, определяющих солевую динамику и составление прогноза развития засоления-рассоления почв и разработка рекомендаций по управлению этими процессами.

Наши работы показали, что первая из перечисленных задач практически решена и может реализоваться на конкретных объектах орошения Центральной Азии. Вторая задача решена принципиально, находится на стадии разработки технологии и может быть реализована в ближайшее время. Третья задача, наиболее сложная, требует привлечения мелиораторов, гидрогеологов, математиков и других специалистов и находится пока на стадии постановки проблемы.

Общая схема дистанционного мониторинга приведена на Рис. 12.1. В этой схеме особо не выделена проблема создания базы данных. Предполагается, что вся информация, которая может быть использована в дальнейшем, помещается в базу данных и затем используется на соответствующих этапах работы.

**Рис. 12.1. Общая схема дистанционного мониторинга засоления орошаемых почв**



Ниже мы остановимся на отдельных этапах создания системы мониторинга засоления почв, выборе оптимальных сроков съемки, наземных обследований, других важных особенностях организации этой работы.



### ***Метод дистанционной диагностики засоления орошаемых почв полей хлопчатника***

Как показал обзор литературы, между фотоизображением аэро- и космоснимков и засоленностью почв существует определенная зависимость, позволяющая разработать метод ее оперативной дистанционной диагностики (Бутивищенко, 1980; Бутивищенко, Кондратьева, Лабутина, 1980; Вышивкин, 1975; Головина и др., 1990; Дополнение к методике по качественному и количественному учету..., 1989; Емельянов и др., 1980; Керзум, Земан, 1967; Козлечков и др., 1973; Мазиков, 1978; Мамедов, Нагиев, 1981; Панкова и др., 1986; Панкова, Мазиков, 1975а, 1976, 1985). Эта задача является основной в дистанционном мониторинге засоления почв. Нами эта задача решалась для орошаемых земель хлопкосеющей зоны, в первую очередь, для полей хлопчатника. При этом необходимо было получить ответ на два вопроса: во-первых, определить требования к материалам аэрофотосъемки и космической съемки, содержащим необходимую информацию о засолении почв; во-вторых, установить дешифровочные признаки и объем информации, которую можно получить по снимкам.

Экспериментальные исследования проводили, главным образом, на территории Новой зоны орошения Голодной и Джизакской степей, общая площадь которых составляет около 600 000 га. Разнообразие природной обстановки и хорошая наземная изученность территории, наличие аэро- и космоснимков разных лет, в том числе материалов специальных аэрофотосъемок, выполненных по нашему заказу, сделало этот объект очень удобным для решения методических задач дистанционной диагностики засоления почв. Полученные результаты были проверены и подтверждены в других регионах Средней Азии: на орошаемых землях Каршинской степи, в Каракульском оазисе, Шахрисабзской котловине и т.д.

### ***Требования к материалам съемки, используемым для оценки засоления почв орошаемых земель Центральной Азии***

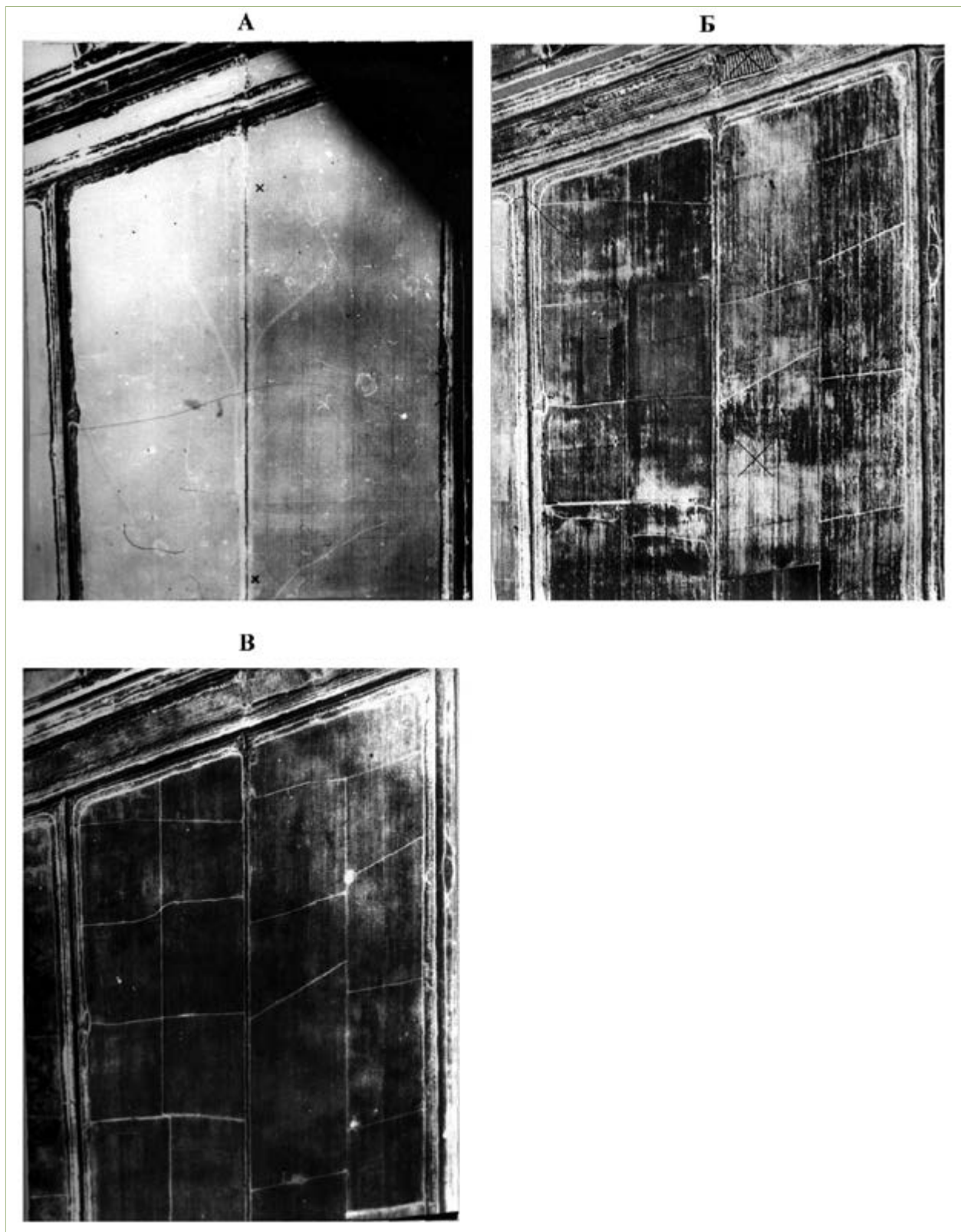
*Сроки проведения фотосъемки.* Для решения вопроса о выборе оптимального срока съемки сопоставлялось фотоизображение полей хлопчатника на снимках весеннего, летнего, осеннего и зимнего сезонов съемки с засоленностью почв, оцениваемой по аналитическим данным. Анализ фотоизображения показал, что снимки разных сезонов аэрофотосъемки на одну и ту же территорию имеют разное фотоизображение. На Рис. 12.2 в качестве иллюстрации приведены снимки одного и того же поля двух сроков съемки — весны и осени. На весеннем снимке поле выглядит абсолютно однородным и имеет светлый тон. Судя по этому снимку, можно также предположить, во-первых, что данная территория характеризуется одинаковыми свойствами почв и, в частности, засолением; во-вторых, что снимок весеннего срока съемки не информативен для оценки засоления почв. Правильность второго вывода подтверждается материалами осенней аэрофотосъемки. На осенних снимках отчетливо выражены пятна – выпадения хлопчатника. При наземном обследовании была определена засоленность почв этих неоднородных по фотоизображению контуров и было показано, что фотоизображение на осенних снимках определялось засолением почв, проявляющимся через состояние хлопчатника.

Однородность фотоизображения на весеннем снимке обусловлена особенностями спектральной отражательной способности аридных почв. По данным экспериментальных исследований (Толчельников, 1974; Орлов и др., 1982; Розанова, Лопухина, 1988; Орлов, Караванова и др., 1991), спектральная отражательная способность разных типов почв аридной зоны близка между собой и не зависит от их засоленности. Исключение составляют лишь солончаки с яркой солевой коркой. Значительно сильнее, чем засоление, влияет на отражательную способность аридных почв их влажность. Поливы маскируют пятна-выпады хлопчатника даже на позднелетних снимках.

Черный (темно-серый) тон на снимках весенних сроков съемки соответствует либо сильновлажной поверхности почвы, либо полю, занятому другой культурой, например, люцерной второго года возделывания (Рис. 12.3). На снимках осенних сроков съемки наблюдается обратная картина: люцерна скошена и поверхность поля светлая, хлопчатник же дает темное фотоизображение. Сопоставление фотоизображения одного и того же поля, занятого хлопчатником, позволило установить, что на снимках зимнего сезона съемки также, как на весенних и раннелетних снимках, пятнистость полей, связанная с засолением, практически не отражается. На летних снимках пятнистость полей четко видна. Однако неравномерность увлажнения почв, связанная с поливом, часто осложняет дешифрирование. **Поэтому для оценки засоления почв наиболее целесообразно использовать материалы аэросъемки, сделанной только в короткий отрезок времени: после прекращения поливов и до начала дефолиации. Это, примерно, соответствует периоду с 20 августа по 10 сентября.** В этот период биомасса и проективное покрытие хлопчатника максимальны. В зависимости от погодных условий и климатических особенностей района, этот интервал может несколько сдвигаться. Если оценка засоления почв проводится по снимкам более раннего срока съемки, то возможно завышение значений засоления, так как проективное покрытие не достигло максимума и на снимке отмечается более светлый тон.

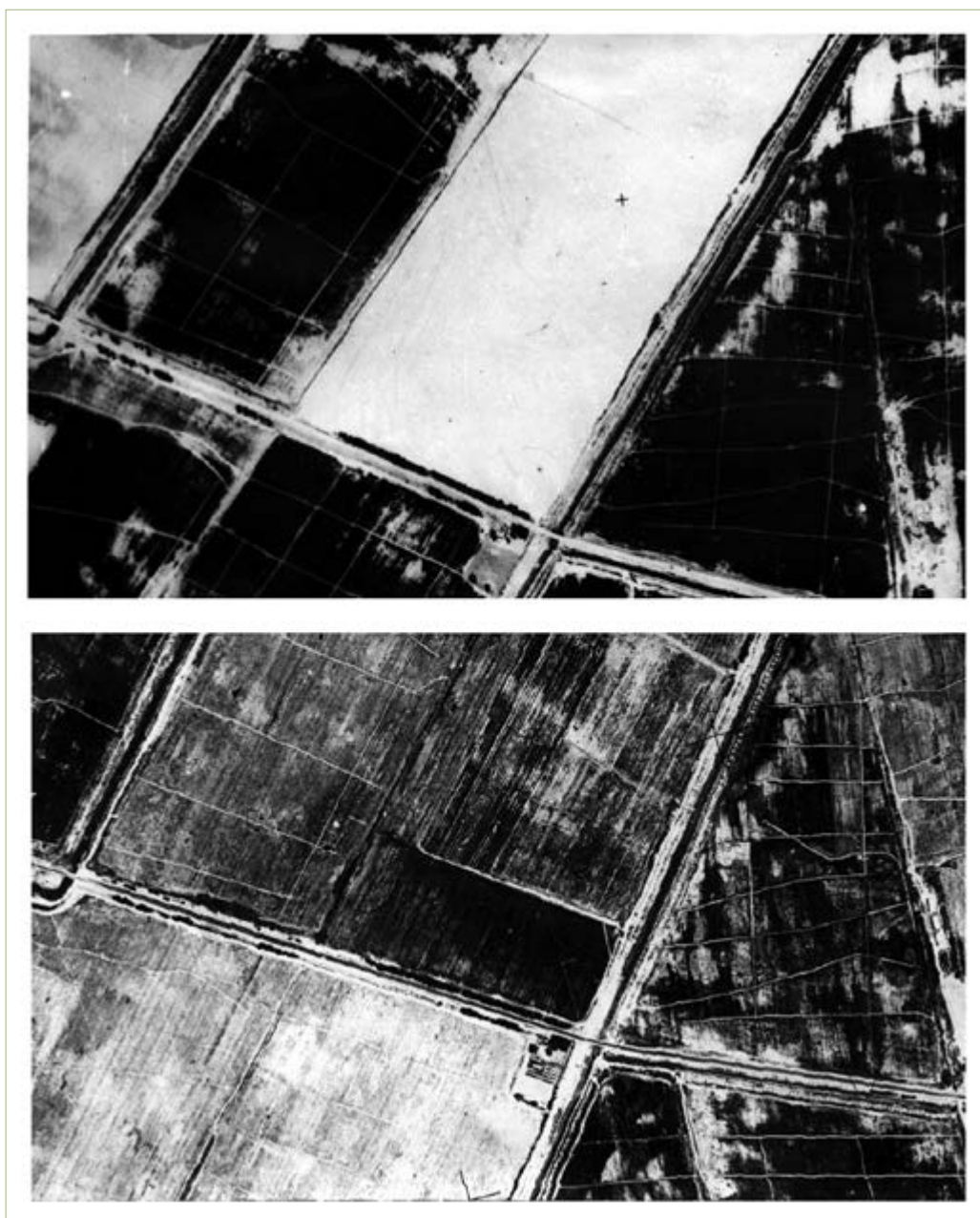
Снимки весенних, раннелетних, позднелетних и зимних сроков съемки практически не пригодны для оценки по ним засоления почв полей хлопчатника. В то же время по снимкам весенних и летних сроков съемки можно получить полезную дополнительную информацию о состоянии полей, занятым другими культурами (люцерной, кукурузой и т.д.).

**Рис. 12.2. Информативность снимков разных сезонов. А – 13.04.1985 – снимок для оценки засоления не информативен; ровный белесый тон открытой поверхности почвы; Б – 23.08.1985 – наиболее информативный срок съемки для оценки засоления почв; белесые пятна соответствуют выпадам хлопчатника из-за повышенного засоления почв; В – 30.09.1985 – после проведения дефолиации проективное покрытие хлопчатника резко падает и пятна выпадов на снимке могут не соответствовать засолению почв**



Анализ связи фотоизображения на снимках разных сезонов с состоянием поля хлопчатника и засоленностью почв позволил сделать и еще один определяющий вывод: оценить засоленность почв орошаемых территорий аридной зоны можно только через состояние культуры, то есть по косвенному признаку. Прямое определение засоленности почв по их спектральной отражательной способности невозможно. Это и определяет строгие требования к сезону съемки.

*Рис. 12.3. На весеннем снимке (верхний) хорошо дешифрируется размещение кормовых культур, на осеннем (нижний) – на большой территории культуры скошены*



Полевые работы для обоснования контуров, выделенных по снимкам, должны проводиться в тот же год и сезон, что и съемка. Это связано с высокой динамичностью засоления орошаемых почв (годовой и сезонной). Подробнее этот вопрос будет рассмотрен ниже. Севообороты, то есть смена сельскохозяйственных культур на исследуемой территории также делают практически невозможным проведение полевых работ по снимкам прошлых лет. В качестве исключения на

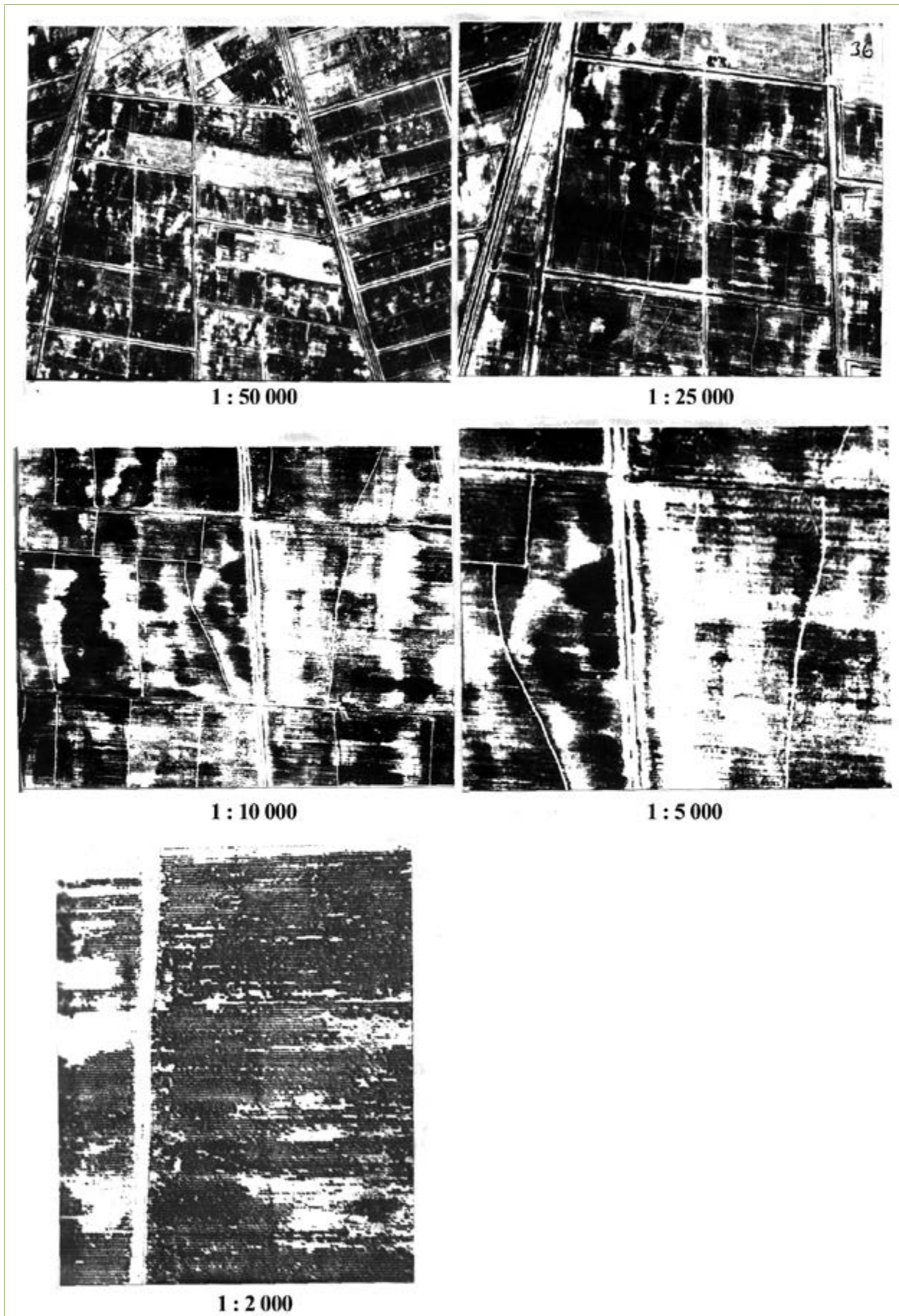
землях длительных сроков орошения допускается проведение полевых работ с использованием снимков прошлого года, однако точность составляемой карты при этом может существенно снизиться.

*Типы и масштабы съемки.* Сравнение информативности разных по масштабу снимков проводилось нами по панхроматическим аэрофотоснимкам. Так как в настоящее время корректнее говорить о разрешении материалов дистанционного зондирования, то в скобках приводится примерное разрешение, соответствующее данному масштабу (согласно данным [www.sovzond.ru](http://www.sovzond.ru)).

Нами анализировались снимки одного срока съемки в масштабах от 1:100 000 (20 м) до 1:2000 (0.4 м). Их сопоставление показало, что наиболее полную информацию о засолении почв можно получить по снимкам масштаба 1:10 000 (2 м) раннеосеннего срока съемки. Хлопчатник, находящийся в хорошем состоянии, отражается на черно-белом панхроматическом фотоснимке или снимке красной зоны спектра контурами однородного темного тона; поверхность, лишенная растительности – белым тоном. При более мелком масштабе (1:25 000 (5 м) -1:50 000 (10 м) и т.д.) на снимках происходит фотогенерализация пятен – выпадов диаметром 5-10 м (Рис. 12.4), и часть информации теряется. На снимках более крупных масштабов выделяются отдельные растения и борозды, то есть появляется избыточная информация, мешающая дешифрированию.

Таким образом, сопоставление информативности снимков масштабов 1:10 000 (2 м), 1:25 000 (5 м), 1:50 000 (10 м) и более мелкого по количеству выделяемых контуров показало, что для характеристики засоления почв наиболее информативны снимки масштаба 1:10 000 (2 м). На них отчетливо видна внутренняя структура (содержание) фотоконтуров, отражающая неоднородность (пятнистость) засоленных почв. Размер пятен, визуально видимых на снимках этого масштаба, соответствует на местности площадям от 0,01 до 0.2 га. На снимках более мелкого масштаба, например, 1:50 000 (10 м), отчетливо различимы лишь более крупные пятна (0.2–1 га). Таким образом, выигрыш в обзорности снимков мелкого масштаба приводит к некоторой потере информации за счет фотогенерализации мелких контуров. Следовательно, используя снимки мелких масштабов при визуальном дешифрировании, можно потерять значительную часть информации о засолении почв. Поэтому при организации регионального или локального мониторинга засоления почв для определения площадей засоленных земель необходимо использовать снимки масштаба 1:10 000 (или с разрешением около 2 м).

**Рис. 12.4. Информативность аэрофотоснимков разного масштаба**



Согласно материалам, приведенным выше, можно констатировать, что для диагностики засоления почв по фотоизображению должны быть использованы снимки, отвечающие определенным требованиям:

- должны соответствовать году, для которого требуется получить информацию о засолении почв;
- должны соответствовать раннеосеннему сезону съемки (периоду созревания хлопчатника);
- должны быть черно-белые панхроматические снимки, либо снимки красной зоны или синтезированные многозональные;
- масштаб снимка определяет объем получаемой информации о засолении почв; для количественного учета площадей засоленных почв целесообразно использовать снимки масштаба 1:10 000 (или разрешением около 2 м).

Рассмотренные ниже дешифровочные признаки засоления почв определялись для снимков, отвечающих вышеуказанным требованиям.

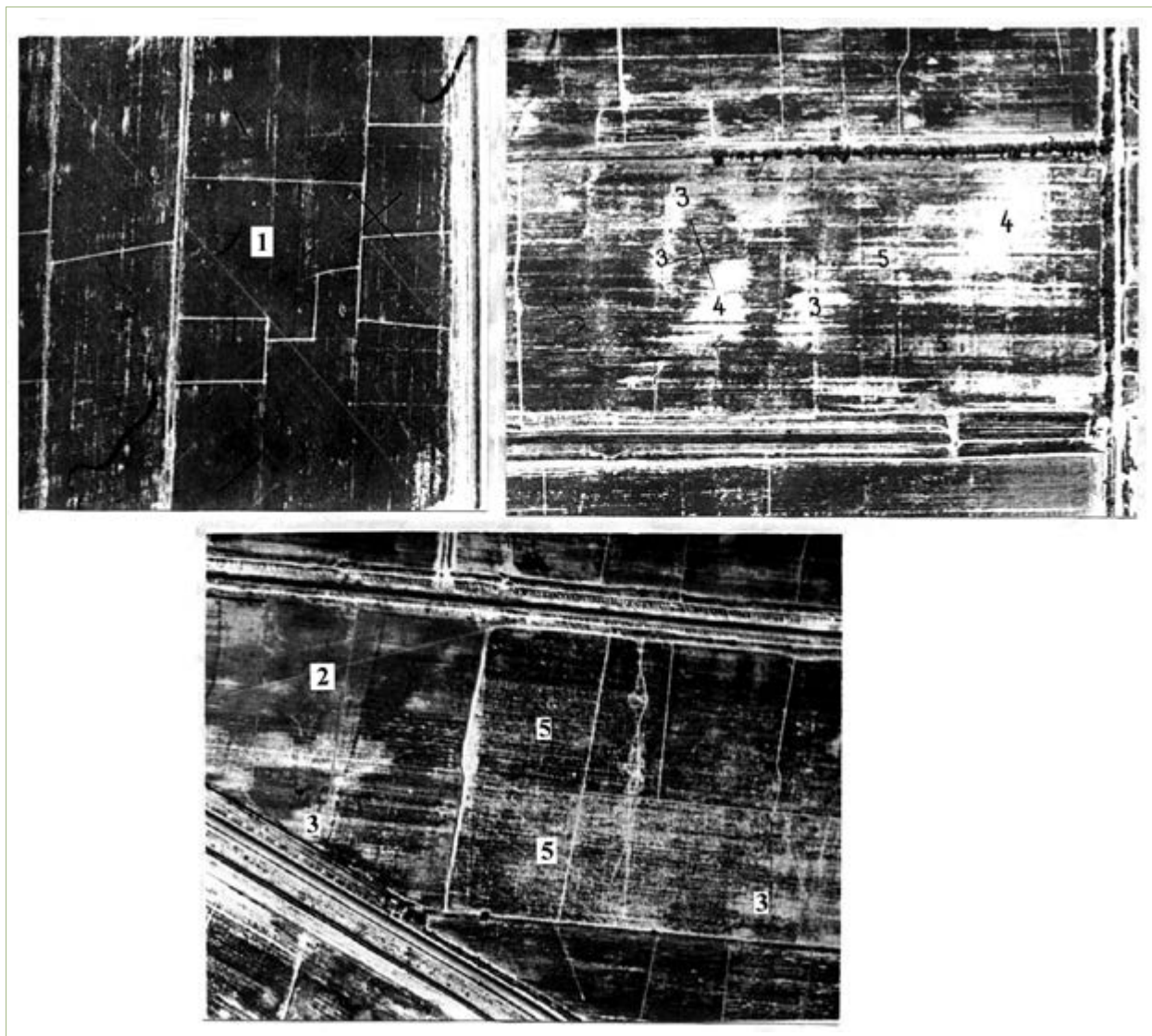
### *Дешифровочные признаки засоления почв полей хлопчатника*

На почвах, подверженных засолению, всегда наблюдается пятнистость полей с неравномерной густотой стояния и различным развитием растений (Легостаев, 1959). Именно этот факт был положен в основу разработки дешифровочных признаков хлопковых полей.

Поверхность поля, покрытого хлопчатником, на снимках осенней съемки отображается однородным темно-серым тоном, участки без хлопчатника — светлым тоном. Различное сочетание участков темных и светлых тонов отражает пятнистое состояние полей хлопчатника и характеризует неоднородные по фотоизображению контуры (Рис. 12.5).

Фотоизображение полей хлопчатника дешифрируется по двум показателям: тону и рисунку. Визуально на черно-белых снимках безошибочно выделяются два тона: темный и светлый. В ряде случаев можно выделить и переходные тона, но при визуальном дешифрировании выделить их трудно в связи с субъективным восприятием тона, а также в связи с разной контрастностью отпечатков. По рисунку фотоизображения поля хлопчатника делятся на однородные и неоднородные. Однородные — это контуры с однотонным (темным или светлым) фотоизображением, которые масштаб снимков позволяет выделять в качестве самостоятельных. Неоднородные — это контуры, состоящие из пятен разного фототона, которые не могут быть выделены в виде самостоятельных на снимках соответствующего масштаба и потому выделяются как сложные, комплексные. Рисунок фотоизображения неоднородных контуров определяется процентом участия темных и светлых пятен, их размером и конфигурацией.

**Рис. 12.5. Дешифровочные признаки засоления полей хлопчатника: 1 – однородный темно-серый тон, присутствие белого крапа менее 30% почвы не засолены или имеют слабое засоление метрового слоя; 2 – однородный светло-серый тон, присутствие белого крапа менее 30% - почвы преимущественно слабого засоления; 3 – белесый тон, присутствие темного крапа менее 20%, размеры контуров 0,25-1 га, почвы преимущественно среднего засоления; 4 – белесый тон, присутствие темного крапа менее 20%, площадь контуров более 1 га – почвы преимущественно сильного засоления; 5 – сложные контуры, засоление которых зависит от процентного участия в них белесых пятен-выпадов площадью менее 0,25 га и может колебаться от слабого до сильного**



В зависимости от размера преобладающих в контуре пятен неоднородные контуры на снимках масштаба 1:10 000 (соответствует разрешению около 2 м) делятся на: а) мелкопятнистые (мелкокрапчатые, пунктирно-пятнистые) – диаметр пятен около 1 мм (10 м на местности); б) пятнистые – диаметр пятен 2-5 мм (20-50 м на местности); в) крупнопятнистые – диаметр пятен 5-10 мм (50-100 м на местности). При этом на снимках масштаба 1:10 000 единичные крупные светлые пятна (диаметром 5-10 мм) могут выделяться и в качестве отдельных самостоятельных однородных контуров. Пятна диаметром больше 10 мм (100 м на местности) обязательно выделяются в самостоятельные контуры.



По процентному отношению темных и светлых пятен неоднородные контуры делятся на: а) слабопятнистые (преобладает один тон; участие пятен другого тона менее 20%); б) среднепятнистые (участие пятен 20-40%.); в) равномерно-пятнистые (пятна разных тонов составляют, примерно, одинаковый процент — 40-60% площади контура).

Такой подход к анализу фотоизображения черно-белых панхроматических снимков был использован нами для установления связи между засолением почв и фотоизображением. Засоление почв оценивалось по содержанию легкорастворимых токсичных солей в водной вытяжке 1:5 или по содержанию иона Na, который четко коррелирует с суммой токсичных солей. В Таблицах 12.1-12.4 приведены показатели, которые использовались нами для характеристики засоления почв объектов исследования (Базилевич, Панкова, 1968; Панкова, Мазиков, 1985). Приведем некоторые материалы, характеризующие засоление почв выделенных по снимкам фотоконтуров. Данные для характеристики засоления почв собирали по скважинам, точно привязанным к фотоизображению по фототону и рисунку. В контурах с неоднородным пятнистым рисунком скважины располагались точно в соответствующем пятне — светлом или темном — и фиксировались на снимках.

**Таблица 12.1. Разделение орошаемых почв по глубине залегания верхней кровли солевого горизонта.**

Почвы	Глубина залегания верхней кровли солевого горизонта в слое, см
Солончаковые (включая солончаки)	0-30
Высокосолончаковатые	30-50
Солончаковатые	50-100
Глубокозасоленные	100-200
Потенциальнозасоленные	Глубже 200

**Таблица 12.2. Оценка степени засоления почв по вытяжкам из паст (Richards, 1954).**

Показатель	Метод определения		Засоленность
	по электропроводности, мСм/см при t=25°C	сумма солей на 100 г почвы, %	
Засоление практически не проявляется	До 2	0-0.15	Отсутствует
Снижение урожайности культур:			
чувствительных к засолению	2-4	0-0.15	Слабая
большинства	4-8	0.15-0.35	Средняя
В удовлетворительном состоянии находятся культуры:			
только солеустойчивые	8-16	0.35-0.65	Сильная
очень немногие солеустойчивые культуры	>16	>0.65	Очень сильная

**Таблица 12.3. Оценка уровня засоления почв по содержанию ионов (ммоль(экв)/100 г почвы, по данным водных вытяжек 1:5)\*.**

Уровень (степень) засоления почв	Хлоридное, сульфатно-хлоридное		Хлоридно-сульфатное, сульфатное	Щелочное (содовое)		
	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (токсичный)	Na <sup>+</sup>	pH водн. 1:2.5
Незасоленные	<0.3	<0.6	<1	<0.8	<0.6	<8.5
Низкий	0.3-1	0.6-2	1-2	0.8-1.4	0.6-2	8.5-8.8
Средний	1-3	2-4	2-6	1.4-2.0	2-4	9-9.1
Высокий	3-7	4-8	6-12	2.0-3.0	4-8	9.2-9.4
Очень высокий	>7	>8	>12	>3.0	>8	>9.5

\* Уровень засоления может оцениваться по одному из приведенных показателей, который наиболее четко коррелирует с суммой токсичных солей.

По данным, полученным на ключевых участках, расположенных на территории Новой зоны орошения Голодной степи, было установлено, что почвы темных однородных по фотоизображению контуров в слоях 0-25 см, 0-50 см и 0-100 см характеризуются низким содержанием солей и относятся к незасоленным. При этом нижележащие слои могут характеризоваться различным засолением: как низким, так и очень низким (Рис. 12.6).

**Таблица 12.4. Классификация почв по содержанию солей в зависимости от химизма**  
**(числитель – сумма солей, знаменатель – сумма токсичных солей\*, % водной вытяжки 1:5)**

Уровень (степень) засоления почв	Химизм засоления (по соотношению ионов, ммоль(экв)/100 г почвы)		
	Нейтральное засоление: pH<8,5; HCO <sub>3</sub> <Ca+Mg		
	Хлоридный, сульфатно-хлоридный Cl/SO <sub>4</sub> >1	Хлоридно-сульфатный Cl/SO <sub>4</sub> =1-0.2	Сульфатный Cl/SO <sub>4</sub> <0.2
Порог токсичности (незасоленные почвы)	$\leq 0.1$ $< 0.05$	$< 0.1^{**}$	$< 0.15^{**}$
Низкий	$\frac{0.1-0.2}{0.05-0.12}$	0.1-0.25 <sup>**</sup>	0.15-0.3 <sup>**</sup>
Средний	$\frac{0.2-0.4}{0.12-0.35}$	0.25-0.5 <sup>**</sup>	0.3-0.6 <sup>**</sup>
Высокий	$\frac{0.4-0.8}{0.35-0.7}$	0.5-1.0 <sup>**</sup>	0.6-1.5 <sup>**</sup>
Очень высокий	$\frac{\geq 0.8}{> 0.7}$	$> 1.0^{**}$	$> 1.5^{**}$

В то же время засоление почв светлых фотоконтуров в слое 0-100 см преимущественно сильное, хотя в слое 100-200 см и глубже засоленность почв может сильно варьировать и даже быть слабой (Рис. 12.7). Следует указать еще на одну особенность засоления почв светлых контуров: засоленность почв в слоях 0-50 см и 0-100 см может существенно различаться. В этом случае более жесткая корреляция между состоянием растительности и фотоизображением выявляется для слоя 0-50 см, так как именно в нем сосредоточена основная масса корней хлопчатника, реагирующего на засоление.

**Рис. 12.6. Характеристика засоления почв однородных (однотонных) по фотоизображению темных (А) и светлых**

## Химизм засоления (по соотношению ионов, ммоль(экв)/100 г почвы)

## Щелочное засоление: pH&gt;8,5

Хлоридно-содовый и содово-хлоридный Cl/SO4>1 HCO3>Ca+Mg	Сульфатно-содовый и содово- сульфатный Cl/SO4<1 HCO3>Ca+Mg	Сульфатно-хлоридно- гидрокарбонатный HCO3>Cl HCO3>SO4 HCO3<Ca+Mg
<u>&lt;0.1</u> <0.1	<u>&lt;0.15</u> <0.15	<u>&lt;0.2</u> <0.15
<u>0.1-0.2</u> 0.1-0.15	<u>0.15-0.25</u> 0.15-0.25	<u>0.2-0.4</u> 0.15-0.3
<u>0.2-0.3</u> 0.15-0.3	<u>0.25-0.4</u> 0.25-0.4	<u>0.4-0.5</u> 0.3-0.5
<u>0.3-0.5</u> 0.3-0.5	<u>0.4-0.6</u> 0.4-0.6	Не встречается
<u>&gt;0.5</u> >0.5	<u>&gt;0.6</u> >0.6	Не встречается

\* Сумма токсичных солей равна сумме токсичных ионов, выраженных в процентах:  $S_{\text{токс.солей}}(\%) = Cl + Mg + SO4_{\text{токс.}} + HCO3_{\text{токс.}}$ . Ионы Cl, Na, Mg относятся к категории токсичных целиком; расчет токсичных ионов целесообразно производить только в случае, когда содержание Ca в водных вытяжках более 1-2 ммоль(экв)/100 г почвы.  $HCO3_{\text{токс.}} = HCO3_{\text{общ.}} + Ca$ ;  $SO4_{\text{токс.}} = SO4_{\text{общ.}} - (Ca - HCO3)$ . Расчет суммы токсичных ионов проводят в ммоль(экв), затем эти величины переводят в проценты и суммируют.

\*\* Почвы хлоридно-сульфатного и сульфатного типов засоления следует обязательно оценивать по содержанию токсичных солей, так как оценка по плотному остатку (или общей сумме солей) может привести к существенным ошибкам. Поэтому в соответствующих графах приводятся градации только по сумме токсичных солей, а плотный остаток или общая сумма солей не дается, в отличие от других типов засоления, которые допустимо оценивать по сумме солей. Примечание 1. Приводятся значения pH водной суспензии. Примечание

2. При наличии сокращенных водных вытяжек засоление почв можно оценивать по токсичным ионам, четко коррелирующим с суммой токсичных солей (Хитров, Понизовский, 1990). Критерии оценки степени засоления почв по содержанию отдельных ионов приведены в Таблице 12.3.

(Б) контуров на разных ключевых участках по слоям: 1 – 0-25 см; 2 – 0-50 см; 3 – 0-100 см; 4 – 100-200 см; 5 – 200-300 см

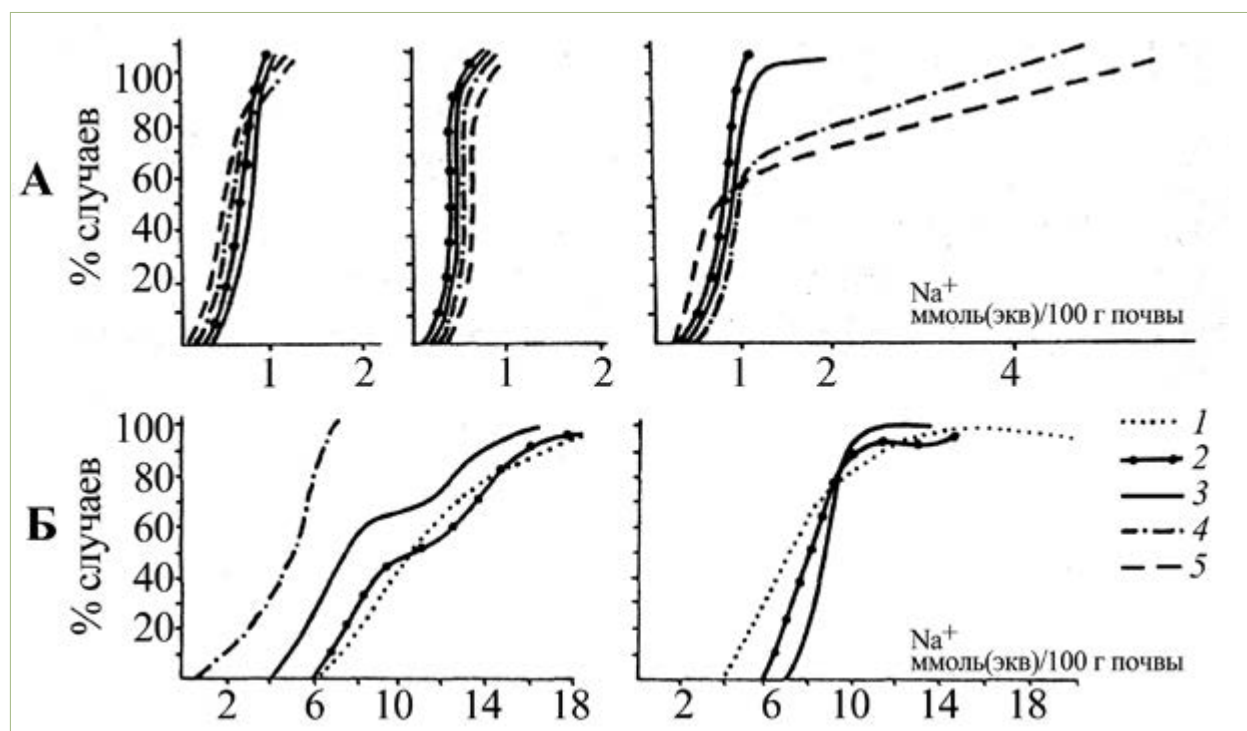
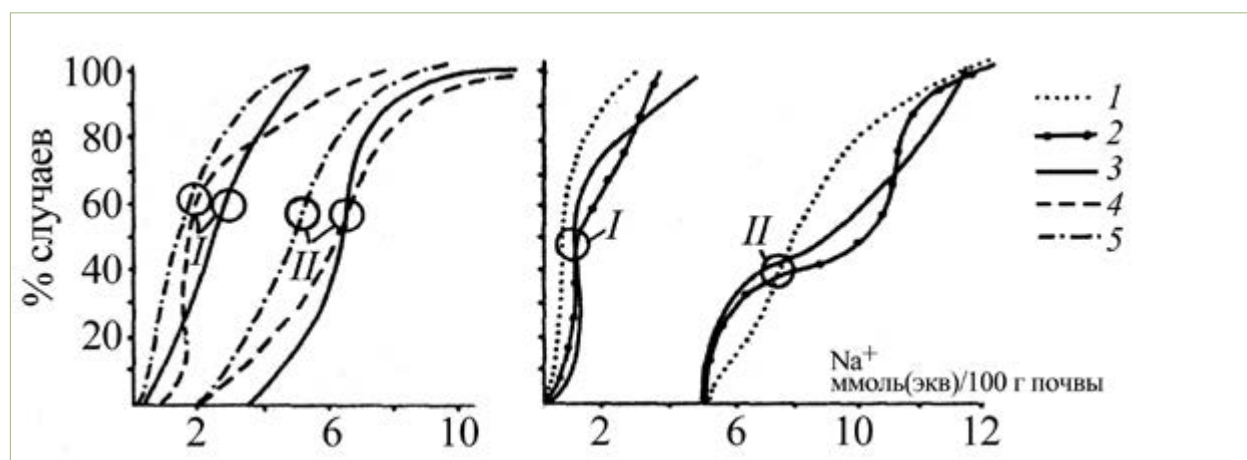


Рис. 12.7. Характеристика засоления почв неоднородных по фотоизображению контуров при мелкопятнистом (слева) и крупнопятнистом (справа) рисунке фотоизображения: I – темных компонентов контуров; II – светлых компонентов контуров. Слой, см: 1 – 0-25; 2 – 0-50; 3 – 0-100; 4 – 100-200; 5 – 200-300



Нами была изучена связь размера однотонного контура с засолением почв. С этой целью были проведены полевые работы в совхозах № 6 и № 10 Новой зоны освоения Голодной степи и в совхозе № 4 Джизакской степи. К однородным темным контурам были отнесены контуры абсолютно однотонные — серые либо с мелкой пунктирной пятнистостью, составляющей менее 5% площади контура. Однородными светлыми контурами считались те, в пределах которых темные мелкие пятна занимали площадь менее 20%. Сопоставлялось засоление почв разных по размеру контуров: темных контуров площадью более 9 га (3 см<sup>2</sup> на снимке масштаба 1:10 000), 1-9 га (1—3 см<sup>2</sup>) и менее 1 га (1 см<sup>2</sup>); светлых контуров площадью больше 1 га (1 см<sup>2</sup> на снимке), 0.25-1 га (1-0.25 см<sup>2</sup>) и меньше 0.25 га (менее 0.25 см<sup>2</sup>).

Почвы темных однотонных контуров размером крупнее 9 га характеризуются преобладанием незасоленных почв (более 50%) при участии слабозасоленных, доля которых может варьировать в зависимости от мелиоративных особенностей территории. Темные однотонные контуры размером 1-9 га характеризуются сочетанием незасоленных и слабозасоленных почв. Причем участие тех и других почв может существенно варьировать. Если темные однотонные контуры имеют размеры менее 1 га, то засоленность почв в них оказывается слабой, в контуре присутствуют незасоленные и средnezасоленные почвы, т.е. в таком случае дешифровочный показатель оказывается более неустойчивым. Поэтому темные пятна размером менее 1 см<sup>2</sup> на снимках масштаба 1:10 000 не следует выделять в качестве однородных по засолению почв контуров, а целесообразно всегда относить к комплексным.

Контуры светлого фототона (лишенные хлопчатника) размером крупнее 1 га отличаются преимущественно сильным или очень сильным засолением метрового слоя почвы. Если площадь белых пятен равна 0.25-1 га, то засоление почв в слое 0-100 см может варьировать от среднего до сильного, но преимущественно с преобладанием сильного. Если контуры светлого тона фотоизображения имеют размер менее 0.25 га, то засоленность почв в слое 0-100 см может варьировать от средней степени до очень сильной, т.е. является неустойчивым показателем. Таким образом, устойчивое высокое засоление почв в слое 0-100 см проявляется в почвах контуров светлого фототона размером более 0.25 см<sup>2</sup> на снимках масштаба 1:10 000. Такие контуры и выделялись нами в качестве однотонных светлых, характеризуемых преимущественно высоким засолением почв.

Изучение почв неоднородных по фотоизображению контуров показало, что эти почвы неоднородны и по засоленности. При этом степень засоления почв темных по фототону компонентов неоднородных контуров всегда ниже, чем светлых (Рис. 12.7). Это определяет необходимость при характеристике засоления комплексных (неоднородных) контуров отдельно характеризовать почвы светлых и темных пятен и их процентное соотношение, т.к. среднее значение далеко не всегда отражает истинное засоление почв неоднородных по фотоизображению контуров.

Проиллюстрируем это на материалах, полученных на территории Голодной и Каршинской степей (Таблица 12.5). Было установлено, что почвы фотоконтуров с мелкой пунктирной пятнистостью-крапом, занимающим 10-40% площади, оказались преимущественно слабозасоленными в слое 0-100 см. При этом на участках под хлопчатником преобладали почвы слабозасоленные и незасоленные; на пятнах-выпадах почвы были преимущественно слабо- или средnezасоленными. Контуры с равномерной мелкой (пунктирной) пятнистостью (диаметр пятен менее 1 мм) отличались преимущественно слабым и средним засолением почвы. При этом под хлопчатником преобладали слабо- и средnezасоленные почвы, на пятнах-выпадах – средnezасоленные.

Следующий вид неоднородных фотоконтуров - пятнистые контуры, в которых размер пятен-выпадов превышал 1 мм и равнялся, примерно, 2-5 мм в диаметре, а площадь пятен-выпадов составляла около 40-60% площади контура. Анализ засоления почв показал следующее. Почвы, отображенные на снимке темным фототоном, преимущественно средnezасоленные; белыми пятнами-выпадами

— в 90% случаев средне- и сильнозасоленные, при этом сильнозасоленные почвы составляли более 40%. При том же процентном участии светлых пятен (40-60%), но в случае, когда пятнистость была мелкая (пунктирная), сильнозасоленные почвы в пределах этих пятен составили около 20%. Чем больше размер пятен-выпадов в пределах комплексного контура, тем выше засоленность почв контура в целом. Таким образом, увеличение процентного участия и размеров пятен-выпадов в контуре свидетельствует об усилении засоления почв как в целом по контуру, так и в его компонентах, отраженных на снимках светлыми и темными пятнами.

**Таблица 12.5. Сравнение связи фотоизображения с засолением метрового слоя почвы в Голодной и Каршинской степях.**

№	Характеристика фотоизображения контура	Голодная степь					Каршинская степь						
		Всего выработок	Распределение выработок по степени засоления, по Na+ в ммоль(экв)/100 г почвы в слое 0-100 см					Всего выработок	Распределение выработок по степени засоления, по Na+ в ммоль(экв)/100 г почвы в слое 0-100 см				
			<1	1-2	2-6	6-12	>12		<1	1-2	2-6	6-12	>12
1	Однородный темно-серый (количество мелких светлых пунктирных пятен <10%):	<u>99</u> 100	<u>70</u> 71	<u>29</u> 29	-	-	-	<u>31</u> 100	<u>22</u> 71	<u>9</u> 29	-	-	-
	- заложены в темном фоне	-	-	-	-	-	<u>28</u> 100	<u>19</u> 68	<u>9</u> 32	-	-	-	
	- заложены в пятнах	-	-	-	-	-	<u>3</u> 100	<u>3</u> 100	-	-	-	-	
2	Мелкопятнистый (фон – серый, количество пунктирных светлых пятен 10-40%):	<u>96</u> 100	<u>25</u> 26	<u>38</u> 40	<u>33</u> 34	-	-	<u>34</u> 100	<u>14</u> 41	<u>12</u> 35	<u>7</u> 21	<u>1</u> 3	-
	- заложены в темном фоне	<u>78</u> 100	<u>25</u> 32	<u>35</u> 45	<u>18</u> 23	-	-	<u>31</u> 100	<u>14</u> 45	<u>10</u> 32	<u>7</u> 23	-	-
	- заложены в пятнах	<u>18</u> 100	-	<u>3</u> 17	<u>15</u> 83	-	-	<u>3</u> 100	-	<u>2</u> 67	<u>1</u> 33	-	-
3	Мелкопятнистый (пятнистость равномерная, светлых пятен 40-60%, d<1 мм):	<u>41</u> 100	<u>7</u> 17	<u>13</u> 32	<u>19</u> 46	<u>2</u> 5	-	<u>9</u> 100	<u>2</u> 22	<u>4</u> 45	<u>3</u> 33	-	-
	- заложены в темном фоне	<u>30</u> 100	<u>7</u> 23	<u>11</u> 37	<u>12</u> 40	-	-	<u>4</u> 100	<u>2</u> 50	<u>2</u> 50	-	-	-
	- заложены в светлых пятнах	<u>11</u> 100	-	<u>2</u> 18	<u>7</u> 64	<u>2</u> 18	-	<u>5</u> 100	-	<u>2</u> 40	<u>3</u> 60	-	-
4	Пятнистый (пятнистость равномерная, пятен 40-60%, d=1-5 мм):	<u>40</u> 100	-	<u>3</u> 7	<u>27</u> 68	<u>10</u> 25	-	<u>16</u> 100	-	<u>2</u> 13	<u>7</u> 44	<u>6</u> 36	<u>1</u> 7

- заложены в темном фоне	$\frac{19}{100}$	-	$\frac{1}{5}$	$\frac{17}{90}$	$\frac{1}{5}$	-	$\frac{7}{100}$	-	$\frac{2}{29}$	$\frac{4}{57}$	$\frac{1}{14}$	-
- заложены в светлых пятнах	$\frac{21}{100}$	-	$\frac{2}{10}$	$\frac{10}{48}$	$\frac{9}{42}$	-	$\frac{9}{100}$	-	-	$\frac{3}{33}$	$\frac{5}{56}$	$\frac{1}{11}$
5 Однородный светлый тон (темных пятен < 10%):	$\frac{43}{100}$	-	-	$\frac{24}{56}$	$\frac{17}{40}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{32}{100}$	-	-	$\frac{2}{6}$	$\frac{19}{60}$	$\frac{11}{34}$
- заложены в темных пятнах	$\frac{7}{100}$	-	-	$\frac{7}{100}$	-	-	-	-	-	-	-	-
- заложены на светлом фоне	$\frac{36}{100}$	-	-	$\frac{17}{47}$	$\frac{17}{47}$	$\frac{2}{6}$	-	-	-	-	-	-

*Прочерк – не определялось. Примечание. Числитель – число скважин соответствующего засоления, знаменатель - % этих скважин от общей выборки, характеризующей соответствующее фотоизображение.*

Установленные закономерности оказались едиными для Каршинской, Голодной и Джизакской степей, где преобладают полугидроморфные почвы, следовательно, дешифровочные признаки для оценки засоления почв этих территорий могут быть единими.

Несколько особняком стоит территория Каракульского оазиса. Этот район древнего орошения, в отличие от рассмотренных выше, характеризуется почвами лугового ряда с чрезвычайно активной сезонной и многолетней динамикой засоления, обусловленной близким к поверхности залеганием грунтовых вод. Сопоставление фотоизображения с засолением почв Каракульского оазиса выявило более четкую связь для слоя 0-50 см, а не для слоя 0-100 см.

Следовательно, по фотоизображению можно с достаточно высокой степенью надежности оценить засоленность в слое 0-100 см в орошаемых почвах полугидроморфного и полуавтоморфного рядов; для почв гидроморфного ряда более четкая корреляция отмечается для слоя 0-50 см, но в том и другом случае связь фотоизображения с засолением метрового слоя почв проявляется достаточно четко. Это позволило нам установить единые дешифровочные признаки засоления почв хлопковых полей Центральной Азии (Таблица 12.6). Установленные дешифровочные признаки предназначены для оценки степени засоления почв по черно-белым панхроматическим снимкам масштаба 1:10 000 осенних сроков съемки и не могут механически переноситься на другие снимки и, в частности, на снимки других масштабов. Сопоставив фотоизображение снимков масштабов 1:10 000; 1:25 000; 1:50 000 и 1:100 000, мы обнаружили, что пятна—выпады размером около 1 га видны на всех этих снимках, но мелкая пунктирная пятнистость и даже средняя пятнистость на снимках масштаба мельче 1:10 000 –1:25 000 исчезает за счет фотогенерализации. Поэтому по снимкам масштаба 1:50 000 уверенно визуальное дешифрировать можно лишь три степени засоления: 1) преимущественно незасоленные и слабозасоленные; 2) преимущественно средnezасоленные; 3) преимущественно сильнозасоленные (Таблица 12.7). Для учета площади и мониторинга засоленных почв наиболее пригодны снимки масштаба 1:10 000, позволяющие выделять пять степеней засоления и определять площади почв разного засоления с точностью до гектара.



Суммируя все сказанное, можно сделать следующие выводы, касающиеся диагностики засоления почв по панхроматическим снимкам масштаба 1:10 000 осеннего срока съемки, соответствующим космическим снимкам высокого разрешения (около 2 м):

- Между фотоизображением и степенью засоления метрового (или полуметрового) слоя почв существует четкая корреляционная зависимость, позволяющая по фотоизображению судить о степени засоления почв и доле участия засоленных почв (% площади контура).
- Фотоизображение оценивается по тону и рисунку, причем наибольшую информацию несет рисунок. Тон при визуальном дешифрировании черно-белых снимков является неустойчивым показателем, поэтому мы предлагаем различать главным образом два тона: светлый и темный, где первый соответствует территории поля, лишенной хлопчатника, второй — под хлопчатником.
- По фотоизображению выделяются однородные (однотипные) и неоднородные (пятнистые) контуры. Минимальный размер однородного темного контура принят равным 1 см в диаметре, светлого – 0.5 см.
- Почвы однородных по фотоизображению контуров являются однородными и по засолению, т.е. в 80-90% случаев они относятся к одной градации по степени засоления и не более, чем в 10-20% случаев – к соседним градациям.
- Статистический анализ связи между засолением и фотоизображением почв однородных контуров на снимках масштаба 1:10 000 показал, что темно-серое (черное) однородное с едва наметившимися полосами фотоизображение, отражающее рядки посевов хлопчатника, характеризует в 80-90% случаев почвы с низким уровнем засоления (незасоленные и слабо засоленные) в слое 0-100 см. Засоленность более глубоких слоев почв на аэрофотоснимках орошаемых территорий, занятых хлопчатником, не отражается.
- Белые (светлые) однородные по фотоизображению контуры характеризуются в 80% случаев средним и высоким или очень высоким уровнем засоления почв в слоях 0-50 см и 0-100 см; засоление более глубоких горизонтов может сильно варьировать и не быть связанным с фотоизображением.



**Таблица 12.6. Единые дешифровочные признаки степени засоления почв хлопковых полей Центральной Азии (для черно-белых панхроматических аэрофотоснимков масштаба 1:10000 осеннего срока съемки).**

Показа-тель	Фотоизображение							
	Однородное (однотонное)				Мелкопятнистое (размер светлых пятен (крапа) 1-2 мм в диаметре)			
	Темное (>90% темного тона)		Светлое (>90% светлого тона)		Светлого крапа <20%		Светлого крапа 20-40%	
Тип рисунка; размер контура на снимке или пятна внутри сложного контура	Диаметр контура > 30 мм	Диаметр контура 10-30 мм	Диаметр контура > 10 мм	Диаметр контура 5-10 мм				
Тон элемента сложного контура	-	-	-	-	Светлые пятна	Темный фон	Светлые пятна	Темный фон
Степень засоления*	Незасоленные	Незасоленные или слабая степень	Очень сильная	Сильная и очень сильная	Слабая	Незасоленные и слабозасоленные	Слабая и средняя	Незасоленные и слабозасоленные
Содержание Na+ в ммоль(экв)/100 г почвы**	< 1	< 2	> 12	6-12 > 12	Около 2	< 2	2-6	< 2

\* Средневзвешенное засоление в слое 0-100 см, преобладающее в пределах контуров соответствующего фототона.

\*\* Степень засоления должна оцениваться по сумме токсичных солей или иону, четко коррелирующему с суммой токсичных солей, в частности по натрию (Панкова, Мазиков, 1985).

**Таблица 12.7. Единые дешифровочные признаки степени засоления почв хлопковых полей Центральной Азии (для черно-белых панхроматических аэрофотоснимков масштаба 1:50000 осеннего срока съемки).**

Показатель	Фотоизображение							
	Однородное (однотонное)			Неоднородное (светлые пятна выпадов на темном фоне хорошего хлопчатника)				
	Темно-серое	Серое	Светло-серое (белое)	Мелкопятнистое (размер светлых пятен (крапа) 1-2 мм в диаметре)				
Тип рисунка; размер контура на снимке или пятна внутри сложного контура	Диаметр контура >10 мм	Диаметр контура >10 мм	Диаметр контура >6 мм			Светлого крапа <20%		Светлого крапа 20-50%
Тон элемента сложного контура	-	-	-	Светлые пятна	Темный фон	Светлые пятна	Темный фон	
Степень засоления*	Незасоленные и слабозасоленные	Незасоленные, слабозасоленные с участием среднезасоленных	Сильная и очень сильная	Средняя, сильная и очень сильная	Незасоленные и слабозасоленные	Средняя, сильная и очень сильная	Слабая и средняя	
Содержание Na+ в ммоль(экв)/100 г почвы**	< 2	< 2; 2-6	6-12 > 12	2-12; > 12	< 2	2-12; > 12	< 2; 2-6	

\* Средневзвешенное засоление в слое 0-100 см, преобладающее в пределах контуров соответствующего фототона.

\*\* Степень засоления должна оцениваться по сумме токсичных солей или иону, четко коррелирующему с суммой токсичных солей, в частности по натрию (Панкова, Мазиков, 1985).

Фотоизображение									
Неоднородное (светлые пятна выпадов на темном фоне хорошего хлопчатника)									
Пятнистое (размер светлых пятен 2-5 мм в диаметре)									
Светлых пятен <20%		Светлых пятен 20-40%		Светлых пятен 40-60%		Светлых пятен 60-80%		Светлых пятен >80%	
Светлые пятна	Темный фон	Светлые пятна	Темный фон	Светлые пятна	Темный фон	Светлые пятна	Темный фон	Светлые пятна	Темный фон
Средняя и сильная	Слабая	Средняя и сильная	Слабая	Сильная	Средняя	Сильная и очень сильная	Средняя	Сильная и очень сильная	Сильная и средняя
2-6; 6-12	Около 2	2-6; 6-12	Около 2	6-12	2-6	6-12; > 12	2-6	6-12; > 12	2-12

Фотоизображение							
Неоднородное (светлые пятна выпадов на темном фоне хорошего хлопчатника)							
Пятнистое (размер светлых пятен 2-5 мм в диаметре)							
Светлого крапа > 50%		Светлого крапа < 20%		Светлого крапа 20-50%		Светлого крапа > 50%	
Светлые пятна	Темный фон	Светлые пятна	Темный фон	Светлые пятна	Темный фон	Светлые пятна	Темный фон
Сильная и очень сильная	Слабая и средняя	Сильная и очень сильная	Незасоленные и слабо-засоленные	Сильная и очень сильная	Слабая и средняя	Очень сильная	Слабая и средняя
2-12; > 12	2-6	6-12; > 12	< 2; 2-6	6-12; > 12	2-6	> 12	2-6

- Почвы неоднородных (пятнистых) по фотоизображению контуров характеризуются и неоднородным засолением.
- Пятнистые контуры делятся по размеру пятен-выпадов и процентному участию пятен от общей площади контура на мелкопятнистые, пятнистые и крупнопятнистые. В зависимости от размера и процента участия слагающих фотоизображение компонентов (светлый и темных пятен) изменяется степень засоления почв в слое 0-100 см или 0-50 см.

а) Мелкопятнистые (пунктирные) контуры (пятна с  $d$  1-2 мм) характеризуют наиболее низкую степень засоления почв. Темно-серые компоненты мелкопятнистых контуров, занимающие более 60% общей площади, соответствуют почвам незасоленным. При участии менее 60% засоление почв темно-серых по фототону контуров несколько повышается и оценивается обычно как слабое. Если доля белых мелких пятен составляет менее 60% площади контура, то соответствующие им почвы относятся к слабозасоленным или даже к незасоленным, а при большем количестве мелких пятен засоление соответствующих им почв может возрастать до среднего.

б) Пятнистые контуры (пятна  $d$  2-5 мм) характеризуют среднюю степень неоднородности фотоизображения и засоленности почв. Если темно-серый тон покрывает более 80% площади контура, то он отражает почвы незасоленные или слабозасоленные, если эта площадь меньше 60-80%, то почвы относятся к средnezасоленным. Белые участки фотоизображения соответствуют почвам средней и сильной степени засоления.

в) Крупнопятнистые контуры (пятна  $d$  5-10 мм) наиболее неоднородны по засоленности почв. Светлые по фототону участки при крупномасштабном фотоизображении (при любом процентном содержании их в контуре) характеризуют преимущественно сильнозасоленные почвы. Засоленность почв, которым соответствуют темные компоненты крупнопятнистых контуров, может существенно варьировать в зависимости от доли участия темных пятен.

- Различие в засолении почв светлых и темных компонентов неоднородных контуров обычно соответствует 1-2 градациям по степени засоления.

Использование указанных дешифровочных признаков позволяет по фотоизображению с достаточно высокой степенью надежности судить о засолении орошаемых почв хлопковых полей и считать метод дистанционной диагностики почв пригодным для организации мониторинга засоления почв орошаемых территорий.

Основываясь на рассмотренных выше дешифровочных признаках (Таблица 12.6), можно перейти к этапу составления карты засоления почв как основы для объективной инвентаризации засоленных почв орошаемых территорий.

### *Требования к выполнению почвенно-солевых съемок орошаемых территорий*

Орошаемые территории являются крайне сложным объектом картирования засоления почв из-за динамичности картируемого показателя, мелкой контурности и высокой пространственной неоднородности засоления почв, а также сложности визуальной оценки засоления. Эти особенности и определяют требования к почвенно-солевым съемкам орошаемых территорий (Гусенков, 1979; Гусенков, Панкова, 1986 и др.).

Полевые почвенно-солевые съемки орошаемых территорий должны проводиться оперативно, в течение одного сезона, продолжительность которого не должна превышать двух-трех месяцев, так как засоление орошаемых почв является динамичным показателем, изменяющимся как в сезонном, так и многолетнем цикле. Поэтому недопустимо совмещать на одной карте сведения, полученные в разные сезоны года и тем более в разные годы. На карте должна быть указана дата солевых съемок. Съемки следует проводить осенью – в сухой период, после прекращения поливов, желательно в период аэрофотосъемки или в течение 1-2 месяцев после аэрофотосъемки.

Почвенно-солевые съемки орошаемых территорий могут выполняться в разных масштабах в зависимости от цели работ. Для характеристики мелиоративного состояния массива орошения, площадь которого исчисляется десятками тысяч гектаров, для выявления ареалов распространения засоленных почв, районирования территории, выбора мест заложения ключевых участков в целях более детальных исследований почвенно-солевые съемки проводят в средних масштабах (1:50 000 – 1:200 000). Для учета площадей почв разного засоления - инвентаризации земель в целях мониторинга - солевые съемки должны выполняться в крупных масштабах (1:10 000 и 1:25 000); при контроле за промывками на опытных участках, изучении динамики засоления на отдельных полях выполняются детальные солевые съемки.

Поскольку орошаемые засоленные территории характеризуются, как правило, высокой пространственной вариабельностью засоления почв, почвенно-солевые съемки орошаемых территорий должны обеспечить отражение на картах неоднородности засоления почв путем показа комплексных контуров и доли участия в них почв разного засоления. Засоление почв каждого компонента неоднородности почвенного контура характеризуется самостоятельно.

Для получения сведений о засолении почв неоднородных контуров и определения состава и процента компонентов почв разного засоления проводятся исследования в более детальном масштабе на ключевых участках. Чем меньше размер почвенного контура, тем крупнее должен быть масштаб съемки для ее расшифровки.

При картировании орошаемых полей с однородным фотоизображением следует иметь в виду, что середина междурений, как правило, отличается повышенным засолением по сравнению с придренными участками. Это необходимо учитывать, закладывая почвенные выработки при картировании и оценке вариабельности засоления почв.

Почвенно-солевые съемки орошаемых территорий делятся на первичные и повторные. Эти виды съемок должны, прежде всего, различаться по объему полевых работ. Первичная почвенно-солевая съемка, направленная на инвентаризацию засоленных земель, как первый этап мониторинга должна выполняться на основе аэрофото- или космоснимков с полным объемом наземного обоснования, т.е. число почвенных разрезов (или скважин) не должно быть меньше, чем при обычной почвенно-солевой съемке, выполняемой традиционными методами.

В зависимости от масштаба съемки и сложности почвенного покрова, отраженной на аэрофотоснимках, при наземных почвенно-солевых съемках разными нормативными документами рекомендуется разное количество выработок (Таблица 12.8). Количество шурфов при почвенных съемках, рекомендуемое ФАО (1979), значительно (иногда на порядок) выше норм, предусмотренных нашими инструкциями.

Почвы орошаемых территорий следует рассматривать как земли высоких категорий сложности, что обуславливает заложение наибольшего числа выработок, соответствующего масштабу съемки. Место расположения выработок определяется по фотоизображению. Каждый выделенный по фотоизображению контур или тип (группа) однородных контуров должны получить самостоятельную информацию о засолении.





**Таблица 12.8. Количество почвенных выработок, рекомендуемых при почвенно-солевых съемках по разным нормативным документам\***

Масштаб съемки	Количество почвенных выработок (в числителе – количество выработок на 1 кв.км., в знаменателе – площадь (га) на 1 почвенную выработку)						
	Общесоюзная инструкция... (1973)			Методические указания... (1983)		Инструкция по почвенным изысканиям... (1975)	
1:50000	$\frac{0.7}{150}$	$\frac{0.9}{110}$	$\frac{2}{50}$	-	-	$\frac{0.7}{134}$	$\frac{1.2}{83}$
1:25000	$\frac{1.2}{80}$	$\frac{2}{50}$	$\frac{4}{25}$	-	-	$\frac{1.5}{66}$	$\frac{2.5}{40}$
1:10000	$\frac{4}{25}$	$\frac{6}{18}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{5}{20}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{3.0}{33}$	$\frac{6.7}{14}$
1:5000	$\frac{14}{7}$	$\frac{25}{4}$	$\frac{50}{2}$	-	-	$\frac{8.0}{12}$	$\frac{15}{7}$
1:2000	$\frac{33}{3}$	$\frac{67}{1.5}$	$\frac{200}{0.5}$	-	-	$\frac{20}{5}$	$\frac{35}{3}$

Чем точнее будет составлена почвенно-солевая карта на первом этапе работ, тем легче будет получить достоверные материалы при повторных съемках и тем точнее будет оценка динамики засоления почв.

Объем наземной информации при повторных циклах исследований может быть сокращен в том случае, если статистически будет показана высокая точность получаемой по снимкам информации.

Картирование засоления почв орошаемых территорий на основе аэрофото- и космоснимков ведется по косвенному признаку — по изображению, отражающему состояние культуры, что четко фиксируется на снимках и коррелирует с засолением почв. При этом в качестве аксиомы принимается, что главным фактором, определяющим состояние культуры, является именно засоление почв. Это положение было проверено нами для территории хлопкосеющей зоны. Исключение представляют земли, недавно освоенные под орошение (менее 5 лет), а также земли, подверженные активной эрозии. В этих случаях четкой связи между фотоизображением и засолением почв не прослеживается.

Картирование засоления почв по состоянию посевов хлопчатника определяет требования к срокам выполнения полевых работ и срокам аэрофотосъемки. Сроки полевых работ и сезон аэрофотосъемки должны совпадать. Основные требования к материалам аэрофотосъемки, содержащим информацию о засолении почв, изложены выше.

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что почвенно-солевые съемки для целей мониторинга следует выполнять на основе материалов аэрофотосъемки или космических снимков высокого разрешения, строго отвечающих определенным требованиям. Первичная почвенно-солевая съемка для целей мониторинга должна

Количество почвенных выработок (в числителе – количество выработок на 1 кв.км., в знаменателе – площадь (га) на 1 почвенную выработку)					
Инструкция по почвенным изысканиям... (1975), при специальной солевой съемке		Soil survey investigation... (1979)	Панкова, Мазиков (1975)**		
-	-	$\frac{2}{50}$	$\frac{0.7}{130}$	$\frac{2}{50}$	$\frac{3}{100}$
-	-	$\frac{8}{12.5}$	$\frac{1.5}{20}$	$\frac{3}{30}$	$\frac{5}{66}$
$\frac{20}{5}$	$\frac{35}{3}$	$\frac{50}{2}$	$\frac{4}{25}$	$\frac{8}{12}$	$\frac{12}{8}$
$\frac{40}{2.5}$	$\frac{80}{1.2}$	$\frac{200}{0.5}$	$\frac{14}{7}$	$\frac{30}{3}$	$\frac{50}{2}$
$\frac{100}{1}$	$\frac{100}{0.6}$	-	$\frac{33}{3}$	$\frac{70}{1.5}$	$\frac{120}{0.8}$

\* Количество выработок варьирует в зависимости от категории сложности ландшафтов объекта.

\*\* Количество выработок определяется сложностью фотоизображения.

Прочерк – не указано.

базироваться на камеральном и полевом дешифрировании снимков, дающим достоверную информацию о засолении почв.

#### **Технология работ по составлению карт засоления почв орошаемых территорий хлопкосеющей зоны в целях мониторинга**

Карта засоления почв является основным документом, отражающим состояние почв на момент обследования, и основой для дальнейших наблюдений за солевыми процессами. Работы по составлению карты засоления почв крупных масштабов на основе аэрофотоснимков включают в себя три этапа, обычные для почвенного картографирования: предполевого, полевого и камеральный (послеполевого) (Методика..., 1962; Методические рекомендации..., 1982, 1985; Методические указания..., 1983, 2003 и др.).

На первом – предполевым – этапе работы, кроме обычного сбора информации, необходимой для составления почвенно-солевых карт традиционными методами (Методические указания..., 1983), выполняется следующий объем работ. Во-первых, необходимо получить снимки, отвечающие определенным требованиям (см. выше). Во-вторых, по снимкам необходимо выделить территории, занятые хлопчатником и другими культурами, так как рассмотренные выше дешифровочные признаки для оценки засоления почв, разработаны только для хлопчатника. Для других культур (люцерна, кукуруза, рис, сады, виноградники), возделываемых в хлопкосеющей зоне, должны быть выработаны свои дешифровочные признаки, для чего можно использовать те же методические подходы, что и в отношении хлопчатника. В хлопкосеющей зоне Центральной Азии в 1980-1990-х годах хлопчатник занимал обычно 70%, а иногда и 90% площади орошаемых земель. В последние годы эти площади стали сокращаться. Тем не менее, можно считать, что установленные нами дешифровочные признаки могут использоваться на основной части земель

хлопкосоющей зоны. На основе аэрофото- или космоснимков составляется карта сельскохозяйственных культур, которая, кроме вспомогательного значения для составления карты засоления почв, имеет и самостоятельное значение. Она служит одним из основных документов при контроле за использованием орошаемых земель, соблюдении рекомендаций по мелиоративному освоению территорий, выполнению севооборотов и т.д. На этой карте целесообразно отразить также состояние сельскохозяйственных культур.

По черно-белым панхроматическим снимкам масштаба 1:10 000 - 1:25 000 легко дешифрируется следующая информация:

- границы землепользования, гидротехнические сооружения, коллекторно-дренажная сеть, оросительная сеть, усадьбы совхозов (Рис. 12.8);
- целинные, залежные земли, пашни богарные, орошаемые земли и земли, подготавливаемые к промывкам и орошению;
- сельскохозяйственные культуры: хлопчатник, люцерна, зерновые (пшеница, кукуруза, рис), бахчи, сады и виноградники (Рис. 12.9);
- категории состояния хлопчатника: хорошее, удовлетворительное и плохое (Рис. 12.5).

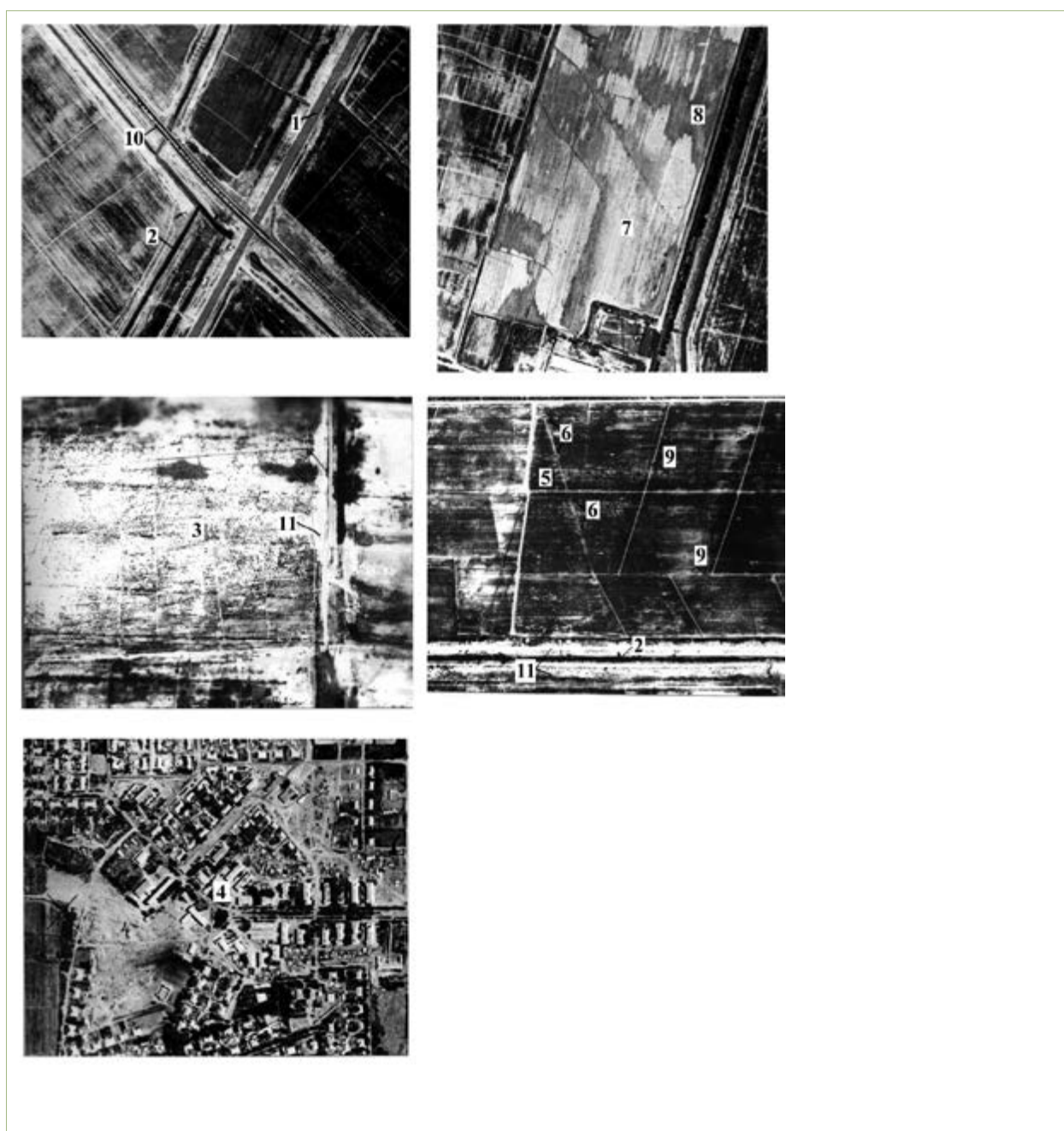
Дешифровочные признаки сельскохозяйственных культур являются устойчивыми признаками, не требующими дополнительной проверки в поле при повторных работах в том случае, если соблюдаются единые технические условия съемки (сезон, масштаб (разрешение) и тип съемки).

На рабочую основу с имеющихся природных карт переносятся основные природные рубежи: границы почвенно-литолого-геоморфологических районов и основных типов почв и другие показатели, определяющие природное районирование территории. Таким образом, создается основа предварительной карты, на которой отражаются основные природные районы, и контуры, различающиеся по фотоизображению. В пределах одного природного района по фотоизображению можно выделить один или несколько подрайонов, в то же время один тип фотоизображения в хлопкосоющей зоне можно встретить в разных природных районах. Для каждого массива, имеющего специфическое фотоизображение и приуроченного к определенному почвенно-литолого-геоморфологическому (природному) району, в ходе полевых работ должны быть собраны данные о засолении почв, подтверждающие дешифровочные признаки и обосновывающие связь засоления с фотоизображением. В ходе предполевого этапа работ намечаются маршруты полевых исследований так, чтобы они пересекали все основные природные районы и основные фотомассивы, т.е. территории, различающиеся по фотоизображению.

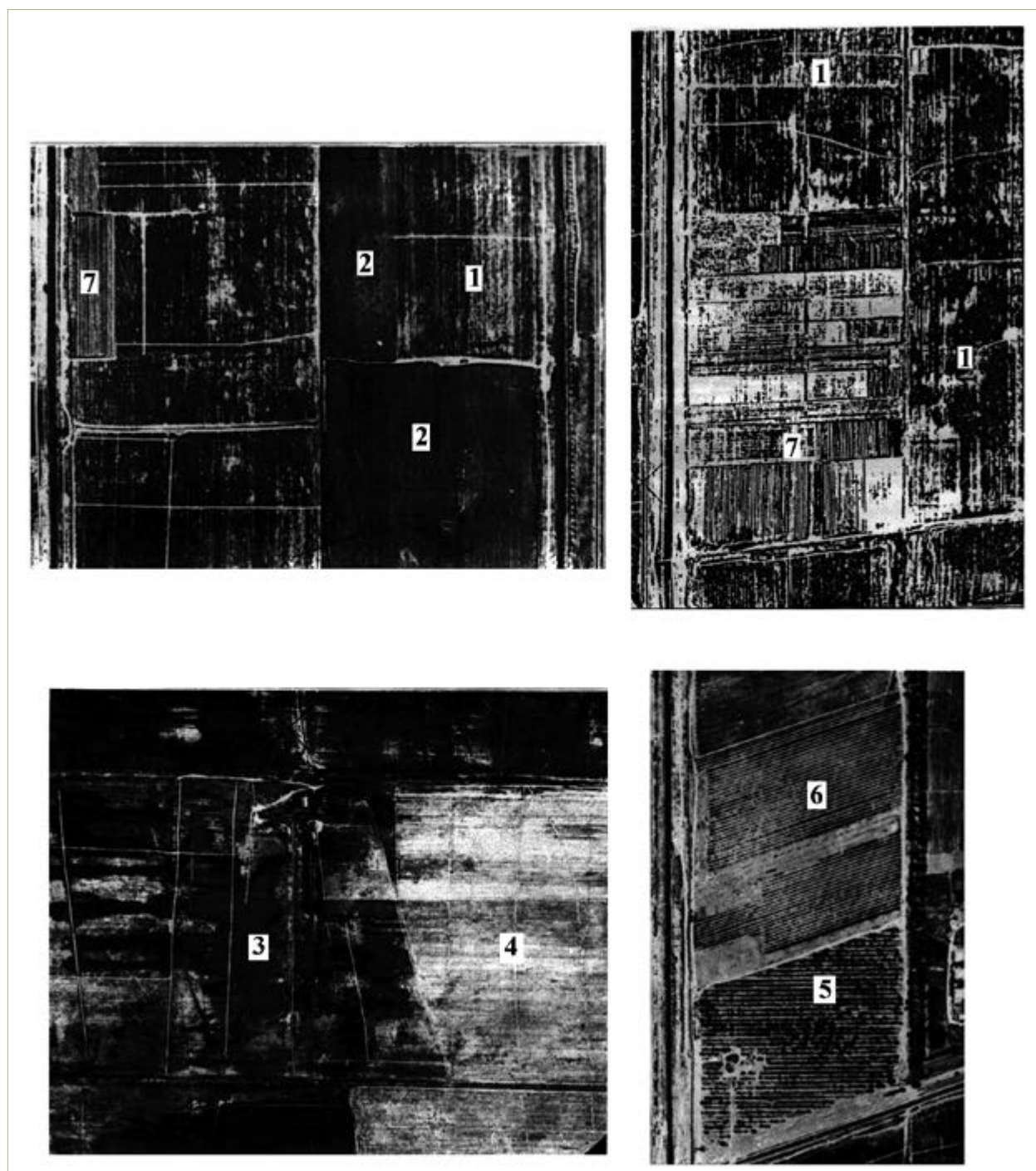
В пределах отдельных районов кроме маршрутных исследований планируются работы на ключевых участках для установления доли участия почв разного засоления и дополнительного обоснования дешифровочных признаков. Расположение ключевых участков, их размер и форма строго регламентируются. Объем работ на них намечается в предполевой период и уточняется при полевых исследованиях. Он определяется особенностями фотоизображения, отражающего строение почвенного покрова территории, в том числе размером элементарных почвенных ареалов, слагающих неоднородный контур.

Если ключевой участок характеризует неоднородное фотоизображение, которое невозможно расчленить на отдельные контуры в заданном масштабе, то площадь ключа должна быть достаточной для того, чтобы на его территории с повторностью в 5-9 раз отразились элементы неоднородности фотоизображения, т.е. элементы неоднородности структуры почвенного покрова. Эта информация может быть собрана и на разных, но однотипных по фотоизображению контурах. Масштаб работ на ключевых участках должен позволить охарактеризовать засоление почв каждого элемента рисунка фотоизображения в отдельности. Если элементарный почвенный ареал, создающий неоднородность фотоизображения, измеряется в натуре метрами, то для расшифровки неоднородных контуров необходимы детальные исследования.

**Рис. 12.8. Выделение на аэрофотоснимках некоторых объектов: 1- каналы, 2 – коллекторы, 3 – неудобья, 4 – населенные пункты, 5 –расположение закрытого дренажа (видны смотровые колодцы (6)); 7 – свежевспаханное поле и поливы на нем (8); 9 – ок-арыки; 10 – дороги шоссейные; 11 – дороги грунтовые**



**Рис. 12.9. Выделение на раннеосенних снимках М 1:10 000 различных сельскохозяйственных культур: 1 – хлопчатник; 2 – кукуруза; 3 – люцерна; 4 – люцерна скошенная; 5 – сады; 6 – виноградники; 7 – бахчи, огороды**



Ключевой участок должен иметь типичное фотоизображение характеризующего им района. Типичность участка обосновывается статистически по фотоизображению и проверяется после получения аналитических данных по засолению почв. Для статистической характеристики фотоизображения целесообразно принимать во внимание два признака: 1) количество светлых (или темных) пятен на единицу площади; 2) процент общей площади, занимаемой светлыми (темными) пятнами на единицу площади или линейную величину. Путем сопоставления выбранных показателей по ключевому участку и району в целом устанавливается типичность выбранного ключевого участка (Шабанов, Рудаченко, 1971; Сорокина, 1986). Каждый

тип фотоизображения должен быть охарактеризован хотя бы одним ключевым участком. При этом “ключ” рассматривается как территория, где выработки наземного опробования сгущены.

В итоге выполнения работ в предполевой период должна быть составлена предварительная карта, на которой отражено разделение территории по фотоизображению с учетом почвенно-литолого-геоморфологических сведений о районе, намечены места заложения ключевых участков (или ключевых профилей) и маршрутных исследований, охватывающих все разнообразие ландшафтов картируемой территории.

На основе разработанных и рассмотренных выше дешифровочных признаков по фотоизображению можно на качественном уровне получить информацию о степени засоления почв хлопковых полей.

Для уточнения и проверки карты, составленной на основе камерального дешифрирования снимков, проводятся полевые работы.

Полевая проверка карты выполняется методом маршрутных и ключевых исследований, в ходе которых закладываются скважины для отбора образцов почв в контурах, выделенных на карте. Расположение скважин строго фиксируется на снимке. Скважины должны быть привязаны к определенному контуру и элементу фотоизображения. Полевая проверка карты обязательно проводится в год и сезон выполнения аэрофотосъемки, используемой в работе по контролю засоления почв.

Маршрутные и ключевые исследования должны обеспечить сбор необходимой количественной информации для характеристики засоления почв. Полевые работы целесообразно начинать с рекогносцировочных маршрутных исследований. Маршруты должны пересекать все основные почвенно-литолого-геоморфологические районы в пределах территории, подверженной дистанционному контролю. Работы на ключевых участках обеспечивают подтверждение дешифровочных признаков аналитическими данными. Каждый выделенный на карте тип фотоизображения должен получить статистически обоснованную количественную характеристику засоления почв и сведения о доле участия в контуре почв разного засоления. Методика работ по полевому дешифрированию аэрофотоснимков и объем необходимой наземной информации для оценки засоления почв с использованием материалов аэрофотосъемки изложен в “Методических рекомендациях ...” (1985).

Общее число выработок, заложенных на ключевых участках и в ходе маршрутных исследований, при первом цикле работ по программе “мониторинг” должно соответствовать заданному масштабу съемки на массиве в целом или составлять около 85-90% требуемого числа выработок (см. выше, Таблица 12.8), 10-15% оставляется для дальнейшей проверки карты. Все почвенные выработки и места заложения ключевых участков выносят на снимок с точной привязкой их к фотоизображению. Из каждой выработки отбираются образцы почв на анализ засоления.

Мощность слоя, характеризующегося при солевой съемке, зависит от цели работ и ландшафтных особенностей объекта исследований. Нами было установлено, что по фотоизображению можно получить сведения о засолении только слоя 0-100 см

(или 0-50 см) орошаемых почв, для получения информации о более глубоких слоях необходимы наземные работы.

В итоге полевых исследований составляется полевая карта с показом всей информации, собранной в поле и полученной в ходе предполевого дешифрирования. Кроме того, составляются ведомость-заказ на выполнение анализов почв и грунтовых вод и предварительная диагностическая таблица с указанием почвенно-литолого-геоморфологического района, типа фотоизображения, к которым приурочены скважины или почвенные разрезы, обосновывающие засоленность почв основных выделенных на карте контуров. Заказ на выполнение химических анализов должен составляться с учетом следующих требований. Большая часть (до 90%) образцов намечается для анализа по сокращенной методике водной вытяжки с определением иона натрия (для почв и сульфатного и хлоридно-сульфатного типов засоления), хлорид-иона (для почв хлоридного типа засоления), либо других информативным показателей, например,  $\text{HCO}_3$  и pH для территорий, подверженных содовому засолению. Информативный показатель оценивается предварительно по данным прошлых лет о засолении почв на основе корреляции этого показателя с суммой токсичных солей (Панкова, Мазиков, 1985).

Известно, что оценить засоление почв можно не только по данным водных вытяжек, но и на основе анализа экстрактов паст и почвенных растворов (Хитров, Понизовский, 1990; Soil survey investigation..., 1979). В зависимости от метода получения анализируемого раствора критерии оценки засоления будут различными.

Для оценки засоления почв для целей мониторинга одним из требований к анализам, на основе которых оценивается засоление, является их оперативность и воспроизводимость. С этих позиций наиболее приемлемы водные вытяжки и пасты. Приготовление экстрактов из паст — более трудоемкая и сложная работа, чем получение водных вытяжек. Поэтому для целей мониторинга можно рекомендовать именно метод водной вытяжки, широко используемый в нашей стране, хотя за рубежом часто используются экстракты паст. При оценке засоления можно использовать показатели по одному иону, четко коррелируемому с суммой токсичных солей.

Наряду с данными о легкорастворимых солях, при солевых съемках необходимо получить сведения о гипсовых новообразованиях, которые часто влияют на мелиоративные свойства засоленных почв. Эти сведения могут быть собраны только в ходе полевых исследований или при сборе фондовых материалов, так как дистанционная диагностика гипсоносности почв пока не разработана.

Камеральные работы начинаются после получения результатов химических анализов. Обрабатываются аналитические материалы: рассчитывается средневзвешенное засоление в профиле почв, оцениваются глубина проявления солевого горизонта, химизм засоления, рассчитывается содержание токсичных солей, определяется степень засоления и гипсоносности почв, выводятся регрессионные зависимости между отдельными показателями. Критерии оценки засоленности почв приводятся в монографии «Засоленные почвы России» (2006).

Обработка данных химических анализов завершается составлением диагностических таблиц. Почвы каждого выделенного по фотоизображению почвенного контура однотипных контуров (в пределах ключа и природного района) должны получить статистическую характеристику засоления ( $X$ ,  $\sigma$ ,  $V$ , %).

Почвенно-солевая карта (или карта засоления почв) должна содержать сведения о засолении почв всех выделенных на ней почвенных контуров. Засоление почв части контуров характеризуется по данным химических анализов, части – методом экстраполяции, поэтому на карте следует показать места расположения точек опробования.

На карте засоления обычно отражается следующая информация:

1. Общие сведения о почвах: генетический тип, подтип, желательно также гранулометрический состав почв и пород и т.д. Информация берется с почвенных карт.
2. Сведения о засолении почв: почвы, незасоленные в слое 0-100 см; почвы, засоленные в слое 0-100 см.

Контуров с засоленными почвами на карте делятся на однородные и неоднородные по засолению. Однородные по засолению контуры характеризуются по степени засоления почв контура в целом. При этом определяются и указываются среднее засоление по выборке и другие статистические показатели.

В неоднородных контурах отдельно оценивается засоление почв каждого компонента. Указывается доля участия компонентов с разным засолением почв. Нецелесообразно характеризовать засоление неоднородного контура средними показателями.

Среди почв, незасоленных в слое 0-100 см, особо выделяются те, в профиле которых имеется солевой горизонт, но средневзвешенное засоление в этом слое позволяет отнести их к незасоленным.

На карте засоления по результатам химических анализов дополнительно может даваться информация о типе засоления, глубине залегания солевого горизонта, его мощности, строении солевого профиля, степени засоления почв в слое 100-200 см, а также почвообразующих и подстилающих пород. Однако эту информацию по снимкам получить невозможно. Она наносится на карту по результатам полевых исследований, переносится из других источников, либо экстраполируется.

Для районов распространения гипсоносных (или солонцовых) почв на карте засоления дополнительно даются сведения соответственно о гипсоносности (или солонцеватости) почв. Эти данные могут быть показаны и на отдельной картограмме.

На крупномасштабных картах засоления приводится статистическая характеристика засоления почв с показом среднего арифметического ( $X$ ), среднего квадратичного отклонения ( $\sigma$ ) и коэффициента вариации ( $V$ ). Статистическая обработка данных выполняется для отдельно взятых контуров или группы однородных контуров, характеризующихся однородным засолением, т.е. относящихся



в 80-90% случаев к одной градации по степени засоления. При этом статистические показатели рассчитывают по выборке, содержащей не менее пяти точек. При характеристике неоднородных контуров каждый компонент сложного контура должен получить самостоятельную статистическую оценку засоления почв с указанием процента участия этих почв в сложном контуре.

В итоге проведенной работы составляется почвенно-солевая карта с характеристикой засоления почв каждого выделенного на ней контура.

В легенду карты включается диагностическая таблица (Таблица 12.9), в которой дается характеристика засоления всех вариантов фотоизображения, встречающихся в регионе, указывается общее число выработок, на основе которых характеризуется засоление почв основных типов контуров, а также дата проведения аэрофотосъемки и сбора полевых данных.

Если согласно диагностической таблице, зависимость между фотоизображением и засолением почв более 0,8, карта считается удовлетворительной по точности. В том случае, если связь менее тесная, требуется сбор дополнительной наземной информации, позволяющей уточнить данные о связи засоления почв с фотоизображением.

Статистическое обоснование выделенных контуров проводится следующим образом:

1. Определяются основные типы фотоизображения. Например: контуры однородного темно-серого тона с белым крапом, занимающим <5% площади; контуры белесого тона с темным крапом <20% и т.п. Тип фотоизображения можно разделить на несколько классов, например, отдельно выделить темный фон и мелкие белые пятна (в сложных неоднородных контурах).
2. Для каждого класса выписываются все скважины, заложенные на картируемой территории, и аналитические данные по ним (обычно средневзвешенное засоление в слое 0-100 см). Затем определяется среднее арифметическое и доверительный интервал по этой выборке. Если доверительные интервалы выделенных классов не пересекаются, то можно сделать вывод об удовлетворительном их выделении, если они совпадают или сильно (>80%) пересекаются, то классы по засолению не различаются и подлежат объединению. Если классы пересекаются менее, чем на 80%, или их объединение неприемлемо, следует увеличить число выработок, т.е. провести в поле сбор дополнительных данных о засолении почв.

На первом этапе создания карты диагностические таблицы составляются для каждого почвенно-литолого-геоморфологического района отдельно, так как закономерности засоления почв в разных районах могут проявляться по-разному. На заключительном этапе эти таблицы объединяются в общую, на основе которой разрабатывается легенда к карте.

Диагностические таблицы позволяют обосновать надежность экстраполяции данных на всю картируемую территорию.

Почвенно-солевая карта, составленная для целей мониторинга, должна отвечать определенным требованиям. По ней обычно считаются площади почв разного засоления, т.е. проводится инвентаризация засоленных почв, и одновременно карта служит основой для дальнейшей работы - изучения динамики засоления почв. На фотоплане или снимках все выработки должны быть точно привязаны к фотоизображению. Карты должны содержать данные о засоленности почв контуров, различающимся по фотоизображению, которые позволили бы при повторной съемке установить достоверные, статистически обоснованные различия, отражающие динамику засоления почв.

Заключительным этапом работы с картой засоления почв за один срок съемки является проверка ее точности и кондиционности.

Общепринятой методики проверки точности составленной карты нет. Наиболее подробно этот вопрос рассмотрен в работах Сорокиной (1977, 1986), Шишова с соавт. (1989). Карта проверяется с точки зрения правильности выделения контуров и правильности внутриконтурных характеристик. Ниже предлагается несколько подходов к оценке точности внутриконтурной информации, отраженной на карте; точность наведения контуров нами не рассматривается.

Точность внутриконтурной информации может быть оценена табличным методом, который заключается в составлении таблиц частот встречаемости (Таблица 12.10). Этот метод позволяет выяснить, с какой точностью характеризуется засоление почв в пределах выделенных на карте различных по фотоизображению контуров.

Для такой оценки все данные о засолении почв по массиву, соответствующие контурам определенного фотоизображения, объединяют в одну выборку и выясняют, какой процент из общего количества точек, привязанных к контурам определенного фотоизображения, не соответствует засолению, показанному на карте. Например, из общего количества точек ( $n=30$ ), характеризующих контуры с незасоленными и слабозасоленными почвами однотонного темного фотоизображения, 93% точек соответствуют засолению, показанному на карте. Следовательно, можно считать, что оценка засоления этих контуров дана на карте с высокой степенью надежности (более 90%).

Этим же методом можно пользоваться при полевой проверке точности характеризуемых контуров. Для этого в пределах проверяемого контура (или типа контуров) закладывают не менее девяти дополнительных скважин, и данные, полученные по этим скважинам, сопоставляются с данными, отраженными на карте. Если информация, отраженная на карте и полученная на основе проверочных скважин, совпадает на 90% и более, то точность информации карты оценивается как высокая, если ниже 70%, то точность карты считается низкой, и она требует уточнения.

**Таблица 12.9. Легенда к карте засоления почв. Диагностическая таблица связи фотоизображения с засолением почвы в слое 0-100 см (указывается характеризуемый район).**

Тип фотоизображения*	Компонент пятнистых контуров	Мощность характеризуемого слоя**, см	Общее число выработок***	Характеристика засоления в пределах характеризуемого типа контуров, содержание Na+ в ммоль(экв)/100 г почвы в слое 0-100 см****			
				незасоленные	слабозасоленные	Среднезасоленные	
				<1	01/02/16	02/04/16	04/06/16
Однотонные:							
1							
2							
3							
4							
Пятнистые:							
5	Темный						
	Светлый						
6	Темный						
	Светлый						
7	Темный						
	Светлый						
8	Темный						
	Светлый						
9	Темный						
	Светлый						
10	Темный						
	Светлый						
11	Темный						
	Светлый						

\* Согласно Таблице 12.6.

\*\* Мощность характеризуемого слоя может меняться.

\*\*\* Числитель – количество выработок, знаменатель – % от их общего числа.

\*\*\*\* Допустимо оценивать засоление и по другим показателям, коррелируемым с суммой токсичных солей;

пороговые токсичности будут меняться в зависимости от состава солей.

\*\*\*\*\*  $\bar{x}$  – среднее арифметическое;  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение;  $V$  – коэффициент вариации;  $\theta$  – доверительный интервал.



**Таблица 12.10. Частота встречаемости (оценка вероятности) основных вариантов засоленных почв (таблица для определения точности оценки засоления почв характеризуемых контуров, по Н.П. Сорокиной (1977)).**  
**В числителе – количество выработок, характеризуемых указанным засолением; знаменатель – встречаемость, % от общего числа выработок, характеризующих контур.**

Фотоизображение (тон, рисунок)	Компонент	Засоление по Na+, ммоль(экв)/100 г почвы*	
		<2 (отсутствует или слабое)	2-6 (среднее)
Темно-серый	Однородный	$\frac{28}{0.93}$	$\frac{2}{0.07}$
	Темный	$\frac{25}{0.83}$	$\frac{5}{0.17}$
Мелкопятнистый	Светлый	$\frac{10}{0.33}$	$\frac{20}{0.67}$
	Темный	-	$\frac{26}{0.86}$
Пятнистый	Светлый	-	$\frac{2}{0.07}$
	Темный	-	$\frac{20}{0.67}$
Крупнопятнистый	Светлый	-	-
	Однородный	-	-

Н.П. Сорокина предложила также и следующий метод оценки точности составленной карты. Все контуры карты оцениваются по точности: наиболее точными считаются контуры, имеющие наземную аналитическую информацию о засолении почв. Оценка их точности принимается за единицу. На основе диагностических таблиц методом экстраполяции определяется точность остальных контуров карты. Они соответственно могут иметь разную точность. Так, если темные однородные контуры в 90% случаев относятся к незасоленным почвам, то контуры, выделенные по аналогичному фотоизображению, но не имеющие наземного подтверждения, считаются охарактеризованными с точностью 0.9. Далее учитывается процент площади карты, имеющей тот или иной уровень точности, и выводится средняя точность всей карты; где  $T_k$  – точность карты;

$$T_k = \frac{T_1 \cdot S_1 + T_2 \cdot S_2 + \dots + T_n \cdot S_n}{100},$$

Засоление по Na <sup>+</sup> , ммоль(экв)/100 г почвы*			Засоление почв
6-12 (сильное)	>12 (очень сильное)	Всего	
-	-	$\frac{30}{1.00}$	Незасоленные, редко средnezасоленные
-	-	$\frac{30}{1.00}$	Преимущественно слабозасоленные, редко средnezасоленные
-	-	$\frac{30}{1.00}$	Средnezасоленные и слабозасоленные
$\frac{4}{0.14}$	-	$\frac{30}{1.00}$	Преимущественно средnezасоленные, редко сильнозасоленные
$\frac{20}{0.66}$	$\frac{8}{0.27}$	$\frac{30}{1.00}$	Сильно и очень сильно засоленные, редко средnezасоленные
$\frac{10}{0.33}$	-	$\frac{30}{1.00}$	Средне- и сильнозасоленные
$\frac{15}{0.50}$	$\frac{15}{0.50}$	$\frac{30}{1.00}$	Сильно и очень сильно засоленные
$\frac{5}{0.17}$	$\frac{25}{0.83}$	$\frac{30}{1.00}$	Очень сильно засоленные, редко сильнозасоленные

\* Градации засоления даны согласно Таблице 12.3 (для сульфатного и хлоридно-сульфатного типов засоления). Прочерк означает, что данная степень засоления отсутствует.

T 1,2,...,n – точность характеристики засоления почв контуров; S 1,2,...,n – площадь почвы.

Если карта характеризуется точностью >0.7, то можно считать, что точность ее удовлетворительная. В противном случае нужны дополнительные работы.

При оценке кондиционности составленной карты мы исходили из следующего положения. Карту можно считать кондиционной, если она составлена на основе аэрофотоснимков, отвечающих определенным (указанным выше) требованиям, а затем привязана к плановой основе (фотоплану или топокарте), обеспечена аналитическими данными, и достоверность отражения засоления почв основных контуров, выделенных на карте, имеет уровень надежности более 70%.

Объем аналитических данных, необходимый для составления карты, зависит от масштаба съемки и стадии выполнения солевой съемки. Если для цели мониторинга солевую съемку по аэрофото- или космоснимкам проводят впервые, то общее количество выработок и образцов для ее обоснования должно соответствовать требованиям, предъявляемым к почвенным картам соответствующего масштаба, согласно принятым нормативным документам (Таблица 12.8). При этом в расчет включаются все выработки, обосновывающие дешифровочные признаки, заложенные в ходе маршрутных исследований, и проверочные скважины.

Если карта засоления составляется по аэрофотоснимкам повторно на территорию, для которой уже имеется кондиционная первичная почвенно-солевая карта того же масштаба, то объем наземной информации может быть значительно сокращен. Вопрос об уменьшении числа выработок при использовании аэрофотоснимков пока нельзя считать решенным. Он требует дополнительной проверки и обоснования. Число выработок может быть несомненно уменьшено в пределах контуров, для которых доказано, что фотоизображение тесно коррелирует с засолением почв с надежностью 85-90%. В этом случае при повторных солевых съемках можно вообще практически отказываться от наземных работ.

По данным ФАО (Soil survey investigation..., 1979), при почвенных съемках, выполняемых на основе аэрофото- и космоснимков, рекомендуется значительно большее число почвенных выработок, чем в наших нормативных документах (Таблица 12.8). Это дает нам основание считать, что эффективность применения дистанционных методов нельзя оценивать только с точки зрения уменьшения объема работ по наземному исследованию территории. Материалы аэросъемки позволяют значительно уточнить составляемые карты за счет повышения точности выделяемых контуров, видимых на снимках и невидимых на других картографических основах. Поэтому мы подходим к рекомендации по уменьшению числа выработок крайне осторожно, считая главным достоинством первичной карты засоления, составленной по дистанционным данным для целей мониторинга, обоснованность выделенных на ней контуров и точную привязку выработок к фотоизображению.

Итак, первый этап мониторинга засоления почв заключается в получении максимально объективной и точной информации о засолении почв на основе материалов дистанционного зондирования. Он завершается составлением карты засоления почв (масштаб 1:10 000) и получением сведений о площадях почв, характеризующихся разным засолением.

Изложенная выше технология составления почвенно-солевых карт на основе аэрофотоснимков была проверена нами на массовом материале на территории Голодной степи и в других регионах Центральной Азии. На рис. 12.10 приведен пример карты засоленности почв, составленной на ключевой участок в Голодной степи Узбекистана.

## ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ДИНАМИКИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ

### *Общие требования к повторным солевым съемкам*

Изучение динамики засоления почв составляет содержание второго этапа работ. Главным методом исследований на этом этапе являются повторные солевые съёмки и сбор общей информации о природных и антропогенных факторах, влияющих на динамику засоления.

Засоленность - это наиболее чуткая почвенная характеристика, позволяющая улавливать направленность почвенных процессов при орошении. Зная динамику засоления почв, можно прогнозировать их развитие в целом. Динамичность засоления-рассоления, особенно орошаемых земель, а также большая пестрота засоления (даже в пределах одного поля) диктуют определенные требования к методам осуществления повторных солевых съемок.

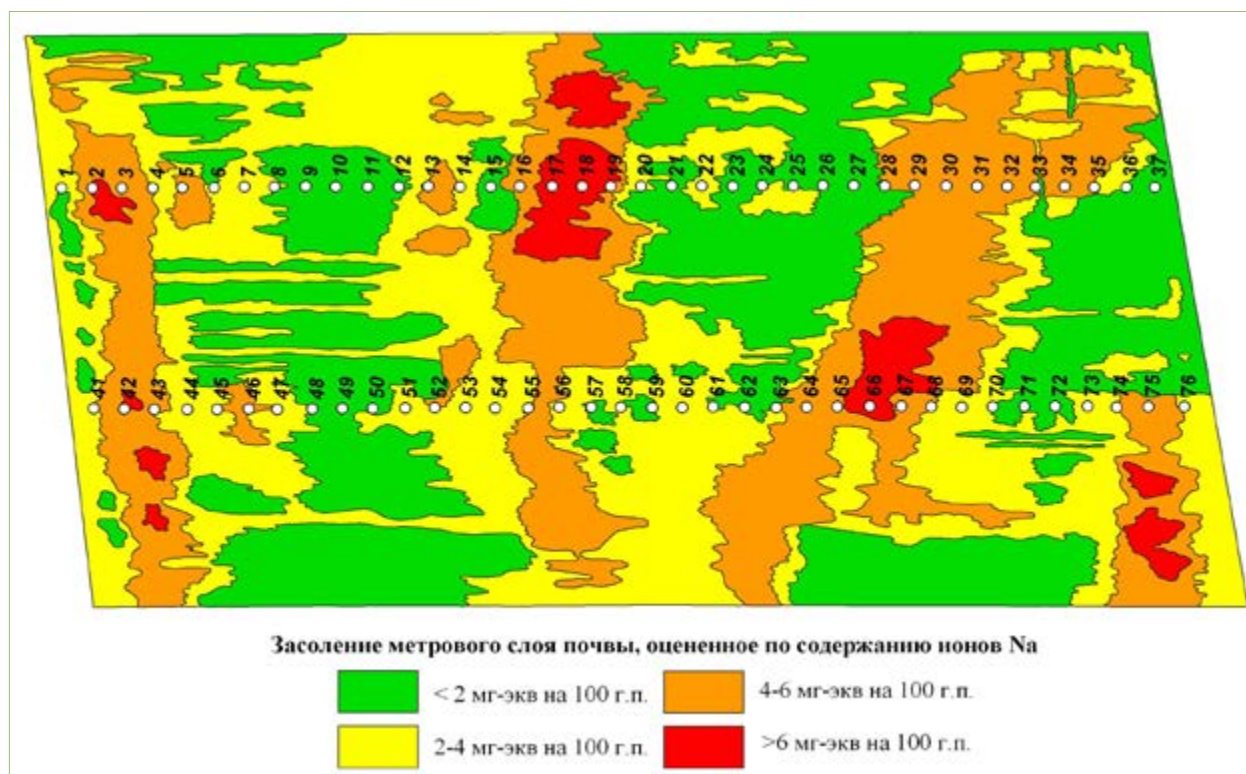
Динамику засоления орошаемых почв можно разделить на два процесса. Первый – ритмика, т.е. сезонные изменения засоления. Второй – собственно динамика – достаточно длительный многолетний процесс, обусловленный особенностями геоморфологии, геохимии района и спецификой антропогенного воздействия на эту территорию.

Познание сезонной динамики засоления имеет большое значение для прогнозирования урожая. Однако технические средства, используемые нами в работе, не позволили методом дистанционной диагностики, т.е. на основе сопоставления фотоизображения разных сезонов года, получить достоверную информацию о ритмике засоленности почв. Поэтому в настоящей работе сезонная динамика засоления не рассматривается.

Главной задачей дистанционного мониторинга, решаемой нами, является установление многолетней динамики засоления орошаемых почв. Для этой цели в течение ряда лет раз в год (осенью) в сухой период проводятся повторные почвенно-солевые съемки, и результаты их сопоставляются. Однако эти съемки могут дать надежную информацию о динамике засоления (рассоления) почв массива орошения только в том случае, если они отвечают следующим условиям: проводятся по единой методике в один и тот же сезон, в одном масштабе, на основе материалов аэрофотосъемки, близких по техническим характеристикам.



Рис. 12.10. Карта засоленности почв ключевого участка, составленная по материалам аэрофотосъемки (осень 1987 г.)



Примечание. Расстояние между скважинами, пронумерованными на рисунке, 20 метров.

Как было сказано выше, первоначально на массиве орошения на основе материалов аэрофотосъемки, удовлетворяющих указанным требованиям, проводят первичную почвенно-солевую съемку, по результатам которой составляют исходную карту засоления почв. С этой картой в дальнейшем и сравнивают материалы повторного картографирования. Дистанционный метод позволяет достоверно оценить засоление почв не ранее, чем через 5 лет после завершения мелиоративного строительства и ввода орошаемых земель в эксплуатацию. К этому времени почвы и почвенные процессы, нарушенные в результате планировок, поливов, подъема уровня грунтовых вод и т.п., достаточно стабилизируются. На полях достигается относительная равномерность полива, исчезает пятнистость полей, возникшая вследствие больших срезов почвы при планировке. После 5-7 лет орошения складываются новые условия, отличные от тех, которые существовали до начала освоения. Именно эти новые условия и должны быть зафиксированы на исходной (первичной) почвенно-солевой карте орошаемого массива, используемой в дальнейшем для изучения динамики засоления почв, которая базируется на повторных солевых съемках, выполняемых на основе аэро- и космоснимков последующих лет. Результатом должна стать новая карта засоленности почв, содержащая информацию, необходимую для определения динамики засоления. Учитывая, что зависимость между фотоизображением и засолением для данного района была проверена на первом этапе, при повторных солевых съемках полевые работы могут быть сокращены. Если результаты статистической обработки показали высокую достоверность оценки засоления почв по фотоизображению, то объем полевых работ на следующих этапах может быть уменьшен очень значительно, вплоть до полного исключения наземного обоснования информации, содержащейся на снимках некоторых сравниваемых лет.

На снимках, отвечающих названным выше требованиям, видны те изменения, которые произошли в почвах в результате их засоления или рассоления. Это позволяет использовать фотоснимки, полученные за много лет до начала исследований, и оценивать динамику засоления орошаемых почв за длительный период.

Ниже рассмотрим опыт работы по выявлению динамики засоления почв территорий Новой зоны орошения (НЗО) Голодной и Джизакской степей на отдельных ключевых участках.

По данным аэрофотосъемки 1983-1989 годов были составлены 5 карт засоления совхоза №10 Новой зоны орошения Голодной Степи (1983, 1985, 1986, 1988 и 1989 годов), на основе которых был составлен ряд производных карт (описаны ниже). По производным картам был проведен общий анализ динамики засоления с применением статистических методов. Карты выполнены в едином методическом ключе на единой картографической основе и в одном масштабе, что обеспечивает корректность их использования при сравнении.

Большое количество карт (более двух), используемых для сравнения, требует особой методологии сравнения. При традиционных подходах сравниваются только две карты; при этом всегда имеет место однозначность трактовки изменения засоления: засоление уменьшилось, засоление увеличилось, засоление не изменилось. Сравнение же трех и более карт за разные годы может показать разнонаправленность процессов засоления, что затруднит выявление общего тренда развития засоления почв в регионе. Ниже рассмотрен опыт создания серии карт, необходимых для выявления направленности (динамики) процесса засоления почв.

*Карта степени направленности солевых процессов, составленная на основе сравнения карт за два срока съемки (традиционный подход)*

С использованием традиционных методов нами были созданы карты степени направленности солевых процессов, составленные на основе оценки 5 карт засоления, сравниваемых попарно. Для иллюстрации традиционного метода сравнения двух лет обследования, рассмотрим карту, полученную в результате сравнения карт засоления почв 1985 и 1986 годов.

Ее анализ показал, что на площади около 1/3 от всей изученной территории степень засоления не изменилась, около 22% территории изменило степень засоления более, чем на одну градацию, т.е. почва в этих контурах засолилась или рассолилась.

Были проанализированы и другие годы, взятые попарно. Анализ этих карт при сравнении через произвольное число лет показал, что в среднем площадь земель, не изменивших засоления, составляет 33%, изменивших засоление на 1 градацию - 43%, на 2 градации - 19%, на 3 градации - 5%. Изменение засоления на две и более градаций означает, что почвы из незасоленных и средnezасоленных в течение года переходят в сильно засоленные и очень сильно засоленные или наоборот. Таким образом, четверть земель совхоза (20-27.6%) в верхнем метре резко меняет степень засоления на 2 и более градаций.

При сравнении двух карт всегда в каждой точке солевой процесс однонаправленный (уменьшение, стабильное состояние или рост), что совершенно не означает, что в другой промежуток времени это направление процессов сохранится.

Так, при сравнении карт засоления 1983 и 1989 годов наблюдался ярко выраженный процесс засоления территории (Рис. 12.11А), а при сравнении 1985 и 1986 гг. (Рис. 12.11Б) - столь же выраженное рассоление.

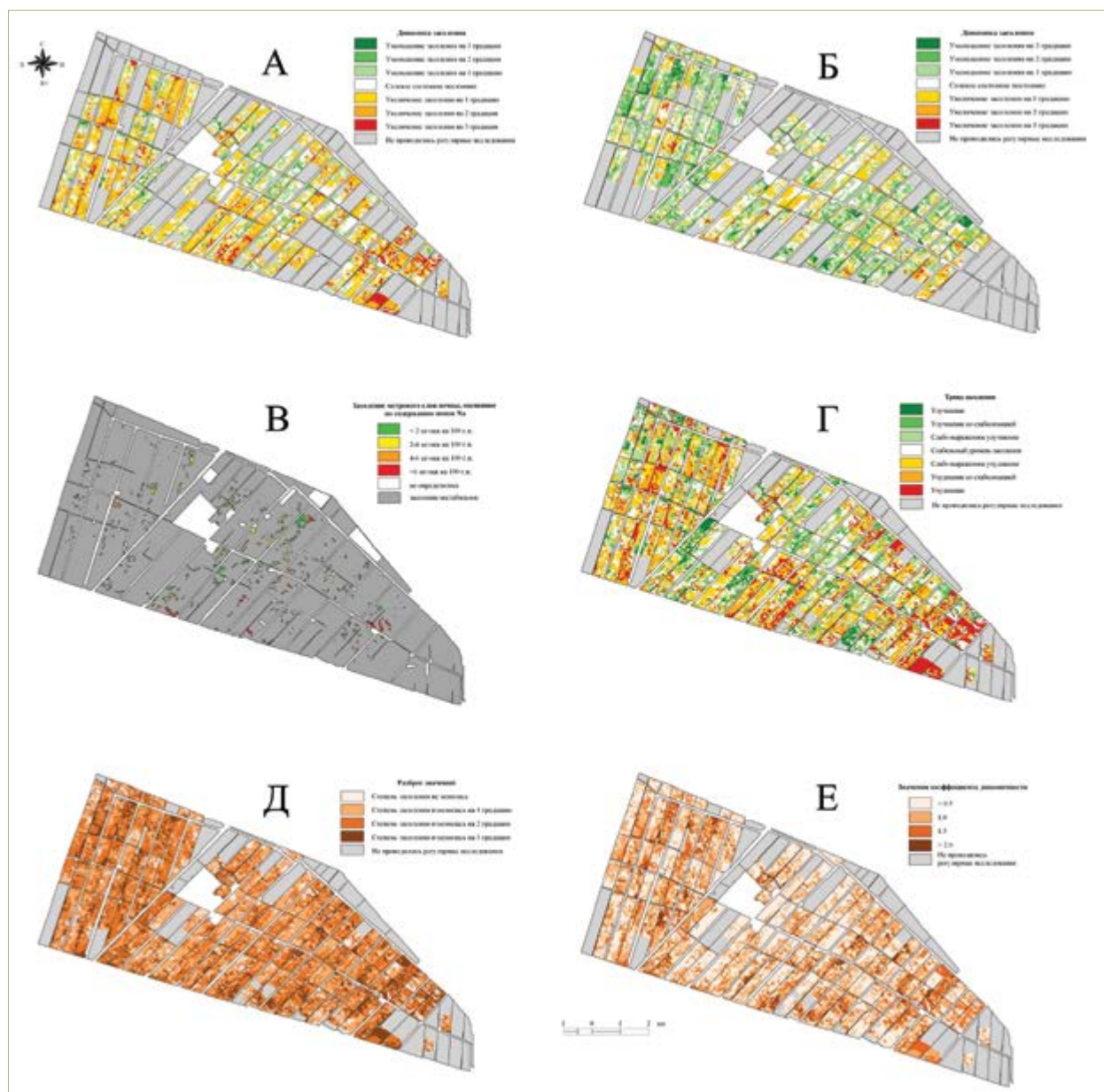
Для более полной оценки нами предложены новые варианты составления карт динамики засоления почв.

### *Карты сравнения традиционных карт динамики засоления*

Анализ этих карт показал, что при сравнении карт динамики двух соседних промежутков времени (1983-1985 гг. и 1985-1986 гг.) на 38.6 % территории совхоза наблюдаются противоположно направленные солевые процессы; на такой же площади совхоза (38.7%) наблюдаются различные солевые процессы, показывающие, что в один период времени территория была относительно стабильной, тогда как в другой промежуток времени на ней шло либо рассоление, либо засоление. Однонаправленный процесс, т.е. тот, при котором идет только увеличение или только уменьшение засоления для двух соседних промежутков времени, наблюдается лишь на 8.4% территории совхоза, и лишь на 14% территории совхоза при сравнении этих карт степень засоления не менялась.

Все вышесказанное демонстрирует, что, сравнивая карты за два года, мы однозначно получаем однонаправленный процесс, который нельзя экстраполировать на какой-либо иной временной интервал без опасения ошибиться на 40-80%. Следовательно, давать оценку изменения засоления, а тем более прогноз, на основании двух сроков обследований некорректно.

Рис. 12.11. Карты динамики засоленности почв совхоза №10 им. У. Юсупова, Акалтынский р-н Сырдарьинской обл., Узбекистан: А - карта степени направленности солевых процессов, составленная на основе сравнения карт степени засоления почв 1983 и 1989 гг.; Б - карта степени направленности солевых процессов, составленная на основе сравнения карт степени засоления почв 1985 и 1986 гг.; В - карта стабильного засоления почв 1983-1989 гг.; Г - карта степени направленности солевых процессов с 1983 по 1989 гг.; Д - карта максимального изменения степени засоления почв с 1983 по 1989 гг.; Е - карта динамичности процессов перераспределения солей в почве с 1983 по 1989 гг.



Для выявления доли территории, имеющей во времени неизменное засоление, т.е. динамика засоления отсутствует, были составлены карты стабильного (неизменного) засоления, которые показали, что, если сравниваются соседние года, максимальный процент территории, которая сохраняет степень засоления неизменной в своем классе, не превышает 11-13%. Однако если сравнить карты не двух лет, а все 5 карт за 7 лет, то их наложение выявляет стабильное засоление на гораздо меньших площадях – 0.5-2.2% (Рис. 12.11В).

При построении карт динамики по нескольким картам засоления, составленным не за два срока, а больше (в нашем случае имеется пять карт засоления за семь лет), столь простая легенда, использованная при сравнении 2-х лет, не отражает всей полноты картины поведения засоления. Количество вариантов, полученных наложением 5 карт в разных сочетаниях, составляет 45. Построить карту со столь всевариантной легендой не представляется возможным. Необходима более сложная легенда, разработанная нами, например, для карты трендов засоления почв.

*Карта трендов засоления* позволяет оценить направленность засоления за определенные временные промежутки. Эта карта составлена на основе наложения 5 карт засоления за период с 1983 по 1989 годов. Результирующая карта имеет 48760 контуров и 625 вариантов сочетания типов засоления. Для каждого варианта сочетания можно построить график изменения засоления во времени, отложив по оси абсцисс годы обследований, а по оси ординат степени засоления. Каждому графику соответствует аппроксимирующая прямая – « $y=ax+b$ », где « $y$ » – степень засоления, « $x$ » – год обследования, « $a$ » и « $b$ » – коэффициенты. Коэффициент « $a$ » равен тангенсу наклона прямой и интерпретируется как тренд засоления. Для построения карты трендов - динамики засоления с 1983 по 1989 годы по рассчитанным трендам засоления разработана следующая легенда (Рис. 12.11Г):

1. Улучшение. Территории, где степень засоления изменилась за 7 лет больше, чем на одну градацию. Тренд рассоления за весь период устойчиво положителен.
2. Улучшение со стабилизацией. Территории, где изменение степени засоления почв составило 1–2 градации. Тренд рассоления был устойчиво положителен, но с определенного времени засоленность не менялась.
3. Слабо выраженное улучшение. Тренд рассоления выражен слабо.
4. Стабильный уровень засоления. Территории с невыраженным трендом засоления-рассоления.
5. Слабо выраженное ухудшение – рост засоления. Тренд засоления выражен слабо.
6. Ухудшение со стабилизацией. Территории, где рост степени засоления составил 1–2 градации. Тренд засоления был устойчиво отрицателен, но с какого-то момента стабилизировался.
7. Ухудшение. Территории, где степень засоления почв возросла больше, чем на одну градацию. Тренд засоления был устойчиво отрицателен.

За 1983-1989 годы 27.6% исследованной территории не имело выраженного тренда, т.е. эти территории являлись относительно стабильными, еще на четверти территории (25.2%) засоление уменьшилось и почти половина территории (47.2%) испытала некоторое усиление засоления.

Карта трендов является отображением аппроксимирующей прямой, характеризующей общее направление процессов засоления в контуре. Но одну и ту же аппроксимирующую прямую можно получить при разных значениях засоления по годам. Возьмем для простого примера контур, где засоление в 1983 году было 2 ммоль(экв)/100 г почвы, в 1985 году – 6 ммоль(экв)/100 г почвы, в 1986 – 2 ммоль(экв)/100 г почвы, а в 1987 – 6 ммоль(экв)/100 г почвы. Понятно, что тренд подобного контура будет равен нулю. Но ведь и в контуре, где засоление в течение

этих лет вообще не менялось, то же будет иметь нулевой тренд. Этот пример показывает, что карта трендов, показывая в целом направление процесса засоления в контуре, уравнивает между собой динамичные и стабильные контура, что в целом снижает информативность мониторинга.

Для увеличения информативности, карта трендов должна быть дополнена картами динамичности территории. К ним относятся два типа карт.

*Карта максимального изменения степени засоления*, полученная на основе совмещения 5 карт засоления 1983, 1985, 1986, 1988 и 1989 годов (Рис. 12.11Д) и позволяющая определить наиболее динамичные площади в плане засоления, т.е. контуры, где за 7 лет степень изменения засоления была максимальной. Для каждого полученного контура выбиралась самая малая и самая большая степень засоления из пяти лет. Контур присваивалось значение модуля, рассчитанного по разности между максимальной и минимальной степенями засоления.

Анализ показал, что на 90% территории за 1983-1989 солевые процессы менялись, причем на половине территории изменения были значительными. Более 50% земель изменяли степень засоления на 2 и более градации, то есть в течение исследованного периода почвы проходили через стадию сильного и очень сильного засоления.

*Карта динамичности процессов засоления*. В дополнение к карте максимального изменения засоления разработана карта динамичности засоления, которая позволяет проанализировать среднюю амплитуду процессов засоления-рассоления или изменчивость степени засоления в каждом контуре на протяжении ряда лет, а не в сравнении двух лет обследований. Карта построена на основе совмещения карт засоления 1983, 1985, 1986, 1988 и 1989 годов (Рис. 12.11Е). Для каждого полученного контура, рассчитывался коэффициент динамичности по формуле:  $k = (|a-b| + |b-c| + |c-d| + |d-e| + |e-a|) / 5$ , где  $k$  – коэффициент динамичности,  $a$  – степень засоления в 1983 году,  $b$  – степень засоления в 1985 году,  $c$  – степень засоления в 1986 году,  $d$  – степень засоления в 1988 году,  $e$  – степень засоления в 1989 году.

Оценка этой карты показала, что более 50% территории в течение периода исследований изменяла класс засоления на 1 градацию и больше ежегодно, что свидетельствует о неустойчивости территории в солевом отношении.

Карта трендов и карта динамичности гармонично дополняют друг друга. При использовании этих карт можно выделить как засоляющиеся, так и рассоляющиеся территории, но при этом также возможно оценить устойчивость и равномерность этих процессов. Можно сказать, что карта динамичности характеризует устойчивость тренда.

Таким образом, в целом, территория совхоза за период наблюдений 1983-1989 гг. в верхнем метре была засолена в средней степени, хотя прослеживалась слабая тенденция к увеличению засоления территории. Более 59% территории обладают высокой динамичностью солевых процессов. Изменения засоления происходят на очень небольших площадях. Направленность и степень проявления солевого процесса в контуре от года к году за период 1983-1989 гг. оказались нечетко выраженными и носят вероятностный характер.

## ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ ДЕШИФРИРОВАНИЮ СНИМКОВ

В результате экспериментальных исследований, рассмотренных в начале главы, были выделены наиболее надежные информативные признаки, которые могут быть положены в основу разработки программы автоматизированного дешифрирования. Перечислим их.

1. Плотность фототона элемента изображения — признак, достаточный для разделения изображения почвы и растительности. Пороговые значения признака могут быть получены как в автоматическом режиме, так и достаточно быстро и надежно определяться дешифровщиком. Однако для определения четырех различных уровней засоленности этот признак практически не пригоден, поскольку зависимость работает лишь на ограниченном участке, а дисперсия превышает допустимые значения.
2. Размер пятна-выпада (белого пятна). Как показали наши полевые наблюдения, этот признак является устойчивым. Если размер пятна превышает  $6 \times 6 \text{ м}^2$ , то почвы в его пределах в районе исследования всегда засолены. Единичные пятна меньшей площади могут быть обусловлены как засолением, так и другими причинами, в том числе случайными помехами на снимке.
3. Устойчивым признаком средних степеней засоления является крап — мелкая пятнистость. Под этим признаком понимается регулярное чередование мелких пятен, площадь которых не превышает  $30\text{—}40 \text{ м}^2$  (в натуре). Как и при квантовании на два уровня, минимальный размер однородного светлого контура на снимке был принят равным  $0.25 \text{ см}^2$  для светлых контуров (сильное засоление),  $1.0 \text{ см}^2$  — для темного (слабое засоление или отсутствие засоления).
4. Расстояние от исследуемой точки до границы пятна-выпада можно использовать для оценки засоления, если расстояние не больше  $30\text{--}40 \text{ м}$ . Переходная зона от пятна-выпада к фону характеризуется средним и слабым засолением.
5. Средняя яркость фототона учитывается при достаточно больших для усреднения площадях (не менее 30 элементов, т.е.  $120 \text{ м}^2$  в натуре при масштабе  $1:10\,000$ ). Этот признак наиболее устойчив.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обзор существующих материалов, характеризующих засоленность почв Центральной Азии в целом и отдельных его регионов, позволяет констатировать, что до настоящего времени постоянно действующего мониторинга засоления орошаемых почв в регионе не существует. В то же время имеющиеся материалы свидетельствуют о том, что значительные площади орошаемых земель (до 50%) испытывают засоление, а потому требуют постоянного контроля за солевым состоянием почв.

Для создания системы мониторинга засоления любой орошаемой территории необходимо иметь среднемасштабную почвенно-литолого-геоморфологическую карту и карту засоления, составленную на основе космических снимков высокого разрешения, на территорию всего оазиса или части его, в пределах которой проявляются засоленные почвы. Необходимо также иметь карту сельскохозяйственных угодий с отражением состояния полей, составленную по

материалам космических снимков среднего разрешения 1-2-летней давности, с показом на ней коллекторно-дренажной сети.

На основе имеющихся карт и снимков среднего разрешения выбираются районы (участки) для наблюдения за развитием солевых процессов. Участок наблюдений должен быть представительным, то есть типичным для основной части объекта исследований.

Для территорий выбранного участка или всего массива составляется водно-солевой баланс и прогноз, определяющий направленность солевого процесса и источники солей (грунтовые и поливные воды, а также эоловое поступление солей с пылью и атмосферными осадками).

В пределах участка (района) выбирается ключ (или трансекта) для многолетнего и краткосрочного мониторинга почв. Объект фиксируется на местности с помощью GPS и является объектом постоянного (ежегодного) наблюдения за засолением почв в соответствующем регионе по материалам космической съемки высокого разрешения. Количество объектов постоянного наблюдения определяется сложностью природных условий, мелиоративными условиями региона и состоянием сельскохозяйственных культур.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева в 1980-1990-х гг. провел работы по изучению засоления почв Новой зоны орошения Голодной степи и территории Джизакской степи. На эти территории были составлены карты засоления почв; была изучена засоленность почв всего объекта, и детально исследовано засоление почв отдельных ключевых участков, отражающих как природную, так и антропогенную неоднородность засоления почв указанной территории. При этом использовались материалы аэрофотосъемки. Специальные залеты были выполнены по заказу Почвенного института им. В.В. Докучаева.

Эти материалы могут являться основой для создания опытного полигона мониторинга засоления орошаемых почв Узбекистана, где вторичное засоление обусловлено в основном близким залеганием грунтовых вод (вторичным гидроморфизмом).

Второй объект, требующий обязательного создания полигона мониторинга должен находиться на территории, подверженной активному солепереносу со стороны солончаков дна Аральского моря. Это район Бухарского, Каракульского, Хорезмского оазисов или Каракалпакстана, где процессы засоления в настоящее время проявляются крайне активно. В пределах одного из этих оазисов, имеющих на сегодня наиболее подробную литолого-геоморфологическую характеристику, подробные сведения о почвах и солевых процессах, актуализированные с помощью данных дистанционного зондирования, должен быть заложен второй опытный полигон для отработки методики засоления орошаемых земель, учитывающей эоловое поступление солей.

Ниже приведем *главные положения научно-методических основ организации мониторинга засоления орошаемых почв Центральной Азии.*

1. Необходимо обосновать выбор объекта наблюдений. Объект наблюдений



должен быть высокоинформативным, отражающим состояние почв и их плодородие на момент исследования, чутко реагировать на любые изменения природной среды; легко контролироваться на основе дистанционных и наземных (контактных) методов. Для районов орошения хлопкосеющей зоны таким объектом наблюдений является засоленность слоя почвы 0-100 см. Это было доказано нашими предыдущими исследованиями, изложенными выше.

2. Необходимо разработать метод дистанционной диагностики засоления почв. Эта работа была начата нами в начале 1970-х годов. В настоящее время создана методика дистанционной диагностики засоления почв по аэро- и космоснимкам (Панкова, Мазиков, 1985; Панкова, Головина и др., 1986). Доказано, что анализируя фотоизображения снимков, отвечающих строго определенным требованиям, можно получать надежную информацию о засолении слоя 0-100 см почв хлопковых полей. При этом следует принимать во внимание как тон, так и рисунок фотоизображения.

В настоящее время можно считать доказанным, что дистанционная диагностика засоления почв должна быть положена в основу мониторинга засоления почв орошаемых территорий. Разработанный нами метод диагностики засоления почв через фотоизображение позволяет получать информацию о засолении почв орошаемых территорий с надежностью 0.7-0.9 в зависимости от свойств объекта наблюдений. При этом оценивается степень засоления в слое 0-100 см и доля участия засоленных почв. Состав солей по фотоизображению оценивать не удается.

3. Необходимо определить требования к материалам аэро-и космосъемки, которые несут достаточную информацию о засолении почв, ибо не все снимки одинаково информативны. На основе большого экспериментального материала было установлено, что для оценки засоления почв в целях мониторинга орошаемых земель необходимо использовать снимки, отвечающие строго определенным требованиям. На конец XX века это были панхроматические, а также многозональные синтезированные снимки или снимки красной зоны (0.6-0.7 мкм) масштаба 1:10 000 осенних сроков съемки. В настоящее время требования к снимкам должны быть уточнены. Технические характеристики приборов дистанционного зондирования, наиболее широко используемых в настоящее время для мониторинга сельского хозяйства, приведены в Таблице 12.11. Выбор данных того или иного прибора определяется особенностями задач мониторинга. При проведении глобального мониторинга используются снимки низкого разрешения, позволяющие за короткий период получать данные на всю поверхность Земли, но не обеспечивающие возможности сбора информации на уровне отдельных сельскохозяйственных полей. Данные среднего разрешения позволяют вести наблюдения с высокой частотой и пространственным разрешением, достаточным для наблюдения крупных сельскохозяйственных полей. Данные высокого разрешения обычно применяются для эпизодического мониторинга небольших территорий с высокой пространственной детальностью. Эти данные часто используются для проведения локальных исследований, однако именно они позволяют оценить площади засоленных почв орошаемых территорий.

4. Необходимо разработать метод компьютерного дешифрирования снимков и картографирования засоления почв. Нами совместно с отделом аэрокосмических исследований Союзгипроводхоза были начаты работы по решению этой проблемы (Бернштейн, Минский, 1984; Козловский, Королюк, 1980; Минский, Фрейгин, 1986; Панкова, Соловьев, 1993). В настоящее время необходима разработка новых подходов к компьютерному дешифрированию, что повысит точность и оперативность анализа фотоизображения. Разработки последних лет, выполненные в Почвенном институте им. В.В. Докучаева (Конюшкова, 2010; Савин, Симакова, 2012), позволяют считать, что эта проблема имеет решение.
5. Необходим выбор метода наземного контактного определения засоления почв для контроля дистанционных методов. Этот метод должен быть оперативным и точным. В настоящее время разрабатываются и опробуются геофизические методы оценки засоленности почв, но они пока не дали хороших результатов. За рубежом широко используется метод оценки засоления почв по электропроводности вытяжек из паст. У нас широко используется метод водных вытяжек, при этом оценка засоления проводится по отдельным ионам –  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и т.д. (в зависимости от химизма засоления). Для оценки засоления почв любого химизма наиболее информативным показателем является натрий-ион, для изучения динамики засоления наиболее информативным можно считать хлорид-ион.
6. Необходимо усовершенствовать технологию составления карт засоления почв на основе космических снимков. Сюда должна входить и технология работ по сбору наземной информации. Нами в методических указаниях (Панкова, Мазиков, 1985) строго определены сроки выполнения солевых съемок (август-октябрь), а также метод сбора информации, на основе которого могут составляться почвенно-солевые карты. Указаны также подходы к оценке кондиционности и точности составленной карты, но эту задачу пока нельзя считать решенной.
7. Необходимо определить требования к изучению динамики засоления почв. Экспериментальные исследования показали, что сопоставление фотоизображения снимков, снятых в одном режиме, в одинаковый сезон съемки, на одну и ту же территорию позволяет судить о многолетней динамике засоления почв. В данной работе приведена методика составления карт динамики засоления и их анализа, рассмотрены ограничения и возможности этого метода, показано, что анализ фотоизображения снимков случайно взятых лет не позволяет достоверно судить о направленности солевой динамики (Рухович, 2009). Необходима организация постоянных ежегодных наблюдений за изменением засоления почв, а также внедрение методики составления карт, отражающих многолетнюю динамику засоления.
8. Для получения достоверной информации о динамике засоления необходимо данные дистанционного зондирования дополнить сведениями о водно-солевом балансе территории. Только сочетание этих сведений позволяет оценить, в каком направлении идет процесс, в чем причины его развития, и что надо сделать, чтобы изменить его направление. Таким образом, для

решения вопроса о динамике засоления, для составления прогноза развития солевых процессов и разработки рекомендаций по их регулированию необходимы сведения о водно-солевом балансе территории как главном показателе причин солевой динамики территории.

9. Необходимо создание базы данных для хранения и организации сведений о засолении почв орошаемых территорий и разработка комплекса программ для выполнения расчетов и получения статистически обоснованных выводов о состоянии засоления почв объекта наблюдений и процессов, протекающих в орошаемых почвах.

## БЛАГОДАРНОСТЬ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-04-00107а).

*Таблица 12.11. Список зарубежных спутников различного пространственного разрешения, информация которых используется или может быть в скором будущем использована для сельскохозяйственного мониторинга.*

Наименование	Страна/ организация	Каналы съемки	Пространствен- ное разрешение	Периодичность съемки
<b>Низкое пространственное разрешение (1-10 км)</b>				
METEOSAT & MSG	Европа/ EUMETSAT	12 каналов в VIS, NIR, MIR, TIR	1км рап -4км остальные	4/час
AVHRR	США/NOAA	5 каналов в VIS, NIR, MIR, TIR	1-3 км, 2500 км полоса съемки	2/день
VEGETATION	Европа/ F,B,I,S	4 канала в VIS, NIR, MIR	1 км, 2300 км полоса съемки	1/день
METOP	Европа/ EUMETSAT	5 каналов в VIS, NIR, MIR, TIR	1-3 км, 2500 км полоса съемки	2/день
SEAWIFS	США/NASA	8 каналов в VIS and NIR	1.1-3 км, 2800 км полоса съемки	1/день
<b>Среднее пространственное разрешение (100 м – 1 км)</b>				
TERRA-MODIS	США/NASA	36 каналов в VIS, NIR, MIR и TIR	250>1000м в зависимости от канала	2 дня
ENVISAT - MERIS	Европа/ESA	15 программируемых спектральных каналов	300 и 1000м, 1150 км полоса съемки	3 дня
ENVISAT/ASAR	Европа/ESA	SAR, C-band, HH/ VV	150 м 450 км полоса съемки	
IRS 1-B & 1-C -WIFS	Индия	2 канала, Red & NIR	188 м	25 дней

Модальность съемки	В каких с/х системах мониторинга используется или тестируется	Начало и продолжительность функционирования	Адрес сайта в Интернет
<b>Низкое пространственное разрешение (1-10 км)</b>			
Систематическая съемка	MARS, EARS	Съемка с 1977 (MSG 2002>2015)	<a href="http://www.eumetsat.de/">http://www.eumetsat.de/</a>
Систематическая съемка	Во всех	Съемка с 1981>	<a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a>
Систематическая съемка	В MARS, FAO, USDA	Съемка с 1998>	<a href="http://vegetation.cnes.fr">http://vegetation.cnes.fr</a>
Систематическая съемка	MARS	Съемка с 2005-2020	<a href="http://www.eumetsat.de">http://www.eumetsat.de</a>
Систематическая съемка	USDA	Съемка с 1997>	<a href="http://seaWIFS.gsfc.nasa.gov/SEAWIFS.html">http://seaWIFS.gsfc.nasa.gov/SEAWIFS.html</a> <a href="http://www.orbimage.com/">http://www.orbimage.com/</a>
<b>Среднее пространственное разрешение (100 м – 1 км)</b>			
Систематическая съемка	Практически во всех	2002>2017	<a href="http://tpwww.gsfc.nasa.gov/MODIS/">http://tpwww.gsfc.nasa.gov/MODIS/</a>
Систематическая съемка и программирование	MARS	2002 >	<a href="http://envisat.estec.esa.nl/instruments/meris/">http://envisat.estec.esa.nl/instruments/meris/</a> <a href="http://earth.esa.int/">http://earth.esa.int/</a>
	Китай	2002 – 2008	<a href="http://envisat.esa.int/">http://envisat.esa.int/</a>
	USDA, Казахстан	1995>	<a href="http://www.eurimage.com">http://www.eurimage.com</a>

CBERS	Бразилия и Китай	WFI: 2 канала	WFI: 260 м 890 км полоса съемки	5 дней
<b>Высокое пространственное разрешение (10 м - 100 м)</b>				
ENVISAT/ASAR	Европа/ESA	SAR-C, HH/VV	30 м, 60 - 110 км полоса съемки	35 дней
Landsat 4 to 7 TM	США/USGS	7 каналов VIS, NIR, MIR, TIR	30 м multi, 15 м pan	16 дней
IRS 1-B & 1-C - LISS	Индия/ISRO	4 канала: red, green, NIR, MIR	23 м multi, 70 м MIR,	25 дней
SPOT 1, 2, 4	Европа/Франция	3-4 канала, VIS, NIR, MIR	10 м pan, 20 м multi, 2x 60 км полоса съемки	27 дней
RADARSAT	Канада	C- SAR	Программируемое от 8 до 100 м	24 дня
CBERS	Бразилия и Китай	HR 5 каналов (PAN, VIS & NIR) IR-MSS 4 канала TIR	20 м, 113 км полоса съемки IR: 80 м, 120 км полоса съемки	3 дня
<b>Очень высокое пространственное разрешение (1 м - 10 м)</b>				
IKONOS	США	Blue green red NIR	1 м pan, 4 м multi, 11 км полоса съемки	3 дня
QUICKBIRD	США	1 pan 3 multi: green, red, NIR	0.7 м pan, 2.8 м multi, полоса съемки 16.5 км	5 дней
IRS 1-B & 1-C -	Индия	1 pan	5.8 м pan, 70 км полоса съемки	25 дней
SPOT 5	Европа/Франция	1 pan, 4 multi, VIS, NIR, MIR	2.5 и 5 м pan, 10 м multi 2 x 60 км полоса съемки	7 раз/ 27 дней

	Китай, Казахстан	1999>	<a href="http://www.dem.inpe.br/us/">http://www.dem.inpe.br/us/</a> <a href="http://www.inpe.br/programas/cbers/english/index.html">http://www.inpe.br/programas/cbers/english/index.html</a>
<b>Высокое пространственное разрешение (10 м - 100 м)</b>			
Программирова-ние	Китай	2002 – 2008	<a href="http://envisat.esa.int/">http://envisat.esa.int/</a>
Систематическая съемка	USDA	с 1972 (80 m res), с 1982 (30 m)	<a href="http://www.eurimage.com">http://www.eurimage.com</a>
Только принимающая станция	Казахстан, USDA	1995>	<a href="http://www.spaceimaging.com">http://www.spaceimaging.com</a>
Программирова-ние	MARS		<a href="http://www.spotimage.fr/">http://www.spotimage.fr/</a>
Записывающее устройство на борту и принимающая станция	Казахстан	1995>	<a href="http://www.rsi.ca/">http://www.rsi.ca/</a>
Только принимающая станция	Китай, Казахстан	1998>	<a href="http://www.dem.inpe.br/us/">http://www.dem.inpe.br/us/</a> <a href="http://www.inpe.br/programas/cbers/english/index.html">http://www.inpe.br/programas/cbers/english/index.html</a>
<b>Очень высокое пространственное разрешение (1 м - 10 м)</b>			
Программирование	MARS, USDA	С 1999>	<a href="http://www.spaceimaging.com">http://www.spaceimaging.com</a>
Программирование	MARS, USDA	С 10/2001	<a href="http://www.digitalglobe.com/">http://www.digitalglobe.com/</a> <a href="http://www.eurimage.com/news.shtml">http://www.eurimage.com/news.shtml</a>
Программирование	Китай	С 1995>	<a href="http://www.eurimage.com">http://www.eurimage.com</a>
Программирование	MARS	С 2002>	<a href="http://www.spotimage.fr/">http://www.spotimage.fr/</a> <a href="http://sirius-ci.cst.cnes.fr:8220/reseauxfins/spot5.html">http://sirius-ci.cst.cnes.fr:8220/reseauxfins/spot5.html</a> <a href="http://www.cnes.fr/espace_pro/communiques/cp99/99_01_21.html">http://www.cnes.fr/espace_pro/communiques/cp99/99_01_21.html</a>

# Глава 13. Почвообразовательные процессы и генетическое разнообразие *Haloxylon aphyllum* в условиях пустынь Узбекистана

Лебедева М.П.<sup>1</sup>, Шуйская Е.В.<sup>2</sup>, Тодерич К.Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева, e-mail: m\_verba@mail.ru;

<sup>2</sup>Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, e-mail: evshuyaya@mail.ru;

<sup>3</sup>Международный центр по развитию сельского хозяйства на засоленных почвах (ИКБА) для Центральной Азии и Закавказья, email: k.toderich@cgiar.org)

## Chapter 13. Soil forming processes and genetic diversity of *Haloxylon aphyllum* in the deserts of Uzbekistan

Lebedeva M.P.<sup>1</sup>, Shuiskaya Ye.V.<sup>2</sup>, Toderich K.N.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dokuchaev Soil Science Institute, e-mail: m\_verba@mail.ru;

<sup>2</sup>Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS, e-mail: evshuyaya@mail.ru;

<sup>3</sup>International Center for Biosaline Agriculture in Central Asian and Caucasus countries, email: k.toderich@cgiar.org)

В работе приводится комплексный интегрированный анализ свойств пустынных песчаных почв, особенностей почвообразовательных процессов в разных биотопах и генетическое разнообразие *H. aphyllum*, обусловленное почвенно-экологическими условиями. Генетический анализ, проведенный на основе полиморфизма белков, выявил пространственную внутрипопуляционную дифференциацию генетической структуры *H. aphyllum*. Наибольший уровень изменчивости *H. aphyllum* зафиксирован в ксерогалофитном растительном сообществе на почве с более благоприятным водным режимом, содержанием гумуса и элементов питания и, как следствие, наибольшим видовым разнообразием, что определяет стабильное функционирование аридных экосистем.

This chapter is focused on the comprehensive analysis of the properties of sand desert soils, the peculiarities of soil formation in different biotopes and genetic diversity of *Haloxylon aphyllum* in relation to soil-environmental conditions. Genetic analysis based on protein polymorphism showed the pronounced spatial differentiation of intrapopulation genetic structure of *H. aphyllum*. The highest level of variability of *H. aphyllum* is observed at the biotopes with a xero-halophytic plant association on the soils with favorable moisture regime and elevated content of humus and nutrients. As a result, such biotopes are characterized by the highest biodiversity which predetermines the stable functioning of arid ecosystems.

## ВВЕДЕНИЕ

Адаптация к последствиям изменения климата, влияющего на природные пустынные биогеоценозы, связана с устойчивым управлением природными ресурсами с целью сохранения конкретных высоко-адаптированных популяций, видов, растительных сообществ и их комплексов. Возрастание антропогенного воздействия на природные и антропогенно-нарушенные аридные экосистемы приводит к негативным изменениям ботанического разнообразия растительных ассоциаций, структуры популяций основных лесообразователей (эдификаторов) пустынь и полупустынь и уменьшению их генетического разнообразия, что в конечном итоге приводит к снижению продуктивности и функционирования пустынных экосистем. Особое значение приобретает информация об уровнях деградации почв (засоление, заболачивание, токсичность различных загрязнителей), характере и интенсивности ответной реакции основных эдификаторов различных растительных пустынных сообществ к резким изменениям экологических условий. Важным фактором устойчивости пустынных древесных растений является их внутривидовой полиморфизм. Пространственная организация отдельных популяций древесных пустынных видов растений несет в себе важнейшую информацию о результатах их взаимодействия с факторами среды (почвенные особенности) и между собой. Изменчивость внутренней структуры изолированных группировок позволяет судить о возможности адаптации составляющих ее элементов к резким изменениям среды без существенных изменений в генофонде. Генетическая разнородность, как результат варьирования признаков в генетически различных группах, лежит в основе адаптации к новым экотопам (большом разнообразии биотипов, составляющих рассматриваемые фрагменты популяции), подтверждая этим их стабильность и устойчивость аридных экосистем.

Растительный покров пустыни имеет сложную пространственную структуру на надфитоценоотическом уровне, основными абиотическими причинами образования которой являются первичная неоднородность среды – микро- и мезорельеф и связанные с ними процессы: засоление и рассоление, денудация и аккумуляция, изменение глубины залегания грунтовых вод. Неотъемлемым компонентом галогидрогенных комплексов растительных сообществ, связанных с процессами засоления-рассоления почв и господством галофито-ксерофитной растительности Кузылкума являются виды с C4 типом фотосинтеза (Акжигитова и др., 2003; Toderich et al., 2007, 2009). К одним из основных средообразующих эдификаторов и экономически наиболее важных видов относится черный саксаул (*Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Pjin, Chenopodiaceae (саксаул безлистный, черный)) (Акжигитова и др., 2003; Курочкина и др., 1986; Gintzburger et al., 2003; Ryankov et al., 1999; Toderich et al., 2009). Природные саксаульники имеют важное почвозащитное и пастбищно-мелиоративное значение, являются ценным генетическим фондом и служат семенной базой для фитомелиоративных работ при улучшении продуктивности деградированных пустынных пастбищ Узбекистана. Проблема рационального использования растительных ресурсов пустыни и повышение продуктивности аридных пастбищ методами фитомелиорации всегда имели большое значение (Гаель, 1975; Шамсутдинов, 1975) и приобретает все большую актуальность в настоящее время в условиях аридизации климата (Christmann et al., 2009). *H. aphyllum* - это древовидный кустарник (1-9 м высотой) с фотосинтезирующими суккулентными побегами, распространенный, в основном, на аллювиальных равнинах современных и древних речных русел, в понижениях и обширных



котловинах пустынь Центральной Азии. Во взрослом состоянии *H. aphyllum* сочетает признаки ксерофита и галофита, благодаря чему может произрастать от пресных песков до солончаковых и гипсовых субстратов, образуя огромные, протяженностью в десятки километров, популяции (Курочкина и др., 1986; Нечаева, 1958; Никитин, 1966; Gintzburger et al., 2003).

Как известно, под кроной этого древовидного кустарника в отличие от белого саксаула происходит формирование особых свойств почв по сравнению с пустынными почвами фона, находящимися за пределами крон саксаула черного. Это связано с наиболее высоким накоплением солей, пылеватых частиц, ила, гумуса и питательных элементов в почвах непосредственно под кронами *Haloxylon aphyllum* (Базилевич и др., 1972; Балясный, 1985; Гаэль, 1939, 1975; Гунин и др., 1972; Гунин, 1990 и др.). Влияние саксаула черного на свойства пустынных почв объясняется высокой зольностью (30-40%) ассимиляционных побегов и высоким содержанием натрия в золе. При этом установлено, что избирательная способность аккумулировать соду проявляется у черных саксаулов независимо от местообитания, а высокая зольность и преобладание в ней  $\text{Na}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  у особой отмечена при обитании в понижениях как с пресными, так и с сильноминерализованными грунтовыми водами. Значительная щелочность золы черного саксаула объясняется высоким содержанием соды в составе водорастворимых солей пустынных почв. Помимо этого, обогащение почвы содой происходит в результате разложения опада и при ее вымывании из опавших побегов и смыва с кроны черного саксаула. Кроме натрия и хлора в золе черного саксаула активно накапливается фосфор, сера, калий, кальций. Зола травянистых растений, растущих под кронами черного саксаула (*Londesia*, *Suaeda*, *Kochia*) также сильно обогащена натрием (Глазовская, Горбунова, 2004).

При таком сильном влиянии саксаула черного на свойства пустынных почв в последнее время обнаружено, что у самого *H. aphyllum* в естественных условиях формируются два типа семян: первый тип - крупные с ранней и быстрой всхожестью; и второй тип - мелкие с более низкой и медленной всхожестью (Ли и др., 2013). Установлено, что мелкие семена продуцируются *H. aphyllum* в условиях слабого ( $0 - 0.05 \text{ Na}^+$  ммоль/г) и сильного ( $0.3 - 0.5 \text{ Na}^+$  ммоль/г) засоления верхних слоев почвы, а крупные семена - в условиях умеренного ( $0.05 - 0.1 \text{ Na}^+$  ммоль/г) засоления. Протяженные популяции саксаула черного характеризуются разным качеством семян (Ли и др., 2013), образуя отдельные группы (субпопуляции) с локальной адаптацией к конкретным условиям обитания (Шуйская и др., 2012). Идентификация экологических факторов, ведущих к подобной локальной адаптации и, тем самым, определяющих адаптивный потенциал саксаула, необходима для создания генетического банка семян, понимания механизмов реагирования популяций на действия внешних факторов и поддержания стабильности и устойчивости в меняющихся условиях аридных экосистем.

Кроме того, имеются сведения (Cabin et al., 1997), что всхожесть и выживаемость разнокачественных семян в конкретных условиях окружающей среды может играть важную роль в формировании и поддержании генетической структуры природных популяций растений и в эволюции видов. Природные популяции имеют эволюционно сложившийся адаптивный оптимум генного разнообразия, и нарушение генетического баланса популяционной системы ведет к её деградации, которая отражается на состоянии вида и экосистемы в целом (Алтухов, 2003). Для понимания подобных микроэволюционных процессов возникла необходимость

идентификации экологических факторов, определяющих локальную генетическую дифференциацию популяций. Подобная гетерогенность может выражаться в: (1) различном влиянии стресса между местами обитания, приводя к генетической гетерогенности, или (2) образовании ландшафтных барьеров для потока генов, что увеличивает генетическую дифференциацию между полуизолированными популяциями (Алтухов, 2003; Linhart, Grant, 1996).

Однако в настоящее время недостаточно уделено внимания интегрированным комплексным исследованиям биогеоценотического плана в пустыне Кызылкум, изучению свойств почв и направленности почвообразовательных процессов и их влияния на генетическую структуру популяций древесно-кустарниковой растительности, которые определяют стабильное функционирование аридных пастбищных экосистем. В литературе отсутствуют данные о взаимодействии лимитирующих факторов условий произрастания и генетического внутривидового разнообразия многолетних древесных пустынных видов.

Целью настоящих исследований является оценка свойств почв и изучение особенностей почвообразовательных процессов, возникающих под кроной черного саксаула с применением современных методов анализа, что позволяет выявить экологические факторы, влияющие на уровень генетического разнообразия черного саксаула в экстремальных условиях пустынь.

## **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ**

Объектами исследования являются песчаные почвы под 35-40-летними посадками черного саксаула (*Haloxylon aphyllum*) на территории экоцентра «Джейран» в Узбекистане (Рис. 13.1). Экоцентр «Джейран» располагается на территории Юго-Западного Кызылкума, Бухарская область (39°34' с.ш. и 64°42' в.д.). Рельеф территории питомника представляет собой пологоволнистую равнину между изолированными возвышениями - горой Кайкасач (высота 331.4 м н.у.м.) на северо-востоке и Сарыташ (высота 335.7 м н.у.м.) на юге.

Рис. 13.1. Расположение района исследований (отмечено звездочкой) на карте Узбекистана



Посадки черного саксаула занимают пологий склон общей площадью 20-30 га. Отдельные особи саксаула черного произрастают на расстоянии 1-10 м друг от друга в составе различных ксеро- и галофитных растительных ассоциаций. Развиты они на мелкобугристых отложениях с песчаными почвами. Климат района характеризуется аридным гидротермическим режимом: МАТ – 15.3 С и МАР – 157 мм (Gintzburger et al., 2003).

Исследования почв и растительности проводились в октябре 2012 г. Почвенные разрезы были заложены под черным саксаулом в трех биотопах, в которых сильно различался тип растительного сообщества: биотоп 1 – с ксерофитным растительным сообществом, биотоп 2 – с галофитным и биотоп 3 – с ксерогалофитным. Изучаемые биотопы расположены в разных частях полого склона: биотоп 1 – в верхней, биотоп 2 – в средней и биотоп 3 – в нижней части склона. Описание биотопов и ботанического разнообразия растительных сообществ с участием саксаула черного приводится в Таблице 13.1.

Почвенные исследования. Образцы почв отбирались по генетическим горизонтам из 3-х разрезов, заложенных под кронами черного саксаула на расстоянии 25-30 см от ствола. Специально для микроморфологических и физико-химических исследований отбирались образцы поверхностных корок непосредственно у ствола, поскольку они сильно отличались по морфологии от корковых горизонтов у разрезов, удаленных от стволов.



Таблица 13.1. Описание биотопов\* с участием саксаула черного на мелко-бугристых, закрепленных растительностью песках юго-востока Казахстана

N биотопа	Координаты	Биотоп
1	<p>N 39034'26.4; E 64042'42.8</p> <p>Верхняя часть увала, на поверхности которого отмечены мелкие микроповышения и микропонижения рельефа. Разрез заложен под старым саксаулом на расстоянии 25 см от ствола.</p>	<p>Мелкобугристые уплотненные, местами подвижные разбитые пески; наличие асфента (<i>Peganum harmala</i>) в травостое свидетельствует о деградации участка в результате выпаса копытными животными</p>
2	<p>N 39034'40.9 E 64042'29.5</p> <p>Популяция саксаула в 100-150 м ниже по склону от разр. 159</p>	<p>Мелкобугристые закрепленные растительностью пески с островковыми солончаковыми микро-понижениями. Многочисленные особи среднерослого саксаула, особи разные по высоте, габитусу и окраске ветвей</p>

**Юго-восточной части пустынь Кызылкум, Экоцентр «Джейран».**

Почвенный профиль	Растительное сообщество
<p>Разрез 159</p> <p>А - 0-3 (8) см - Светло-серая плотная корка, на поверхности заметен рыхлый сыпучий эоловый нанос с опадом из веточек саксаула. Корка микрослоистая, неоднородная по цвету: самая верхняя часть белесоватая, книзу серее. Переход заметный, граница языковатая.</p> <p>В1 - 0-3 (8-18) см – Палевый, рыхлый, местами уплотненный, супесчаный, сухой с большим количеством белых округло-уплощенных карбонатных включений до 1 мм, пронизан большим количеством тонких корней. Переход заметный по уменьшению содержания белых включений.</p> <p>В2 - 18-37 см – Палевый, сухой, уплотненный с большим количеством крупных растительных корней, супесчаный, сыпучий с единичными белыми включениями. Переход заметный по увеличению увлажнения.</p> <p>ВС - 37-50 см – Палевый, сухой с тонкими корнями, влажнее чем вышележащий горизонт, с ходами почвенных животных, уплотнен, уплотненно-глыбистый с единичными белыми включениями менее 1 мм.</p>	<p>Ксерофитное растительное сообщество; все растения имеют маленькую численность, что говорит о разреженности и деградации пастбищ. <i>Haloxylon aphyllum</i>, <i>Calligonum</i> sp., <i>Convolvulus</i> sp., <i>Astragalus</i> sp.] + [<i>Acanthophyllum pungens</i>, <i>Agriophyllum latifolium</i>, <i>Climacoptera longistilosa</i>, <i>Salsola sclerantha</i>, <i>Salsola paulsenii</i>, <i>Halothamnus subaphylla</i>; <i>Euphorbia</i> sp.]; <i>Astragalus villosissimus</i>; <i>Convolvulus hammadae</i>; <i>S. Praecox</i>; <i>Climacoptera lannata</i>; <i>Carex pahystyllis</i>; <i>Poa bulbosa</i>; <i>Arnebia decurrens</i>; <i>S. paulsenii</i>; <i>Phlomis tapsopides</i>; <i>Peganum harmala</i>. В травостое присутствуют высушенные остатки эфемеров и эфемероидов.</p>
<p>Разрез 162</p> <p>А - 0-8 см – Палевая плотная корка, супесчаная, с большим количеством крупных ходов корней и животных, на поверхности опад из веточек саксаула. Переход заметный по уменьшению плотности.</p> <p>В1 - 8-20 см – Палевый, уплотненный с обилием белых карбонатных включений (как в биотопе 1), сухой, сыпучий, супесчаный, непрочноглыбистый, с единичными корнями, переход в нижележащий горизонт постепенный.</p> <p>В2 - 20-33 см - Палевый с небольшим количеством белых включений, большое количество тонких корней, непрочноглыбистый, сухой, сыпучий, рыхлый. Переход по увеличению влажности.</p> <p>ВС - 33-50 см – Палево-буроватый, свежий, сыпучий, супесчаный. Белые солевые пятна, что не наблюдалось в ксерофитной растительной ассоциации (биотоп 1). Единичные тонкие корешки.</p>	<p>Галофильное растительное сообщество с доминированием наряду с черным саксаулом особой сведы (<i>Suaeda arcuata</i>; <i>S. heterophylla</i>; <i>S. paradoxa</i>), климакоптеры (<i>C. longistifolia</i>; <i>C. turcomanica</i>, <i>Salsola inconscens</i>), единичные кусты тамарикса, остатки высушенных эфемеров.</p>

3	N 39034'42.6 E 64041'59.3 5-6 м от сухого оросительного канала, который не функционирует с 1982 г.	Мелкобугристые пески, закрепленные растительностью. Нарушенный выпасом дикими животными биотоп с преобладанием разновозрастных, хорошо самовозобновляемых особей саксаула черного (наличие значительного количества мелких молодые особей). Промежуточная экосистема на автоморфных почвах.
---	--	---

Изучение химических и физико-химических свойств почв было выполнено в Почвенном институте им. В.В. Докучаева по общепринятым методикам (Воробьева, 1998; Хитров, Понизовский, 1990). Оценка химизма и степени засоления была проведена согласно показателям, приведенных в монографии Засоленные почвы России (2006).

Почвенные шлифы изготовлены в лаборатории минералогии и микроморфологии почв Почвенного института им. В.В. Докучаева М.А. Лебедевым с применением полисинтетической смолы в условиях вакуумной пропитки почвенных микромоноклитов, что позволило сохранять солевые новообразования и почвенные структурные отдельные без разрушения. Из каждого генетического горизонта были изготовлены шлифы вертикальной ориентации с 3-х кратной повторностью.

Микроморфологические исследования проводились с использованием оптического минералогического микроскопа Olympus BH-2, фотосканера Epson perfection 2450 Photo, цифровой фотокамеры Nikon E 4500. Для характеристики микроскопических признаков были использованы международные и российские руководства (Парфенова, Ярилова, 1962; Stoops, 2003).

*Анализ растительного материала.* Материалом для исследований генетического полиморфизма служили зрелые семена *Haloxylon aphyllum* (Chenopodiaceae), собранные с 10-20 отдельных растений с каждого биотопа. Расстояние между растениями было 5-50 м, между субпопуляциями 1-5 км. Выборка включала 50-147 семян для субпопуляций.

## Разрез 163

A - 0-4 см – Белесовато-палевая, крупнослоистая корка, плотная. Верхняя часть корки более светлая, чем снизу. На нижней части корочки коричневатый мелкозем с обилием растительных остатков (органики) и остатков почвенных животных (хитин, остатки крыльев). Граница к нижележащему горизонту языковатая, заметная по появлению белых включений.

B1 - 4-20 см – Палевый с обилием белых карбонатных включений, сухой, с большим количеством тонких корней, супесчаный.

B2 - 20-30 см – Палево-рыжеватый с большим количеством корней и белых точек (включений), увлажнен, непрочно глыбистый. Переход в нижележащий горизонт по увеличению влажности и появлению мелких белых пятен (с диаметром до 2 мм).

BC - 30-50 см – Рыжеватый, влажный, супесчаный, с единичными тонкими корнями и белыми солевыми пятнами.

Ксерогалофитное растительное сообщество.

Доля многолетней части древесно-кустарниковой растительности возрастает за счет саксаула черного (*Haloxylon aphyllum*) + верблюжей колючки (*Alhagi pseudoalhagi*), полыни (*Artemisia diffusa*), древовидных солянок и вьюнка (*Salsola orientalis*, *Salsola arbuscula* + *Convolvulus hamadae*)

В травостое саксаульника произрастает *Iris songarica*, *Salsola incanescens*; *S. sclerantha*; видов *Climacoptera* и различные виды сведы (*Suaeda*), *Frankenia hirsuta*; *Haloharis hispida*; *Aeluropus litoralis*; *Cynadon dactylon*; *Limonum otolepis*

\* Биотоп - участок суши или водоёма, занятый определённым биогеоценозом, видовой состав которого определяется комплексом абиотических факторов (условиями рельефа, типами почв, климата и др.) (Митчелл, 2001)

Изучение генетического полиморфизма проводили с использованием изоферментного анализа по методике для пустынных видов маревых (Шуйская и др., 2012). Гистохимическое окрашивание ферментов и генетическую интерпретацию осуществляли по Г.Г. Гончаренко с соавт. (1989) с некоторыми модификациями. Для оценки уровня генетической изменчивости в программе PopGen 32 рассчитывали следующие показатели: долю полиморфных локусов ( $P_{99}$ ), среднюю наблюдаемую ( $H_o$ ) и ожидаемую ( $H_e$ ) гетерозиготности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Морфологические исследования** изученных почв показали, что сравниваемые разрезы характеризуются в целом одним и тем же набором почвенных горизонтов. Почвы сформированы на слоистых супесчаных отложениях – поверхностных эоловых и аллювиально-делювиальных. Во всех сравниваемых почвах, заложенных в разных частях пологого склона практически на одной глубине (с 4-8 см) наблюдается появление мелких (до 0.5 мм) белых округло-уплощенных карбонатных обломков.

Все поверхностные горизонты изученных почв обладают палевой или белесовато-палевой с самой поверхности уплотненной коркой мощностью 3-8 см (Рис. 13.2). У самого ствола саксаулов корковые горизонты во всех разрезах отличаются более темной окраской и появлением заметной разницы в цвете между верхней и нижней частями корки. Верхняя часть корки отличается сизовато-белесоватым цветом, нижняя - серым или даже сизовато-серым, что связано, по-видимому, с более высоким содержанием гумуса и повышенным оглеением. Во всех корковых



горизонтах в почвенном материале содержатся включения мелких опавших веточек с разной степенью разложения. В биотопе 3 их количество, а также количество следов биогенной переработки (наличие ходов муравьев) выше, чем в почвах других биотопов.

В ряду изученных почв разр. 163 в биотопе 3 отличается повышенной влажностью нижних горизонтов данной песчаной почвы, что, видимо, связано с более близким к поверхности залеганием засоленных грунтовых вод. Дополнительным аргументом в пользу этого является появление в профиле почвы мелких белых солевых новообразований в виде округлых пятен практически с самой поверхности. Мелкие солевые новообразования в разр. 162 (биотоп 2) диагностированы нами только в нижнем горизонте на глубине 50 см. Почва в биотопе 1 солевых новообразований не имеет.

*Рис. 13.2. Различия в морфологических свойствах корок: сизовато-серые по цвету - корки у ствола саксаула, светло-палевые - корки в разрезе 159*



Микроморфологические признаки сравниваемых почв по данным биотопам также близки между собой. Состав их определяется преобладанием мелкопесчаных слабо окатанных, в основном угловато-обломочных зерен минералов. В составе минералов крупных фракций преобладают кварц, плагиоклазы, калиевые полевые шпаты и карбонаты. Карбонаты представлены в основном первичным обломочным кальцитом и обломками в разной степени перекристаллизованных обломков биогенных карбонатов (Рис. 13.3). Отмечены микропризнаки расщепления пластинок биотита, ожелезнения пироксенов и выветрелых амфиболов. Тонкодисперсный материал представлен микрозернистым кальцитом.

Кроме общих микропризнаков, микроморфологические исследования выявили и существенные различия между сравниваемыми разрезами под кронами черного саксаула. От ксерофитной (биотоп 1) к галофитному растительному сообществу (биотоп 3) (от разр. 159 к разр. 163) постепенно наблюдается: 1) увеличение содержания глинисто-карбонатной плазмы в корковых горизонтах, которая организована в отдельные угловатые агрегаты; 2) увеличение мощности глинистых и карбонатно-глинистых кутан на поверхности песчаных зерен в средней части профиля (на глубине 30-50 см); 3) усиление выветрелости железосодержащих минералов крупных фракций; 4) повышение биогенной активности почвенной мезофауны, которая диагностируется появлением биогенных агрегатов; 5) повышение количества солевых округлых нодулей из глауберита. (Рис. 13.4); 6) усиление образования микрозернистых карбонатных кутан на поверхности корней (Рис. 13.5); 7) повышение количества растительных тканей с высокой степенью разложения вплоть до образования глинисто-гумусовых агрегатов; 8) повышение количества поровых заполнений тонкопылеватым материалом (инфиллингов) (Рис. 13.6).

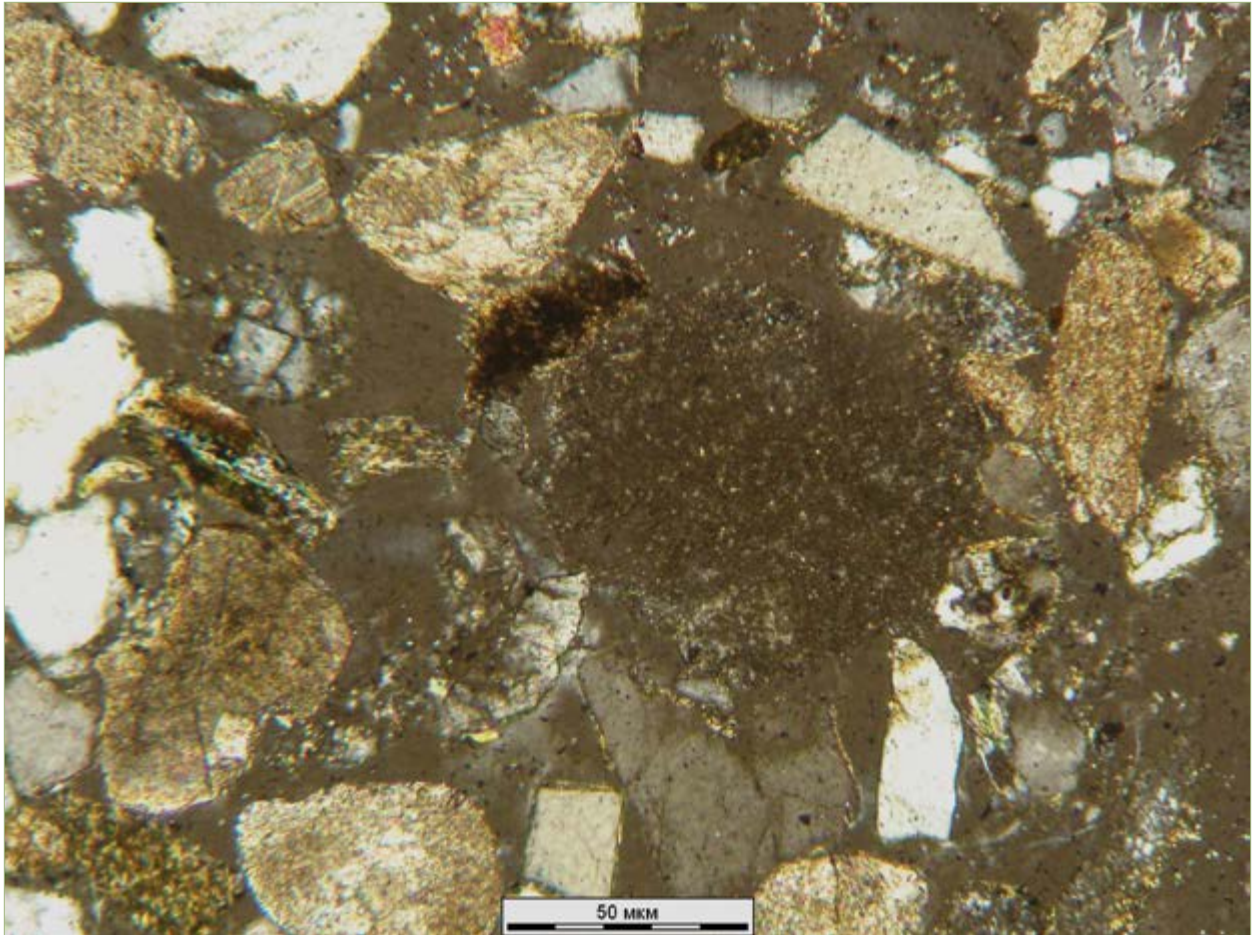
*Рис. 13.3. Мелкопесчаный состав, зерна кальцита в разной степени вторичной перекристаллизации, много выветрелых обломков пород с тонкими глинистыми кутанами (разр. 163, 4-20 см, XPL)*

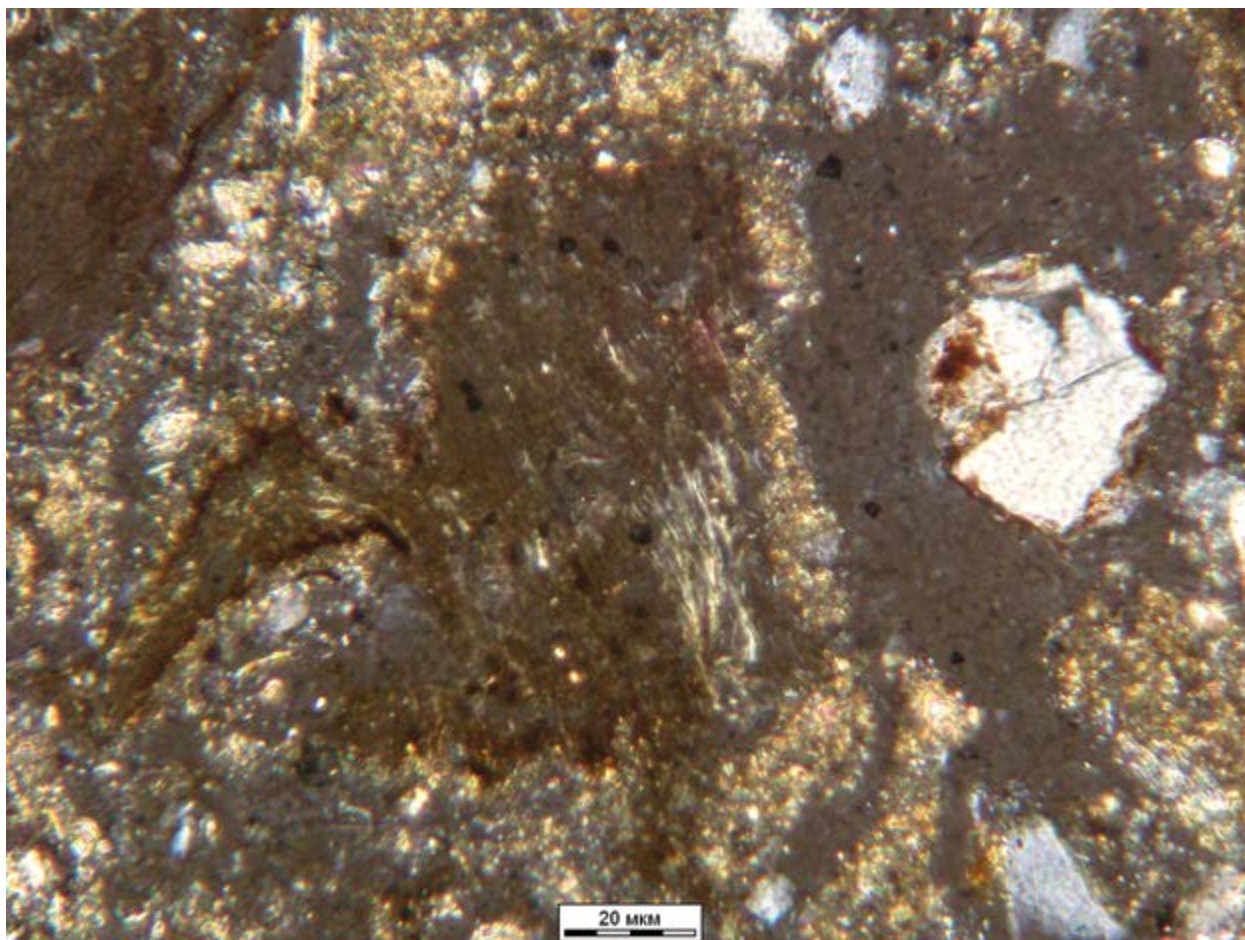


Вся совокупность перечисленных микропризнаков позволяет говорить, что почва под ксерогалофитным растительным сообществом (биотоп 3) выделяется в ряду изученных почв большей интенсивностью почвообразовательных процессов, в том числе: (1) более интенсивным разложением и гумификацией растительных тканей саксаула; (2) образованием органо-минеральных агрегатов; (3) формированием

биогенных карбонатов по корням растений и (4) солевых новообразований в порах (плотных микрокристаллических нодулей из глауберита). Предполагаем, что это вызвано более благоприятным водным режимом почвы в нижней части склона в данном битопах, поскольку растительная ассоциация также обладает большим разнообразием видов, чем в биотопах 1 и 2.

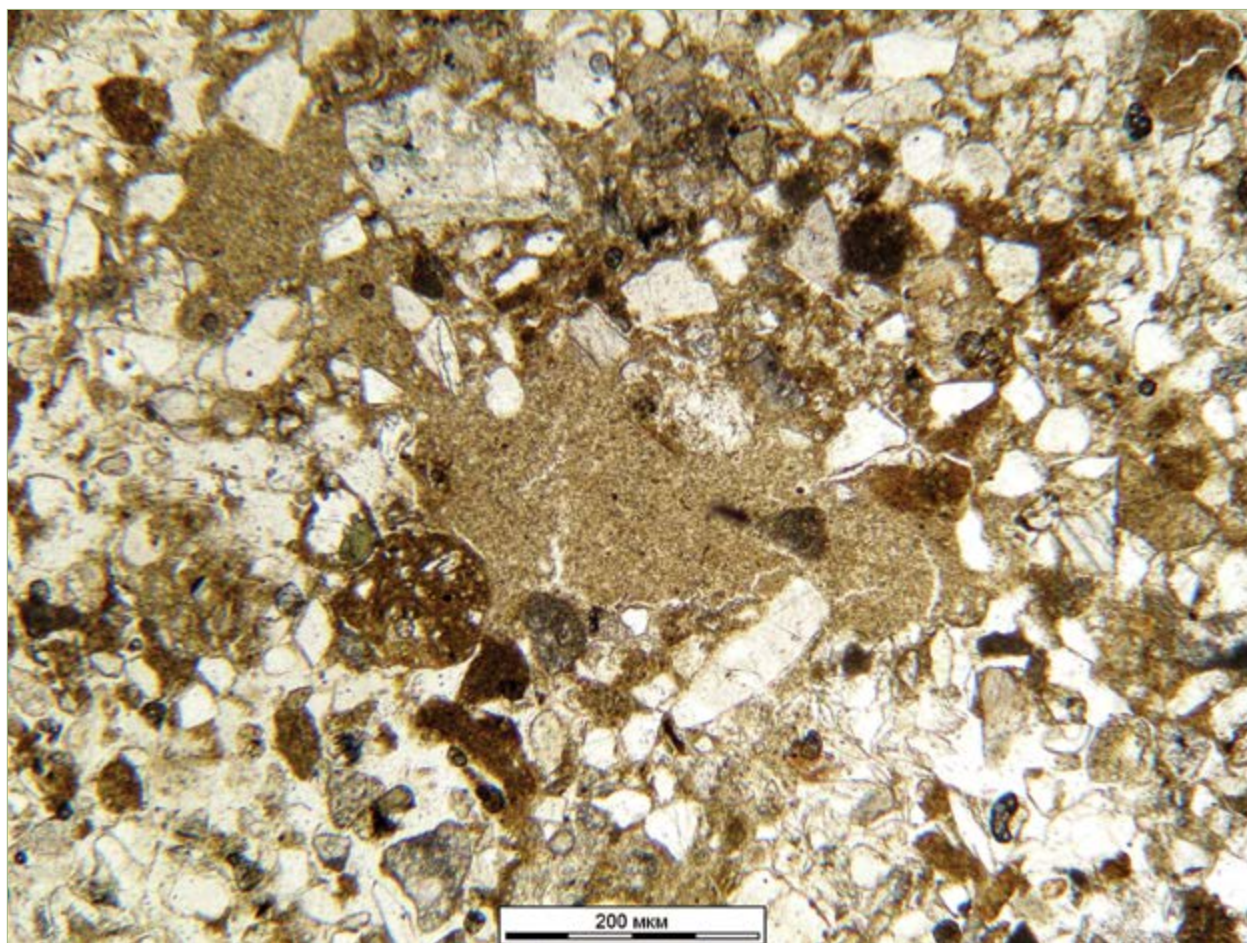
*Рис. 13.4. Округлый скрытокристаллический солевой нодуль (из глауберита) среди мелкопесчаных зерен разного минералогического состава (разр. 162 – 8-20 см, XPL)*



**Рис. 13.5. Растительный остаток с микритовой кутаной вокруг него (разр. 163 – 0-5 см, XPL)**

*Химические и физико-химические свойства почв* под кронами черного склона в разных растительных сообществах существенно между собой не различаются. Характерными особенностями во всех трех разрезах является появление повышенной общей щелочности в корке у стволов саксаулов (Таблица 13.2). Особенно высокими значениями общей щелочности выделяется корка у ствола в разр. 162, где она связана, как видно из данных водной вытяжки, с сильным содовым засолением. В других разрезах повышенная щелочность предположительно связана не с содовым засолением, а с органикой (Воробьева, 1998). В плотных корках в разрезах (на расстоянии 25 см от ствола) общая щелочность выше, чем в ниже лежащих горизонтах, но нигде она не превышает величин щелочности в корках у самих стволов.

**Рис. 13.6. Тонкопылеватый инфиллинг, округлый биогенный агрегат глинисто-гумусового состава и многочисленные папулы (разр. 162 – 33-50 см, PPL)**



По данным водной вытяжки, наименее засоленной является почва в ксерофитном сообществе (разр. 159). Сумма токсичных солей в нижних горизонтах почвы разр. 162 (биотоп 2 с галофитной растительностью) является максимальной, что мы связываем с процессом промывания легкорастворимых солей из верхних почвенных горизонтов за счет атмосферных осадков (Рис. 13.7). На процесс рассоления данной почвы указывает характер внутрипрофильного распределения легкорастворимых солей – минимальное их содержание отмечено в верхних и средних горизонтах и максимальное – на глубине 50 см, где, как было отмечено выше, при микроморфологическом анализе выявлены солевые нодулы. Наиболее засоленной по всему профилю является почва биотопа 3 с галоксерофитной растительностью, где отмечается сульфатно-хлоридный химизм засоления в корке и хлоридно-сульфатное засоление ниже. Такой характер внутрипрофильного засоления свидетельствует о подтягивании солей от близко залегающих грунтовых вод.



Таблица 13.2. Состав водной вытяжки в песчаных почвах под черным саксаулом в разных биотопах.

№ разреза, биотопа	Глубина (см)	pH	Сухой остаток	Сумма	Общая	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> общ.
				токсичных солей	щелочность HCO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>		
				%	ммоль экв/100 г		
159 Биотоп 1	0+1 эол. нанос	8.54	0.43	0.23	1.6	0.53	3.84
	0-8	9.17	0.141	0.05	0.95	0.08	0.76
	2(8)-18	8.05	0.897	0.07	0.4	0.08	12.8
	18-37	8.09	0.841	0.14	0.3	0.08	12.12
	37-50	8.08	0.976	0.17	0.35	0.28	14
162 Биотоп 2	Корка у ствола саксаула	9.67	0.851	0.69	4.1	1.38	5.6
	0-8	8.75	0.582	0.12	0.55	0.33	7.72
	8-20	7.99	1.06	0.11	0.4	0.49	15
	20-33	8.46	1.383	0.65	0.2	3.99	16.64
	33-50	8.56	1.846	1.19	0.3	8.64	23.48
163 Биотоп 3	Корка у ствола саксаула	8.41	0.493	0.23	1.15	0.45	5.28
	0-4	8.28	0.587	0.28	0.9	2.57	5.12
	4-20	8.14	1.657	0.67	0.3	7.5	17.6
	20-30	8.42	1.183	0.5	0.3	4.28	13.56
	30-50	8.28	1.46	0.58	0.3	4.77	17.24

Для всех почв характерно гипсовое (нетоксичное) засоление, особенно высокое гипсовое засоление отмечается в нижних горизонтах разрезов. Это согласуется с относительно высоким содержанием в этих горизонтах гипса (Таблица 13.3). Интересно, что в профиле разр. 159, находящегося в самой верхней части склона, отмечено относительно высокое количество гипса (4.5%) практически сразу под коркой. Мы считаем, это является результатом эоловой миграции тонкокристаллического гипса с гипсовой горы Кайсагач, на которой идет открытым способом его добыча. Для почв ксерогалофитного и галофитного растительных сообществ наблюдается наиболее высокое содержание карбонатов в поверхностных горизонтах.

В ряду сравниваемых почвенных разрезов для ксерогалофитного растительного сообщества отмечается наиболее высокое содержание гумуса в корке на расстоянии 25 см от ствола черного саксаула (2.06%), калия (78.85%) и фосфора (24.96%). Это позволяет говорить о том, что здесь сформированы почвы с наиболее высоким плодородием.

$\text{SO}_4^{2-}$ ТОКСИЧ	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$	$\text{Cl} / \text{SO}_4$	$\text{Cl} / \text{SO}_4$ ТОКСИЧ.	Ca + Mg	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Ca} + \text{Mg}}$
ММОЛЬ ЭКВ/100 Г							
3.44	2	1.25	2.17	0.14	0.15	3.25	0.49
1.46	0.25	0.25	0.53	0.11	0.05	0.5	1.90
2.08	11.12	0.57	0.46	0.01	0.04	11.7	0.03
2.92	9.5	0.5	1.62	0.01	0.03	10	0.03
3.6	10.75	0.65	1.94	0.02	0.08	11.4	0.03
8.58	1.12	0.82	9.52	0.25	0.16	1.9	2.11
2.21	6.06	1.06	0.8	0.04	0.15	7.1	0.08
2.36	13.04	0.83	0.83	0.03	0.21	13.9	0.03
6.34	10.5	0.69	8.99	0.24	0.63	11.2	0.02
10.28	13.5	1.56	16.23	0.37	0.84	15.1	0.02
3.74	2.69	1.56	1.93	0.09	0.12	4.25	0.27
2.21	3.81	0.94	3.19	0.50	1.16	4.75	0.19
3.59	14.31	1.57	8.51	0.43	2.09	15.9	0.02
3.74	10.12	1.94	5.58	0.32	1.14	12.1	0.02
4.29	13.25	2.12	6.62	0.28	1.11	15.4	0.02

### *Внутрипопуляционная генетическая дифференциация H. aphyllum*

Все параметры генетической изменчивости (доля полиморфных локусов ( $P_{99}$ ), средняя наблюдаемая ( $H_o$ ) и ожидаемая ( $H_e$ ) гетерозиготности) *H. aphyllum* были выше в субпопуляции, произрастающей в ксерогалофитной растительной ассоциации (биотоп 3) при умеренном засолении. Наиболее значимые различия наблюдали по уровню гетерозиготности:  $H_o = 0.28$  и  $H_e = 0.27$  при умеренном засолении в ксерогалофитном растительном сообществе,  $H_o = 0.11 - 0.12$  и  $H_e = 0.12 - 0.14$  при слабом и сильном засолении (в биотопах 1 и 2) (Рис. 13.8а).



Рис. 13.7. Сумма токсичных солей (в водной вытяжке почвы в нижнем горизонте) (а) и элементов питания (в верхнем горизонте почвы) (б) в растительных ассоциациях: 1 - ксерофитная, 2 - галофитная, 3 - ксерогалофитная

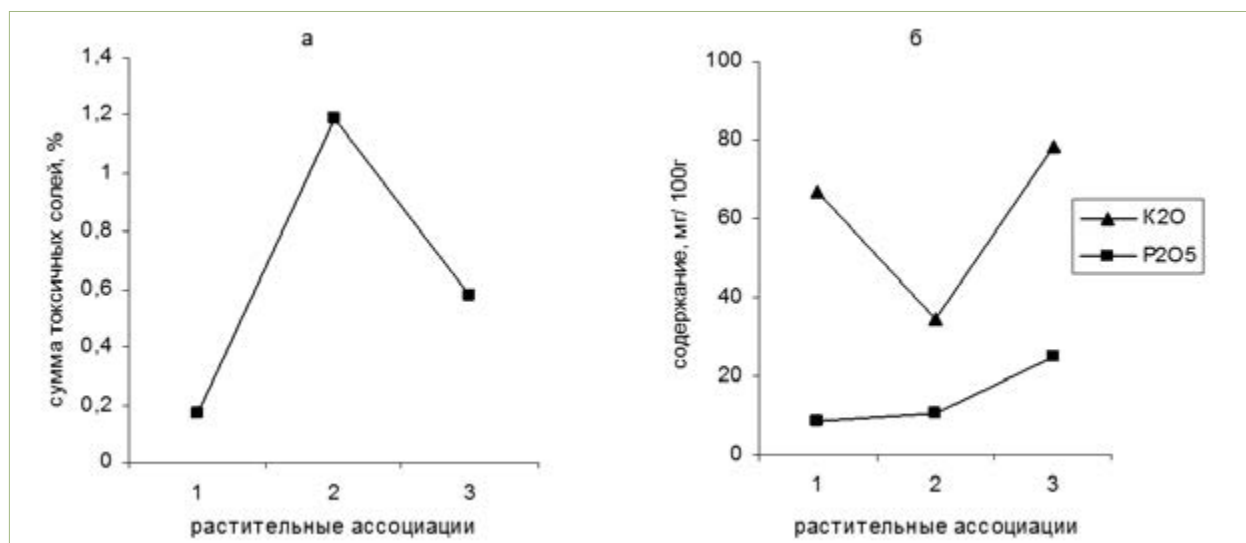
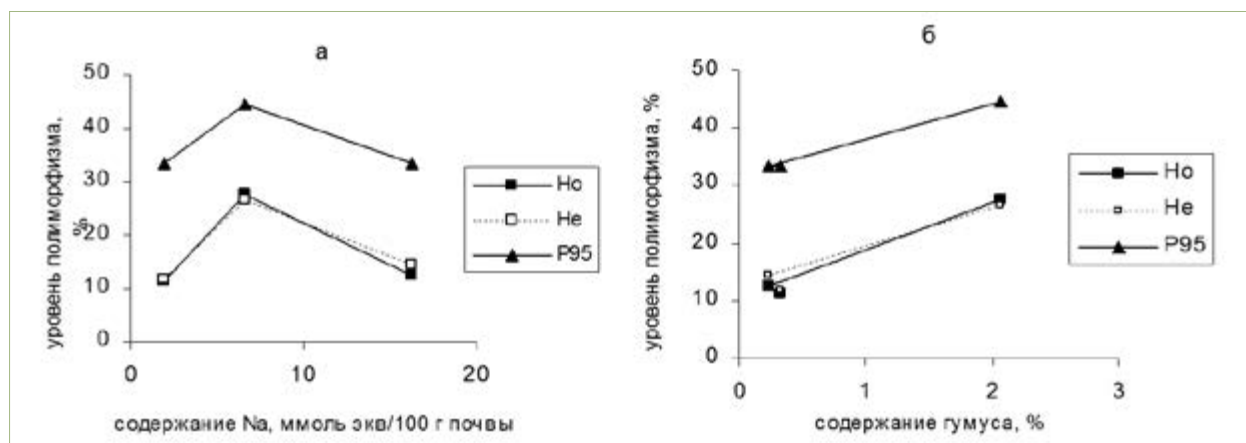


Таблица 13.3. Содержание гумуса и элементов питания в песчаных почвах под черным саксаулом в разных биотопах.

№ разреза, биотопа	Глубина (см)	Гумус	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub> *2H <sub>2</sub> O
		%	мг/100г			%
159 Биотоп 1	0+1 эол. нанос	1.53	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
	0-8	0.32	67.04	8.41	19.81	0.13
	2(8)-18	не опр.	31.95	4.01	18.42	4.50
	18-37	«-»	11.24	2.45	19.01	3.53
	37-50	«-»	не опр.	не опр.	16.4	5.86
162 Биотоп 2	Корка у ствола саксаула	1.85	93.89	19.76	21.6	не опр.
	0-8	0.24	34.36	10.68	20.6	не опр.
	8-20	не опр.	17.84	7.34	18.01	5.65
	20-33	«-»	15.8	6.23	13.42	7.97
	33-50	«-»	не опр.	не опр.	18.21	8.94
163 Биотоп 3	Корка у ствола саксаула	1.74	85.41	18.24	21.6	не опр.
	0-5	2.06	78.48	24.96	не опр.	«-»
	4-20	0.24	55.14	10.41	16.21	«-»
	20-30	не опр.	22.51	6.81	17.81	«-»
	30-50	«-»	13.36	5.92	19.42	5.61

**Рис. 13.8.** Уровень генетического полиморфизма саксаула черного по градиенту засоления (по содержанию ионов натрия в водной вытяжке почвы в нижнем горизонте) (а) и содержания гумуса (б).  $H_o$  – наблюдаемая гетерозиготность,  $H_e$  – ожидаемая гетерозиготность, P95 – процент полиморфных локусов



Разница более чем в 2 раза в уровне гетерозиготности в субпопуляции в ксерогалофитном растительном сообществе свидетельствует об оптимальности условий произрастания. Данный биотоп характеризуется также повышенным (по сравнению с другими биотопами) содержанием гумуса, калия и фосфора (Рис. 13.7б). Значительное понижение уровня гетерозиготности в ксерофитном и галофитном растительном сообществах свидетельствует о пессимальности условий произрастания для *H. aphyllum*.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные макро- и микроморфологических исследований почв под черным саксаулом в 3-х биотопах, а также анализ их химических и физико-химических свойств показал, что они имеют как общие свойства, так и специфические. Общими свойствами являются: 1) слоистость почвообразующего материала при достаточно выдержанной мощности одинаковых по морфологии слоев и 2) один набор почвообразовательных процессов, который проявляется в формировании общих почвенных новообразований - гумусово-глинистых микроагрегатов, копролитов, карбонатных и глинистых кутан на минералах крупных фракций, перекристаллизованных биогенных карбонатов, тонкопылеватых заполнений пор (инфилингов).

При общем наборе элементарных почвообразовательных процессов отмечается разнонаправленность процессов миграции солей - засоления-рассоления. Так, в песчаной почве биотопа 2 отмечено наиболее высокое засоление за счет вымывания легкорастворимых солей из верхних почвенных горизонтов и их аккумуляции в нижних горизонтах. В почве биотопа 3 наблюдается появление в составе солей хлоридов в поверхностных горизонтах, что проявляется в увеличении встречаемости здесь солевых новообразований (глауберита). Песчаная почва биотопа 3 с ксерогалофитной растительной ассоциацией выделяется в ряду изученных почв более высоким содержанием гумуса и элементов минерального питания (калия и фосфора). Кроме того, микроморфологический анализ показал здесь и наиболее высокое содержание тонкодисперсных гумусово-глинистых частиц (плазмы) как за счет выветривания легко выветриваемых минералов крупных фракций (биотита,

амфиболов, пироксенов), так и гумификации большего количества растительных остатков саксаула черного. Немаловажную роль в переработке растительного опада играет его биогенное разложение и оструктурирование почвенного материала. Наличие тонких глинистых кутан на поверхности минералов крупных фракций обусловлено, по всей видимости, солонцовым процессом, вызванным повышенной щелочностью биогенного генезиса за счет разложения опада, богатого  $\text{Na}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  (Базилевич и др., 1972). Повышенная подвижность тонкодисперсного материала, которая была выявлена при микроморфологическом анализе по образованию небольшого количества инфиллингов, свидетельствует также о протекании солонцового процесса. Предполагаем, что эоловое перемещение тонкодисперсного гипса из открытых карьеров на горе Кайсагач замедляет солонцовый процесс в почвах под кронами саксаула черного, то есть является экологически благоприятным фактором для данной территории.

Все эти свойства почв позволяют говорить, что эколого-эдафические условия произрастания черного саксаула в биотопе 3 отличаются от таковых в других сравниваемых биотопах. Основные различия, как мы считаем, связаны с более близким корнедоступным залеганием минерализованных грунтовых вод.

В результате проведенного *генетического анализа* был выявлена пространственная внутривидовая генетическая дифференциация *H. aphyllum*. Незначительные расстояния между субпопуляциями (1-5 км) саксаула черного, отсутствие ландшафтных преград для перекрестного ветро-опыления и распространения семян-крылаток, не дают оснований ожидать генетической дифференциации, обусловленной географической изоляцией. Подобная дифференциация, вероятно, является следствием гетерогенности окружающей среды под кроной саксаула черного, формирующей различия во влиянии стресса между местами обитания, что свидетельствует о наличии локальной адаптации к определенным условиям произрастания.

В литературе показано наличие связи генетической изменчивости и гетерогенности окружающей среды, прежде всего, с содержанием доступной воды (Mitton et al., 1998; Nevo et al., 1994) и питательных веществ в почве (Devi et al., 2010; Fisher et al., 2010; Prentice et al., 2000). В нашем исследовании экологические условия произрастания черного саксаула в биотопе 3 отличаются от условий в других сравниваемых биотопах. Основное отличие - в увлажненности почвы, обеспечивающей более высокое содержание гумуса и элементов минерального питания для саксаула черного.

## ВЫВОДЫ

1. Под кронами саксаула черного *H. aphyllum*, как было показано ранее, формируются пустынные песчаные почвы с уплотненными корковыми горизонтами, отличающимися высокими значениями рН и повышенной общей щелочностью различного происхождения (содовой и/или органической). Наиболее высокой щелочностью отличаются корки, непосредственно примыкающие к стволу саксаула черного.
2. Высокое содержание гипса в профилях изученных почв обусловлено водородным и эоловым его происхождением. Появление тонкодисперсных

- неправильных по форме кристаллов гипса в поверхностных горизонтах обусловлено раздуванием гипса из карьера открытой разработки с горы Кайсагач, под которой находится изучаемая территория. Эоловое гипсонакопление тормозит проявление солонцового процесса, что положительно отражается на свойствах изучаемых почв.
3. Характер и содержание токсичных солей, внутрипрофильное распределение солевых новообразований в почвах разных биотопов позволяет говорить о разных процессах миграции солей. Песчаная почва биотопа 1 не засолена, почва в биотопе 2 имеет элювиально-иллювиальный характер распределения солей с максимальным накоплением их на глубине 50 см, почва в биотопе 3 наоборот имеет такой профильный характер распределения токсичных солей, что можно говорить об их подтягивании из грунтовых вод, расположенных наиболее близко к поверхности.
  4. Наиболее оптимальным биотопом для саксаула черного являются ксерогалофитные растительные сообщества, почвы которых характеризуются большей интенсивностью почвообразовательных процессов, в том числе гумификацией растительных остатков саксаула, биогенным оструктурированием и окарбонированием.
  5. Генетический анализ выявил значительную пространственную внутрипопуляционную дифференциацию генетической структуры *H. aphyllum*. Предполагаем, что выявленная дифференциация является следствием гетерогенности окружающей среды и свидетельствует о наличии локальной адаптации к определенным условиям произрастания.
  6. Наибольший уровень генетического разнообразия саксаула черного зафиксирован в биотопе с ксерогалофитным растительным сообществом на почвах с более благоприятным водным режимом и уровнем плодородия по сравнению с двумя другими биотопами. Особенности в эдафических условиях и, прежде всего, в уровне увлажненности почвы формируют различия в давлении стресса между местами обитания, что приводит к локальной адаптации субпопуляций и популяций саксаула черного.

## **БЛАГОДАРНОСТИ**

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-04-00990а), а также Гранта USAID (AID-OAA-A-11-0012). Авторы благодарят Солдатову Н.В. и Солдатову В. за помощь в организации полевых исследований и отбора проб.





## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**Абдуллаев А.К.** Проблемы деградации земель как результат их нерационального сельскохозяйственного использования и пути улучшения ситуации. Интернет-дискуссия. 12 сентября - 12 октября 2005 г. (<http://www.caresd.net/land/o1.html>)

**АБР ИСЦАУЗР:** Многостранный проект ИС-УУЗР. Заключительный отчет по полевому мониторингу и оценке исследований. Ташкент, 2009. 29 с.

**Аверьянов С.Ф.** Борьба с засолением орошаемых земель. М.: Колос, 1978. 265 с.

**Аветисян С.С.** Сельское хозяйство и агропереработка в Республике Армения. Ереван: Лимуш, 2010. 238 с.

**Аграрный сектор Центральной Азии – формы собственности разные, но итог плачевный.** Круглый стол казахской редакции радио «Свободная Европа», радио «Свобода» и радио «Азаттык». 23.08.2010. (<http://www.centrasia.ru/newsA.php?st=1282535880>)

**Агроэкология.** М.: Колос, 2000. С. 448-452.

**Айдаров И.П.** Комплексное обустройство земель. М., 2007. 195 с.

**Айдаров И.П.** Очерки по истории развития орошения в СССР и России. М., 2006. 247 с.

**Айдаров И.П.** Проблемы мелиорации и водопользования // Природообустройство. 2008. № 2. С. 5-19.

**Айдаров И.П.** Проблемы природопользования и природообустройства России и пути их решения. М., 2010. 86 с.

**Айдаров И.П.** Регулирование водного, солевого и питательного режимов орошаемых земель. М., 1985. 234 с.

**Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н.** Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. М.: Агропромиздат, 1990. 58 с.

**Айкарян В.Ц.** Вопросы продовольственной безопасности Армении ([www.noravank.am/rus/journals/detail.php?ELEMENT\\_ID=4567](http://www.noravank.am/rus/journals/detail.php?ELEMENT_ID=4567))

**Акжигитова Н.И., Брекле З.В., Винклер Г., Волкова Е.А., Вухрер В., Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б., Огарь Н.П., Рачковская Е.И., Сафронова И.Н., Храмцов В.Н.** Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). СПб.: Бостон-Спектр, 2003. 424 с.

**Аладин Н.В.** Международная конференция «Арал: прошлое, настоящее, будущее – два века исследований на Аральском море» // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16. № 1 (41). С. 76-80.

**Алашанов Р.** Экономика Центральной Азии. Часть 1. Газета «Казахская правда» от 20.07.2009.

**Алибеков Л.А., Алибекова С.Л.** Социально-экономические последствия процесса опустынивания в Центральной Азии // Вестник Российской Академии Наук. 2007. Т. 77. № 5. С. 420-425.

**Алиханов Б.Б., Франк Л.Г.** Экологические индикаторы для оценки воздействия Аральского кризиса. Ташкент: Госкомитет Республики Узбекистан по охране природы, 2010. С. 1-5.

**Алтухов Ю.П.** Генетические процессы в популяциях. Москва: ИКЦ «Академкнига», 2003. 431 с.

**Альтергот В.Ф., Коваль С.Ф., Мордкович С.С.** Физиолого-морфологическая модель интенсивного сорта пшениц для Сибири // Сиб. вестник с.-х. науки. 1974. № 5. С. 94-100.

**Андрианов Б.В.** Древние оросительные системы Приаралья (в связи с историей возникновения и развития орошаемого земледелия). М.: Наука, 1962. 254 с.

**Андроников В.Л.** Аэрокосмические методы изучения почв. М.: Колос, 1979. 280 с.

**Андроников В.Л., Добровольский Г.В.** Космические проблемы географии, картографии и плодородия почв // 100 лет генетического почвоведения. М: Наука, 1986. С. 184-194.

**Андроников В.Л., Королюк Т.В.** Использование дистанционных методов в почвоведении и сельском хозяйстве // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Почвоведение. 1985. № 5. С. 3-179.

**Андроников В.Я., Афанасьева Т.В., Калнина В.А., Королюк Т.В., Панкова Е.И.** Теоретические и методические основы изучения почвенного покрова дистанционными методами // Успехи почвоведения. М.: Наука, 1986. С. 185-190.

**Антонова С.Ю., Кравцова В. И.** Опыт использования космических многозональных снимков для изучения засоления территорий // Исследование природной среды космическими средствами. М.: ВИНТИ, 1976. С. 131-139.

**Аральское море.** Региональный электронный доклад «Состояние окружающей среды бассейна Аральского моря». 1998. (<http://enrin.grida.no/htmls/aralsole/aralsea/russian/arsea/arsea.htm>)

**Атлас земельных ресурсов Республики Узбекистан.** Ташкент, 2001. С. 16-25.

**Атлас почвенного покрова Республики Узбекистан.** Ташкент, 2010. С. 6-8.



**Аэрокосмические методы в почвоведении и их использование в сельском хозяйстве.** М. Наука, 1990. 246 с.

**Аэрокосмические методы в почвоведении.** М.: Колос, 1989. 128 с.

**Багратян Г.А.** Земельная реформа: вопросы теории и практики. Ереван: Наири, 2003. 475 с.

**База данных Европейского регионального бюро «Здоровье для всех».** Копенгаген, 2001. (<http://www.euro.who.int/ru/what-we-do/data-and-evidence/databases/european-health-for-all-database-hfa-db2>)

**Базаров А.К.** Экономические и методологические основы системного землепользования Узбекистана в рыночных условиях (на материалах орошаемых земель республики): Автореферат дисс... д.э.н. Москва, 2009. 38 с. (<http://oldvak.ed.gov.ru/common/img/uploaded/files/vak/announcements/economich/2009/22-06/BazarovAK.doc>)

**Базилевич Н.И., Панкова Е.И.** Опыт классификации почв по засолению // Почвоведение. 1968. № 11. С. 3-16.

**Базилевич Н.И., Родин Л.Е.** Географические закономерности продуктивности круговорот химических элементов в основных типах растительности земли // Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л.: Наука, 1969. С. 24-32.

**Базилевич Н.И., Чепуренко Н.Л., Родин Л.Е., Мирошниченко Ю.М.** Биогеохимия и продуктивность черносаксаульников юго-восточных Каракумов // Проблемы освоения пустынь. 1972. № 5. С. 3-8.

**Балясный В.И.** Серо-бурые пустынные почвы саксаульников Северного Устюрта // Проблемы освоения пустыни Устюрт. Ташкент: Мехнат, 1985. С. 120-130.

**Барталев С.А., Лупян Е.А., Нестеренко А.А., Савин И.Ю.** Создание системы дистанционного мониторинга земель агропромышленного комплекса России (СДМЗ АПК) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Седьмая всероссийская открытая ежегодная конференция. Москва, ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 г. С. 4.

**Батанов Б.Н., Габбасова И.М., Сулейманов Р.Р.** Сырьевые ресурсы агрономических руд Республики Башкортостан и их использование для мелиорации и рекультивации почв // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2006. № 3. С. 51-57.

**Батырева О.В.** Расчет значимости коэффициента множественной корреляции и выбор оптимального числа предсказателей. // Метеорология и гидрология. 1969. № 3. С. 49-57.

**Безруков В.Ф.** Доминантные моногенные маркеры количественных признаков // Генетика. 1995. Т. 31. № 10. С. 1438-1444.

**Бектурова Г.** Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием – ситуация в Казахстане // Степной Бюллетень. 1999. № 3-4. (<http://www.biodiversity.ru/programs/steppe/bulletin/step-34/opustyn.html>)

**Бернштейн М.Н., Минский Д.Е.** Методы автоматизированной обработки аэрокосмических изображений // Рациональное использование водных ресурсов. М. Наука, 1984. Вып. 1. С. 62-70.

**Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах.** Л.: Наука, 1971. 315 с.

**Биоразнообразие и экосистемы.** Совет управляющих программы ООН по окружающей среде. Бали, Индонезия, 2010. С. 1-14.

**Борьба с засолением орошаемых земель.** Научные труды ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1967. 213 с.

**Букварева Е.Н., Лещенко Г.М.** Принцип оптимального разнообразия биосистем // Успехи современной биологии. 2005. Т. 125. Вып. 4. С. 337-348.

**Бутивищенко Т.П.** Изучение состояния посевов хлопчатника по многозональным аэрофотоснимкам с целью разработки методики дешифрирования космических снимков // Космическая съемка и тематическое картографирование. М.: Изд-во МГУ, 1980. С. 198-201.

**Бутивищенко Т.П., Кондратьева Ю.И., Лабутина И.А.** Изучение состояния посевов хлопчатника и особенностей почвенного покрова по многозональным аэрофотоснимкам // Космическая съемка и тематическое картографирование. М.: Изд-во МГУ, 1980. С. 181-191.

**Вавилов Н.И.** Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений: Доклад на общем собрании V международного генетического конгресса в Берлине в сентябре 1927 г. // Происхождение и география культурных растений. 1987. С. 146.

**Вавилов Н.И.** Роль Центральной Азии в происхождении культурных растений // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1931. Т. 26. Вып. 3. С. 3–44.

**Вавилов Н.И.** Селекция как наука. Теоретические основы селекции растений. М.-Л., 1935. Т. 1. С. 17-74.

**Виноградов Б.В.** Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. 320 с.

**Виноградов Б.В.** Преобразованная земля. М.: Мысль, 1981. 295 с.

**Воейков А.И.** Орошение Закаспийской области с точки зрения географии и климатологии. СПб, 1908. 56 с.

**ВОКАТ.** Мировой обзор сберегающих подходов и технологий. Online база данных подходов и технологий по устойчивому управлению земельными ресурсами. 2011. Электронный ресурс ([http://qt.wocat.net/qt\\_report.php](http://qt.wocat.net/qt_report.php))

**Воробьева Л.А.** Химический анализ почв: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 1998. 272 с.

**Воронина В.Ф., Худякова А.И.** Особенности атмосферной циркуляции в годы с высокой и низкой урожайностью картофеля в Приморье // Труды ДВНИГМИ. 1979. Вып. 85. С. 62-69.

**Востокова Е.И.** Использование аэрокосмических снимков при гидрогеологических исследованиях в пустынях. М.: Наука, 1980. 160 с.

**Всемирный Банк.** Засуха: Оценка управления и смягчения эффектов для стран Центральной Азии и Кавказа. Отчет №31998-ЕСА, ВБ, 2005. 126 с. (<http://documents.worldbank.org/curated/ru/2005/03/7267171/drought-management-mitigation-assessment-central-asia-caucasus>)

**Вызовы и задачи Центральной Азии в региональном контексте:** Доклад о человеческом развитии в Центральной Азии. ПРООН, 2005. С. 39-56 ([http://hdr.undp.org/en/reports/regionalreports/eurothecis/central\\_asia\\_2005\\_ru.pdf](http://hdr.undp.org/en/reports/regionalreports/eurothecis/central_asia_2005_ru.pdf))

**Вышивкин Д.Д.** Космическая географическая интерпретация космических снимков в целях тематического картографирования. Засоление земель // Исследование природной среды космическими средствами. М.: ВИНТИ, 1975. Т. 4. С. 34-37.

**Гафурова Л.А.** Сероземы, сформированные на третичных красноцветных отложениях и на лессах: их экологическое состояние и плодородие // Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования: Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2012. Кн. 3. С. 48-49.

**Гафурова Л.А., Абдурахманов Т.А., Жабборов З.А., Саидова М.Э.** Деградация почв. Ташкент, 2012. С. 107-114.

**Гаэль А.Г.** О роли растений в почвообразовании в пустыне Каракум // Известия РГО. 1939. Т. 71. Вып. 3. С. 1105-1128.

**Гаэль А.Г.** Облесение аридных областей Арало-Каспия // Лесное хозяйство. 1975. № 3. С. 2-9.

**Герасимов И.П.** Научные основы современного мониторинга окружающей среды // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1975. № 3. С. 13-25.

**Глазовская М.А., Горбунова И.А.** Биогенное ощелачивание как фактор их текстурной дифференциации // Почвы, биохимические циклы и биосфера. Развитие идей Виктора Абрамовича Ковды. К 100-летию со дня рождения. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2004. С. 343-357.

Головина Н.Н., Минский Д.Е., Панкова Е.И., Соловьев Д.А. Применение машинного дешифрирования аэроснимков для картографирования засоления почв хлопкосеющей зоны // Аэрокосмические методы в почвоведении и их использование в сельском хозяйстве. М.: Наука, 1990. С. 226-231.

Гончаренко Г.Г., Падутов В.Е., Потенко В.В. Руководство по исследованию хвойных видов методом электрофоретического анализа изоферментов. Гомель: Полеспечать, 1989. 150 с.

Грингоф И.Г., Русакова Т.И., Лебедева В.М., Шкляева Н.М. Научно-методологические основы современного обеспечения гидрометеорологической информацией и агрометеорологическими прогнозами сельскохозяйственного сектора России // Труды регионального конкурса научных проектов в области естественных наук. Вып. 8. Калуга: Полиграф-Информ, 2005. С. 424-428.

Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояния почв. М.: МГУ, 1986. 212 с.

Гунин П.Д. Экология процессов опустынивания аридных экосистем. М.: Изд-во АН СССР, изд-во ВАСХНИЛ им В.И. Ленина, 1990. 354 с.

Гунин П.Д., Ишанкулиев М., Тогъзаев Р.О. Фитоценологической сложности Восточных Каракумов. Опыт изучения и освоения Восточных Каракумов. Ашхабад: Ылым, 1972. С. 23-38.

Гусенков Е.П. Основы разработки и особенности производства солевых съемок на объектах мелиоративного строительства // Сб. науч. тр. В/О "Союзводпроект". 1979. № 52. С. 46-66.

Гусенков Е.П., Панкова Е.И. Состав и объем почвенно-мелиоративных исследований для обоснования проектов мелиоративных систем на засоленных землях // Методы изучения и повышения плодородия засоленных почв: Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1986. С. 5-14.

Даньшин А.И., Богданчикова А.В. Аграрная политика в государствах Центральной Азии // Региональные исследования. 2006. № 4 (10). С. 98-106. ([www.shu.ru/pages/mag/RI\\_2006\\_04\(10\).pdf](http://www.shu.ru/pages/mag/RI_2006_04(10).pdf))

Демонстрация устойчивого развития в Европе и Центральной Азии // Экономика Промышленности. Incorporate. Февраль 2011 г. Усиление устойчивости сельскохозяйственных систем к изменению климата в Европе и Центральной Азии. 201 с.

Дергачев В.А. Геополитическая и геоэкономическая трансформация Украины. Издательский проект профессора Дергачева, 2008. Электронное издание на CD. (<http://dergachev.ru/book-16/06.html>)

Димо Н.А., Келлер Б.А. В области полупустыни. Саратов, 1907. 215 с.

**Дмитриев Е.А.** Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во МГУ, 1972. 292 с.

**Дополнение к методике по качественному и количественному учету засоленных земель колхозов и совхозов Узбекской ССР / Составитель Фирджанов А.Б.** Ташкент, 1989. 27 с.

**Духовный В.А.** Орошение и освоение Голодной степи. М.: Колос, 1973. 240 с.

**Духовный В.А., Сорокин А.Г., Тучин А.И.** Проблемы управления водными ресурсами в Средней Азии. Будущее Аральского моря // Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе: Труды международной научной конференции. Москва, 19-20 октября 2006 г. С. 244-248 (<http://caspi.ru/HTML/Conf/Trud-r-6/Duhovniy.pdf>)

**Духовный В.А., Стулина Г.В.** Вода и продовольственная безопасность в Центральной Азии // Вода и продовольственная безопасность в Центральной Азии. Программа Springer-НАТО Наука для мира и безопасности (Springer-NATO Science for peace and security program). 2011 г. 210 с.

**Емельянов В.А., Горбачев В.В., Харитонов В.А.** Аэрокосмические методы оценки засоления мелиорируемых земель // Вестник с.-х. науки. 1980. № 7. С. 120-128.

**Еремченко О.З., Орлова Н.В., Кайгородов Р.В.** Динамика процессов восстановления залежных солонцовых экосистем Южного Зауралья // Экология. 2004. № 2. С. 99-106.

**Жайнаков М.А.** Аграрные социально-экономические преобразования и эффективность землепользования в переходный период: Автореферат дисс... к.э.н. Бишкек, 2005. 24 с. (<http://economy-lib.com/agrarnye-sotsialno-ekonomicheskie-preobrazovaniya-i-effektivnost-zemlepolzovaniya-v-perehodnyy-period>)

**Жерве Б.П.** Опыт орошения земель в Голодной степи // Мелиоративный журнал. 1915. № 3. С. 8-12.

**Запрягаева В.И.** Дикорастущие плодовые Таджикистана. М., Л.: Наука. 1964. 695 с.

**Засоленные почвы России / Отв. Редакторы Шишов Л.Л., Панкова Е.И.** М.: ИКЦ Академкнига, 2006. 854 с.

**Земельная реформа и продуктивность фермерских хозяйств в Европе: обзор за 20 лет.** Европейская комиссия по сельскому хозяйству ФАО. Тридцать седьмая сессия. Баку, Азербайджан, 17-18 апреля 2012 г. 18 с. ([http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/Europe/documents/ECA/ECA37/ECA37\\_ru/ECA\\_37\\_12\\_3\\_ru.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/Europe/documents/ECA/ECA37/ECA37_ru/ECA_37_12_3_ru.pdf))

**Земельный кодекс Республики Узбекистан** (утвержден Законом РУз от 30.04.1998 №598-I, с изменениями в соответствии с Законом РУз от 04.01.2011 №ЗРУ-278). ([http://www.lex.uz/Pages/GetAct.aspx?lact\\_id=149947](http://www.lex.uz/Pages/GetAct.aspx?lact_id=149947))

**Зонн С.В.** Космический этап в изучении географии почвенных ресурсов // Современные проблемы генезиса и географии почв. М.: Наука, 1983. С 158-160.

**Израэль И.А.** Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 375 с.

**Индекс человеческого развития.** 2006. (<http://www.statinfo.biz/data.aspx?act=7754&land=1>)

**Инструкция по почвенным изысканиям для мелиоративного и водохозяйственного строительства.** М.: Министерство мелиорации и водного хозяйства, 1975. 89 с.

**Информационный бюллетень Кыргызской Республики по продовольственной безопасности и бедности.** Бишкек, Национальный статистический Комитет Кыргызской Республики. 2010. № 4. 69 с.

**ИСЦАУЗР.** Второй годовой национальный отчет о состоянии деградации земель. Ташкент, 2006а. 44 с.

**ИСЦАУЗР.** Дополнение к Национальной Рамочной Программе Республики Узбекистан. Ташкент, 2009. 148 с.

**ИСЦАУЗР.** Национальная Рамочная Программа Республики Узбекистан. Ташкент, 2006б. 148 с.

**Камалов Ю.** Экосистемы рек бассейна Аральского моря: существующие и ожидаемые угрозы. Женева, 2004. С. 1-5.

**Каримов Х.Х.** Состояние, проблемы и перспективы развития биологических наук в Таджикистане. Душанбе: Дониш, 2008. 92 с.

**Кац Д.М., Шестаков В.М.** Мелиоративная гидрология. М.: МГУ, 1992. С. 1-50.

**Керзум П.А., Земан Г.Г.** Крупномасштабная съемка для мелиоративных целей в орошаемой зоне Таджикской ССР // Тез. докл. на V Всесоюзн. Совещ. по проблеме 052.000 в Новочеркасске 12-17 июня 1967 г. Ташкент: САНИИРИ, 1967. С 10-11.

**Кийне Я.В.** Инициатива бассейна Аральского моря. Сводный отчет. IPTRID FAO, 2006. 60 с.

**Кимберг Н.В.** Почвы пустынной зоны Узбекистана. Ташкент: Фан, 1974. С. 62-71.

**Классификация и диагностика почв СССР.** М.: Колос, 1977. 224 с.

**Клещенко А.Д.** Оценка состояния зерновых культур с применением дистанционных методов. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 190 с.

**Кнут Л.** Институциональная, политическая и правовая структура продовольственной безопасности Таджикистана. Рим, ФАО, 2008. 54 с. (<http://www.fao.org/docrep/016/ap600r/ap600r.pdf>)

**Коваль С.Ф.** Что такое модель сорта? Омск, 1999. 200 с.

**Ковда В.А.** Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира. М.: Наука, 2008. 399 с.

**Козлечков Г.А., Андреев Г.И., Родионова Л.М.** Краткие методические указания по использованию аэрофотоматериалов и фотоиндикации для оценки мелиоративного состояния орошаемых земель (на примере Азовской оросительной системы) Новочеркасск: ЮжНИИГиМ, 1973. 47 с.

**Козловский Ф.И., Королюк Т.В.** Применение оптико-структурного машинного анализа при детальном почвенно-мелиоративном картировании // Почвоведение. 1980. № 9. С. 145-159.

**Конарев А.В.** Всероссийский НИИ растениеводства и его вклад в развитие сельскохозяйственной науки и селекции страны // Сельскохозяйственная биология. 1994. № 3. С. 13-75.

**Конарев А.В.** Использование молекулярных маркеров в работе с генетическими ресурсами растений // Сельскохозяйственная биология. 1998. № 5. С. 3-25.

**Конарев В.Г.** Белки как генетические маркеры в изучении природы и происхождения геномов культурных растений // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1979. Т. 63. Вып. 3. С. 3-8.

**Конарев В.Г.** Белки растений как генетические маркеры. М.: Колос, 1983. 320 с.

**Конарев В.Г.** Белковые маркеры в сортовой идентификации и регистрации генетических ресурсов культурных растений // Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. Ленинград, 1987. Т. 114. С. 3-11.

**Конвенция о биологическом разнообразии.** Женева, Швейцария, Секретариат КБР, 2002. 34 с.

**Коновалов В.Г., Вильямс М.В.** Многолетние колебания оледенения и стока рек Центральной Азии в современных климатических условиях // Метеорология и гидрология. 2009. № 9. С. 64-82.

**Конюшкова М.В.** Картографирование почвенного покрова и засоленности почв солонцового комплекса на основе цифрового анализа космической съемки (на примере района Джаныбекского стационара). Автореферат дисс... к.с.-х.н. М., 2010. 24 с.

Кузиев Р., Гафурова Л., Абдуллаев С. Почвенный покров и состояние земель Республики Узбекистан // Почвы - национальное достояние России: Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Новосибирск: Наука-Центр, 2004. С. 113.

Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана. Ташкент: НИИ Почвоведения и агрохимии, 2009. 351 с.

Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана. Ташкент, 2009. С. 334-340.

Кузиев Р.К., Сектименко В.Е., Исманов А.Ж. Почвенная карта Республики Узбекистан (М:750000). Ташкент, 2008. 1-4 л.

Кузьмина Ж.В., Трешкин С.В. Оценка влияния Южно-Каракалпакского магистрального коллектора на заповедник Бадай-Тугай // Аридные экосистемы. 2003. Т. 9. № 19-20. С. 93-105.

Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. М.: Агропромиздат, 1985. 268 с.

Курочкина Л.Ю., Османова Л.Т., Карибаева К.Н. Кормовые растения Казахстана. Алма-Ата, 1986. 208 с.

Лаврусевич А.А., Лаврусевич С.А. Опыт оценки активизации псевдокарстовых процессов в лессах (на примере Яванской долины - Таджикистан) // Геоэкология. 2011. №4. С. 362-369.

Легостаев В.М. Мелиорация засоленных земель. Ташкент: Фан, 1959. 154 с.

Лессовые породы СССР. Том. II. Региональные особенности. М.: Недра, 1986. 276 с.

Ли Е.В., Шуйская Е.В, Матюнина Т.Е., Тодерич К.Н. Сопряженность развития репродуктивных структур *Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Pjin по градиенту засоления почвы // Аридные экосистемы. 2013.Т. 19. № 2 (55). С. 26-34.

Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология. Словарь-справочник. М.: Медиа-Пресс, 2004. 240 с.

Лупян Е.А., Барталев С.А., Савин И.Ю. Технологии спутникового мониторинга в сельском хозяйстве России // Аэрокосмический курьер. 2009. № 6. С. 47-49.

Лупян Е.А., Савин И.Ю., Барталев С.А., Толпин В.А., Балашов И.В., Плотников Д.Е. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности ("Вега") // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 190-198. ([http://d33.infospace.ru/d33\\_conf/2011v8n1/190-198.pdf](http://d33.infospace.ru/d33_conf/2011v8n1/190-198.pdf))



**Мавлянов Г.А.** Генетические типы лессов и лессовидных пород Центральной и Южной частей Средней Азии и их инженерно-геологические свойства. Ташкент: Изд-во АН Уз ССР, 1958. 609 с.

**Мавлянов Г.А., Мирзаев С.Ш.** Состояние и перспективы развития орошения в Средней Азии и Южном Казахстане // Влияние орошения на вторичное засоление, химический состав и режим подземных вод: Тезисы докладов Ташкентского Международного симпозиума. Ташкент, 1962. С. 7-8.

**Мавлянов Г.А., Хасанова Х.А.** Инженерно-геологические свойства лессовых пород Узбекистана. Ташкент: ФАН, 1974. 170 с.

**Мазиков В.М.** Засоление почв Новой зоны орошения Голодной степи по данным обследования 1975—1976 гг. на основе материалов аэрофотосъемки // Почвоведение. 1978. № 9. С. 74-85.

**Мамедов Р., Нагиев П.Ю.** Исследование и картографирование засоленных земель с использованием методов дистанционного зондирования // Тез. докл. VI делегат. съезда ВОП. Тбилиси, 1981. Кн. 4. С. 147.

**Маргулис В.Ю.** Количественная оценка засоленности почв для промывок засоленных земель // Почвы крупнейших ирригационно-мелиоративных систем в хлопкосеющей зоне: Науч.тр. Почв. ин-та им. В.В.Докучаева. М., 1975. С. 3-78.

**Махсудов Х.М.** Эродированные сероземы и пути повышения их продуктивности. Ташкент: ФАН, 1981. 156 с.

**Махсудов Х.М.** Эрозия почв аридной зоны Узбекистана. Ташкент: Фан, 1989. С. 31-39.

**Медведева М.А., Савин И.Ю., Исаев В.А.** Определение по спутниковым данным площади посевов, пострадавших от засухи (на примере посевов в Чувашии в 2010 г.) // Доклады Россельхозакадемии. 2012. №2. С. 25-28.

**Мережко А.Ф.** Проблема доноров в селекции растений. С.-П., 1994. 126 с.

**Методика по качественному и количественному учету засоленных земель колхозов и совхозов Узбекской ССР.** Ташкент, 1981. 16 с.

**Методика составления крупномасштабных почвенных карт с применением материалов аэрофотосъемки.** М.: Изд-во АН СССР, 1962. 116 с.

**Методические рекомендации по использованию материалов аэрокосмической фотосъемки для оценки засоленности орошаемых земель.** М.: Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, ВНИИГиМ, 1982. 16 с.

**Методические рекомендации по использованию материалов аэрофотосъемки для оценки засоления почв и проведения солевых съемок орошаемых территорий хлопкосеющей зоны в крупных и средних масштабах / Составители Панкова Е.И., Мазиков В.М. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1985. 73 с.**

**Методические указания по проведению бонитировки орошаемых почв. Ташкент, 2005. С. 27.**

**Методические указания по проведению бонитировки почвы экономической оценки орошаемых земель в колхозах и совхозах Узбекской ССР. Ташкент, 1969. 30 с.**

**Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М. ФГНУ Росинформагротех, 2003. 240 с.**

**Методические указания по проведению почвенно-солевых съемок на мелиорируемых землях. М.: МСХ СССР и Минводхоз СССР, 1983. 36 с.**

**Минозян Г.** Южно-Кавказская региональная конференция по земельной политике: наблюдения и примечания. Ереван, 2003. Электронный ресурс. ([http://aplr.org/conference/ru/discussions/stakeholders/gayane\\_minasyan\\_rus.htm](http://aplr.org/conference/ru/discussions/stakeholders/gayane_minasyan_rus.htm))

**Минский Д.Е., Фейгин М.М.** Автоматизированное предварительное дешифрирование аэрокосмической видеоинформации: выделение объектов и оценка их параметров // Рациональное использование водных ресурсов. М.: Наука, 1986. Вып. 6. С. 159-167.

**Митрофанова О.П.** Генетические ресурсы пшеницы в России: состояние и предселекционное изучение // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 1. С. 10-20.

**Митчелл П.** 101 ключевая идея: Экология. Изд-во ФАИР-ПРЕСС, 2001. 73 с.

**Мусаев Д., Яхшиликков Е., Юсупов К.** Продовольственная безопасность в Узбекистане. ПРООН, Ташкент, 2010. 72 с. (<http://www.undp.uz/ru/publications/publication.php?id=241>)

**Набхан Х, Хасанханова Г.** Краткое введение в проект TCP/UZB/2801 «Интегрированное управление для устойчивого использования засоленных и гипсоносных почв: Цели и ожидаемые результаты». Сборник докладов на региональном семинаре «Управление и реабилитация почв, подверженных засолению и снижению плодородия, для устойчивого сельского хозяйства и продовольственной безопасности». Ташкент, 2003. С. 113-127.

**Назиров Х.Н.** Селекционно-хозяйственная ценность местных сортов и форм яблони Сиверса *Malus Sieversii* (Ledeb.) M. Roem. в Таджикистане: Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Душанбе, 2011. 207 с.

**Насырова Ф.Ю., Наимов С., Нигмонов М., Касимова Г.Ф., Хурматов Х.Х., Донцова С.В., Сергеев Д.А., Кавракова З.Б., Кичитов В.К., Рахматов А.С.** Каталог видов и образцов рода *Aegilops*, собранных в различных эколого-географических зонах Таджикистана. Душанбе, 2007. 56 с. Авторское свидетельство №(121)-048 ТЈ (122)-23.10.2007

**Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в республике Узбекистан.** Ташкент, 1999. С. 59-76.

**Национальный доклад «О состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в республике Узбекистан»:** Ретроспективный анализ за 1988-2007 гг. Ташкент, 2008. С. 170-186.

**Национальный отчет по состоянию земельных ресурсов Республики Узбекистан.** Ташкент, 2012. С. 5-31.

**Нечаева Н.Т.** Динамика пастбищной растительности Кара-Кумов под влиянием метеорологических условий. Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1958. 214 с.

**Никитин С.А.** Древесная и кустарниковая растительность пустынь СССР. М.: Наука, 1966. 253 с.

**Никитченко И.Н.** Опыт земельной реформы и агропромышленного комплекса постсоциалистических стран // Трансформация сельского хозяйства в Восточной Европе: успехи и перспективы: семинар Исследовательского центра ИПМ. Минск, 2001. 14 с.

**Ничипорович А.А.** О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 5-36.

**Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования.** М.: Колос, 1973. 94 с.

**Одум Ю.** Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.

**Орлов Д.С., Караванова Е.И., Панкова Е.И.** Влияние легкорастворимых солей на спектральную отражательную способность почв сероземной зоны // Почвоведение. 1991. № 4. С. 120-134.

**Орлов Д.С., Лопухина О.В., Суханова Н.И.** Количественные закономерности отражения света почвами // Биол. Науки. 1982. № 1. С. 92-96.

**Орошение в Израиле.** Электронный ресурс. 18.08.2011 ([http://farmgarden.ru/article\\_info.php?articles\\_id=99](http://farmgarden.ru/article_info.php?articles_id=99))

**Панкова Е.И.** Генезис засоления почв пустынь. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1992. 136 с.

**Панкова Е.И., Айдаров И.П.** Проблемы бассейна Аральского моря и пути их решения // Почвоведение. 2007. № 6. С. 676-684.

**Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И.А., Новикова А.Ф., Благоволин Н.С.** Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря (география, генезис, эволюция). М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 1996. 186 с.

**Панкова Е.И., Головина М.Н., Венцкевич С.Д., Панадиади Е.И.** Опыт оценки засоления почв орошаемых территорий Средней Азии по материалам космической съемки // Почвоведение. 1986. № 3. С. 138-146.

**Панкова Е.И., Мазиков В.М.** Методические вопросы использования аэрофотоснимков для характеристики засоления почв // Почвенно-мелиоративные процессы в районах нового орошения: Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1975а. С. 97-111.

**Панкова Е.И., Мазиков В.М.** Методические рекомендации по использованию материалов аэрофотосъемки для оценки засоления почв и проведения солевых съемок орошаемых территорий хлопкосеющей зоны в крупных и средних масштабах. М., 1985. 73 с.

**Панкова Е.И., Мазиков В.М.** Оценка засоления орошаемых почв хлопковых полей по аэрофотоснимкам (на примере Голодной степи) // Почвоведение. 1976. № 5. С. 55-56.

**Панкова Е.И., Мазиков В.М.** Оценка засоления почв однородных по фотоизображению контуров // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 1975б. Вып. IX. С. 24-34.

**Панкова Е.И., Соловьев Д.А.** Дистанционный мониторинг засоления орошаемых почв. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 1993. 191 с.

**Парфенова Е.И., Ярилова Е.А.** Минералогические исследования в почвоведении. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 204 с.

**Пасов В.М.** Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 152 с.

**Пасов В.М.** Изменчивость урожая яровых зерновых культур в различных климатических зонах СССР // Метеорология и гидрология. 1973а. №7. С. 82-86.

**Пасов В.М.** Климатическая изменчивость урожаев озимой пшеницы. // Метеорология и гидрология. 1973б. №2. С. 94-103.

**Пасов В.М., Аксарина Е.А.** Синоптико-статистический метод прогноза урожая зерновых культур до сева // Труды ИЭМ. 1979. Вып. 13(91). С. 16-41.

**Пегов С.А., Хомяков П.М.** Моделирование развития экологических систем. Л.: Гидрометеиздат, 1991. С. 67-79.

**Плотников Д.Е., Барталев С.А., Лупян Е.А.** Метод детектирования летне-осенних всходов озимых культур по данным радиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: сборник научных статей. 2008. Выпуск 5. Т. 2. С. 322-330 ([http://d33.infospace.ru/d33\\_conf/2008\\_pdf/2/42.pdf](http://d33.infospace.ru/d33_conf/2008_pdf/2/42.pdf))

**Поздняков А.И., Позднякова Л.А., Позднякова А.Д.** Стационарные электрические поля в почвах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 1996. 358 с.

**Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 28 ноября 2008 года № 21** «О дополнительных мерах по реализации целей развития тысячелетия ООН в Узбекистане»

**Почвенные изыскания для мелиоративного строительства ВСН-33-2.1, 02-85.** М.: Мин-во мелиорации и водного хозяйства СССР, 1985. 38 с.

**Почвы Башкортостана. Т.1: Эколого-генетическая и агропроизводственная характеристика** // Хазиев Ф.Х., Мукатанов А.Х., Хабиров И.К., Кольцова Г.А., Габбасова И.М., Рамазанов Р.Я. Под ред. Хазиева Ф.Х. Уфа: Гилем, 1995. 384 с.

**Проблемы деградации в Центральной Азии: Обзор.** Ташкент, 2008. 78 с.

**Программа по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013-2020 годы (Агробизнес-2020).** Астана, 2012. 97 с.

**Продовольственная безопасность и бедность: информационный бюллетень.** Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, Душанбе, 3 квартал 2011 г. С. 75-146 ([http://stat.tj/ru/img/47a59275519273b17834815c7e8d0585\\_1323860788.pdf](http://stat.tj/ru/img/47a59275519273b17834815c7e8d0585_1323860788.pdf)).

**Продовольственное обеспечение и бедность: Отчеты Национальной статистической службы Республики Армении (на английском и армянском языках).** 2004. 2006. 2012. Электронный ресурс. ([http://armstat.am/file/article/f\\_sec\\_4\\_12\\_4.1-4.3.doc.pdf](http://armstat.am/file/article/f_sec_4_12_4.1-4.3.doc.pdf))

**ПРООН.** Вода - критический ресурс для будущего Узбекистана. Ташкент, 2007. 121 с.

**Развитие земельной политики в регионе Южного Кавказа: Отчет Южно-Кавказской региональной конференции по земельной политике,** Тбилиси, 24-26 февраля 2003 г. 39 с. ([www.logincee.org/file/9541/library](http://www.logincee.org/file/9541/library))

**Разработка мероприятий по рациональному использованию орошаемых земель в бассейне Аральского моря.** Рукопись. Научный отчет научно-исследовательского сектора Московского гидромелиоративного института. 1989. 303 с.

**Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А.** Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

**Расулов А.М.** Почвы Каршинской степи, пути их освоения и повышения плодородия. Ташкент: Фан, 1976. 248 с.

**Раткович Д.Я.** Гидрологические основы водообеспечения. М., 1993. С. 320-340.

**Рахматов Х.Б.** Аграрная реформа и становление рыночных отношений в сельском хозяйстве Республики Таджикистан: Автореферат диссертации ... д.э.н. Душанбе, 2009. 41 с.

**Рахматуллаев Х.Л.** Лессовые породы Узбекистана. Ташкент: НИИ минеральных ресурсов, 2010. 231 с.

**Региональный план действий по охране окружающей среды Центральной Азии.** 2001. С. 1-9.

**Реймерс Н.Ф.** Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.

**Ризенкампф Г.К.** Основы ирригации. Т. 1. Л.: Сельхозиздат, 1925. 604 с.

**Розанова Е.И., Лопухина О.В.** Спектральная отражательная способность почв аридных территорий (СССР). Реф. ж. "Биологические науки" (рукопись деп. в ВИНТИ 26.05.88). М., 1988. 41 с.

**Руководство по агрометеорологическим прогнозам.** Под ред. Улановой Е.С., Моисейчик В.А., Полевого А.Н. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. Т. 1. 309 с. Т. 2. 264 с.

**Рухович Д.И.** Многолетняя динамика засоления орошаемых почв центральной части Голодной степи и методы ее выявления. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2009. 24 с.

**Савин И.Ю., Барталев С.А., Лупян Е.А., Толпин В.А., Хвостиков С.А.** Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур на основе спутниковых данных: возможности и перспективы // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2010. Т. 7. № 3. С. 275-285.

**Савин И.Ю., Барус Б.** Оперативный мониторинг площадей посевов риса в Калмыкии на основе данных MODIS // Исследование Земли из Космоса. 2009. № 5. С. 66-74.

**Савин И.Ю., Лупян Е.А., Барталев С.А.** Оперативный спутниковый мониторинг состояния посевов сельскохозяйственных культур в России // Геоматика. 2011. № 2. С. 69-76.

**Савин И.Ю., Симакова М.С.** Спутниковые технологии для инвентаризации и мониторинга почв в России // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 5. С. 104-115.

**Савич В.И., Байбеков Р.Ф., Егоров Д.Н. и др.** Агрономическая оценка отражательной способности системы почва-растение методом компьютерной диагностики. М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2006. 216 с.

**Савич В.И., Сычев В.Г., Трубицина Е.В.** Химическая автография системы почва-растение. М.: ЦИНАО, 2001. 275 с.

**Савич И.М.** Изопероксидазы и полипептиды запасных белков как биохимические маркеры кукурузы, риса и сорго: Автореферат диссертации на соискание ученой степени док. биол. наук. Москва, 1991. 45 с.

**Савченко А.Д., Имамкулова З. А., Ахмадов Х.М.** Садовая культура фисташки в Таджикистане. Душанбе, 2010. 19 с.

**Сафаров Н.** Второе национальное сообщение по сохранению биоразнообразия Таджикистана. Душанбе: Национальный центр по биоразнообразию и биобезопасности, 2005. 117 с.

**Седик Д., Лерман Ц.** Земельная реформа, переход к рыночной экономике и сельское развитие // Переходный период: вопросы развития. 2008. Вып. 11. С. 2-5. (<http://europeandcis.undp.org/data/show/6B774C84-F203-1EE9-B4DCDF90ECDE15E7>)

**Сельское хозяйство Туркменистана в 2012 г.** Инфоабад, 2013. Электронный ресурс.

([http://infhttp://www.stat.kz/publishing/20121/%D0%A1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%85%D0%BE%D0%B7\\_inter.pdf](http://infhttp://www.stat.kz/publishing/20121/%D0%A1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%85%D0%BE%D0%B7_inter.pdf))

**Сельское, лесное и рыбное хозяйство в Республике Казахстан:** Статистический сборник. Астана: Агентство Республики Казахстан по статистике, 2012. 248 с. ([http://www.stat.kz/publishing/20121/%D0%A1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%85%D0%BE%D0%B7\\_inter.pdf](http://www.stat.kz/publishing/20121/%D0%A1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%85%D0%BE%D0%B7_inter.pdf))

**Сен А.** Экономическая взаимозависимость и мировая продовольственная проблема // Экономическая политика: стратегия и тактика. 1999. № 2. Электронный ресурс. ([http://vasilievaa.narod.ru/ptpu/1\\_2\\_99.htm](http://vasilievaa.narod.ru/ptpu/1_2_99.htm))

**Серова Е.В.** Аграрная реформа в России переходного периода. 2010 г. (<http://ru-90.ru/node/1321>)

**Сиротенко О.Д., Абашина Е.А.** Об использовании динамических моделей для оценки агрометеорологических условий формирования урожая // Метеорология и гидрология. 1982. № 8. С. 95-101.

**СНиП 2.06.03-85.** Мелиоративные системы и сооружения. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

**Созинов А.А.** Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. М.: Наука, 1985. 272 с.

**Созинов А.А., Жемела Г.П.** Улучшение качества зерна озимой пшеницы и кукурузы. М.: Колос, 1983. 270 с.

**Созинов А.А., Орлюк А.П., Корчинский А.А.** Генетическое улучшение пшеницы Киев: Укр. акад. аграр. наук, 1993. 131 с.

**Соловьев Д.А.** Дистанционный мониторинг засоления орошаемых почв Голодностепской подгорной равнины. Дисс... к.с.-х.н. М., 1989. 237 с.

**Сорокин А.Г.** Управление водным и наносным режимами водохранилищ бассейна Амударьи: инструменты и оценка. Труды Международной научной конференции. М., 2006. С. 285-288.

**Сорокина Н.П.** Об информативности и точности почвенных карт // География и генезис антропогенно измененных и естественных почв. Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1986. С. 93-101.

**Сорокина Н.П.** Составление и использование детальных почвенных карт: методические рекомендации. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1977. 52 с.

**Составление крупномасштабных почвенных карт с показом структуры почвенного покрова (методические рекомендации) / Составители: Шишов Л.Л., Сорокина Н.П., Панкова Е.И.** М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 1989. 56 с.

**Средняя Азия /** Под ред. И.П. Герасимова. М.: Наука, 1968. 484 с.

**Станчин И., Лерман Ц., Седик Д.** Потенциал роста доходов сельского населения Туркменистана на основе альтернативных сельскохозяйственных культур. Будапешт, Региональное бюро по Европе и Центральной Азии ФАО, 2011. 76 с. ([http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/Europe/documents/Publications/Policy\\_Studies/Crop\\_Turkmenistan\\_ru.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/Europe/documents/Publications/Policy_Studies/Crop_Turkmenistan_ru.pdf))

**Стариков Н.П.** Проблемы режима эксплуатации водохранилищ в водном хозяйстве Узбекистана и стран Центральной Азии. 2005 ([http://water-salt.narod.ru/upr\\_vod.htm](http://water-salt.narod.ru/upr_vod.htm))

**Субрегиональная стратегия устойчивого развития Центральной Азии.** Ашхабад, 2007. С. 1-17.

**Сулейменов М.К.** Куда идет сельское хозяйство Центральной Азии? 2012. ([http://www.kazakh-zerno.kz/index.php?option=com\\_content&task=view&id=62749&Itemid=108](http://www.kazakh-zerno.kz/index.php?option=com_content&task=view&id=62749&Itemid=108))

**Суюндуков Я.Т., Миркин Б.М., Абдуллин М.Р., Хасанова Г.Р., Сальманова Э.Ф.** Роль фитомелиорации в воспроизводстве плодородия черноземов Зауралья (Башкирия) // Почвоведение. 2007. № 10. с. 1217-1225.

**Технико-экономическое обоснование первой очереди переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан.** М.: Минводхоз СССР, 1982.



**Толпин В.А., Барталев С.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Савин И.Ю., Флитман Е.В.** Возможности информационного сервера СДМЗ АПК // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2010. Т. 7. № 2. С. 221-232.

**Толстов С.П.** По следам Хорезмийских цивилизаций. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 352 с.

**Толчельников Ю.С.** Оптические свойства ландшафта применительно к аэрофотоснимкам. Л.: Наука, 1974. 252 с.

**Традиционные знания в области землепользования в странах Центральной Азии:** Информ. сборник / Под общ. ред. Г.Б. Бектуровой, О.А. Романовой. Алматы: S-Принт, 2007. 104 с.

**Турсунов Л., Хоназаров А., Фахрутдинова М., Камилова Д.** Горные почвы Узбекистана. Ташкент, 2009. С. 154-158.

**Турсунов Л.Т.** Почвенные условия орошаемых земель западной части Узбекистана. Ташкент: Фаң, 1981. С. 29-35.

**Умаров М.У.** Почвы Узбекистана. Ташкент, 1975. С. 223.

**Управление водой в Центральной Азии при изменении климата.** МакГилл – НИЦ МКВК, 2007. 58 стр.

**Уровень жизни населения в Казахстане в 2006-2010 гг.** Казахское республиканское статистическое агентство, Астана, 2011. 126 с.

**ФАО/ТСП/UZB/2901.** Интегрированное управление для устойчивого использования засоленных и гипсоносных почв. Заключительный отчет. Ташкент, 2004. 64 с.

**Федченко Б.А.** Очерки растительности Туркестана. Л., 1925. 55 с.

**Федченко Б.А.** Флора СССР. Т. V. Флора Таджикистана. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937. 710 с.

**Хавкин Э.Е.** Молекулярная селекция растений: ДНК-технологии создания новых сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 2003. № 3. С. 26-41.

**Хавкин Э.Е.** Молекулярные маркеры в растениеводстве // Сельскохозяйственная биология. 1997. № 5. С. 3-21.

**Хамзина Т.** Проблемы деградации земель и пути их решения в Узбекистане. Ташкент, 2012. С. 15-18.

**Харитонов В.А., Емельянов А.Н.** Фотометрический метод оценки засоленности почв по аэрокосмическим фотоснимкам // Методы и средства автоматическим науч. исследований в гидротехнике и мелиорации. М.: Минводхоз СССР, 1988. С. 38-42.

**Хасанханова Г.** Оценка деградации земель в засушливых районах (LADA). ФАО AGLL. Технический отчет. Республика Узбекистан. Ташкент, 2003. 36 с.

**Хитров Н.Б., Понизовский А.А.** Руководство по лабораторным методам исследования ионно-солевого состава нейтральных и щелочных минеральных почв. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1990. 236 с.

**Чибилев А.А., Левыкин С.В.** Целина, разделенная океаном (актуальные заметки о судьбе степей северного полушария) // Степной бюллетень. 1998. № 1. С. 1-6.

**Шабанов В.В., Рудаченко В.В.** Типизация объектов сельскохозяйственных мелиорации // Вестн. с.-х. науки. 1971. № 1. С. 83-86.

**Шамсутдинов З.Ш.** Создание долголетних пастбищ в аридной зоне Средней Азии. Ташкент: ФАН, 1975. 175 с.

**Шапиро М.Б., Ямнова И.А., Лебедова (Верба) М.П., Голованов Д.Л., Гафурова Д.А.** Мониторинг засоления и гипсоносности почв Джизакского стационара (Голодная степь, Узбекистан) // Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования: материалы докладов VI съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2012. Кн. 3. С. 291-292.

**Шредер В.Р.** Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи. Ташкент, 1970. 292 с.

**Шуйская Е.В., Гисматуллина Л.Г., Тодерич К.Н., Воронин П.Ю., Солдатова Н.В.** Генетическая дифференциация *Haloxylon aphyllum* (Chenopodiaceae) по градиенту засоления почвы в пустыне Кызылкум // Экология. 2012. № 4. С. 284-289.

**Экосистемы в критических состояниях.** М.: Наука, 1989. 155 с.

**Экосистемы и благосостояние людей.** Доклад концептуальной рабочей группы по «Оценке экосистем на пороге тысячелетия». Вашингтон-Ковело-Лондон, 2005. С. 1-84.

**Akmammedov M.** Steady management of transboundary drainage water // Water and Food Security in Central Asia. Eds.: Madramootoo A., Dukhovny V. Springer, 2011. P. 197-205.

**Barbone L., Reva A., Zaidi S.** Tajikistan: key priorities for climate change adaptation. Policy Research Working Paper no. WPS 5487. Washington D.C. The Worldbank. 2010. 22 p. (<http://documents.worldbank.org/curated/en/2010/11/13177391/tajikistan-key-priorities-climate-change-adaptation/>)

**Cabin Y.J., Evans A.S., Mitchell R.J.** Genetic effect of germination timing and environment: an experimental investigation // *Evolution*. 1997. Vol. 51. P. 1427–1434.

**Choudhury B.J.** Modeling radiation and carbon-use efficiencies of maize, sorghum, and rice // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2001. Vol. 106. Pp. 317-330.

**Christmann S., Martius C., Bedoshvili D., Bobojonov I., Carlo C., Devkota K., Ibragimov Z., Khalikulov Z., Kienzler K., Herath M., Mavlyanova R., Nishanov N., Sharma R., Tashpulatova B., Toderich K. and Turdieva M.** Food Security and Climate Change in Central Asia and the Caucasus Discussion paper. CGIAR Program for Central Asia and the Caucasus. Tashkent, Uzbekistan, 2009. 78 p.

**Devi M.J., Sinclair T.R., Vadez V.** Genotypic variability among peanut (*Arachis hypogea* L.) in sensitivity of nitrogen fixation to soil drying // *Plant Soil*. 2010. V. 330. P. 139–148.

**Doing Business 2009: Country Profile for Tajikistan - Comparing Regulation in 181 Economies.** Washington D.C. World Bank. 2008. 86 p. (<http://documents.worldbank.org/curated/en/2008/09/9930002/doing-business-2009-country-profile-tajikistan-comparing-regulation-181-economies>)

**FAO SPUSH: Extent, Present Use, and Management and Rehabilitation of Salt Affected Soils.** Spain, Valencia, 2001. 23 p.

**FAO Statistical Yearbook.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2012. 362 p. (<http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e00.htm>)

**FAO/IIRR.** Discovery-based Learning on Land and Water Management – A Practical Guide for Farmer Field Schools. FAO, Rome, Italy. 2008. 52 p.

**FAO/ISRIC/ISSS.** World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Report # 84. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. 88 p.

**Fischer D.G., Hart S.C., Schweitzer J.A., Selmants P.C., Whitham T.G.** Soil nitrogen availability varies with plant genetics across diverse river drainages // *Plant Soil*. 2010. V. 331. P. 391–400.

**Fowler C., Hodgkin T.** Plant genetic resources for food and agriculture: Assessing global availability // *Annual Review of Environment and Resources*. 2004. Vol. 29. P. 143–179. doi: 10.1146/annurev.energy.29.062403.102203.

**Gintzburger G., Toderich K.N., Mardonov B.K. and Makhmudov M.M.** Rangelands of the arid and semi-arid zones in Uzbekistan. Montpellier: Centre de Cooperation Internationale en Resherche Agronomique pour le Development (CIRAD), 2003. 498 p.

**Gleick P.H.** Global fresh water resources: soft-path solution for the 21st Century // *Science*. 2003. Vol. 32. No. 5650. P. 1524-1528.

**Gobron N., Pinty B., Taberner M., Mélin F., Verstraete M. M. and Widlowski J.L.** Monitoring the photosynthetic activity vegetation from remote sensing data // *Advances in Space Research*. 2006. Vol. 38. Pp. 2196-2202.

**Gorham J., Hardy C., Wyn Jones R.G., Joppa L.R., Law C.N.** Chromosomal location of a K/Na discrimination - 122 character in the D genome of wheat // *Theor. Appl. Genet.* 1987. Vol. 74. P. 584-588.

**Graham J.S.D., Morton R.K., Raison J.K.** Isolation and characterization of protein bodies from developing wheat endosperm // *Austral. J. Biol. Sci.* 1963. V. 16. P. 375-383.

**Heltberg R., Reva A., Zaidi S.** Tajikistan - economic and distributional impact of climate change // *Europe and Central Asia Knowledge Brief*. Vol. 50. Washington D.C. The Worldbank. 2012. 4 p. (<http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/04/16280495/tajikistan-economic-distributional-impact-climate-change>)

**Increasing the Benefits of Land Reform.** Tajikistan Agriculture Sector. Policy note no. 1. Washington D.C. World Bank. 2012. 7 p. (<http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/01/16278847/increasing-benefits-land-reform>)

**Integrating Environment into Agriculture and Forestry Progress and Prospects in Eastern Europe and Central Asia.** Volume II. TAJIKISTAN. Country Review. World Bank. 2007. 18 p.

**Jefferson I.F., Mavlyanova N.G., O'Hara-Dhand K., Smalley I.J.** The engineering geology of loess ground: 15 tasks for investigators – the Mavlyanov programme of loess research // *Engineering Geology*. 2004. Vol. 74. Issues 1-2. P. 33-37.

**Kust G.** SLM oriented projects in Tajikistan: experience and lessons learnt from WOCAT methodology application // *Share Fair and International Workshop and Steering Meeting Bishkek and Naryn, Kyrgyzstan 21 - 27 June 2011*. Centre for Development and Environment (CDE) University of Bern, Switzerland, 2011. P. 30-30.

**Kust G., Mott J., Sampath T., Jain N., Armstrong A.** Sustainable land management oriented projects in Tajikistan: experience and lessons learned. // *Economic Assessment of Desertification, Sustainable Land Management and Resilience of Arid, Semi-arid and Dry Sub-humid Areas*. UNCCD 2nd Scientific Conference. Bonn, Germany, 2013. 8 p. ([https://www.conftool.pro/2sc-unccd/index.php?page=showAbstract&form\\_id=272](https://www.conftool.pro/2sc-unccd/index.php?page=showAbstract&form_id=272))

**LEISA.** Learning with Farmer Field Schools. LEISA – Magazine on Low External Input and Sustainable Agriculture. 2003. 19-1: 1-36.

**Linhart Y.B., Grant M.C.** Evolutionary significance of local genetic differentiation in plants // *Ann. Rev. of Ecology and Systematics*. 1996. V. 27. P. 237 – 277.

**Mashali A.M.** FAO Networks on management of problem and degraded soils with focus on salt-affected soils in arid regions // *Int. Workshop on Sustained Management of Irrigated Land for Salinity and Toxic Element Control*. Riverside, California, USA, 25-27 June, 2001. P.57-103.

- Methodology of the MARS Crop Yield Forecasting System.** 2008. Eur Rep 21291 EN/1-4.
- Mitton J.B., Grant M.C., Yoshino A.M.** Variation in allozymes and stomatal size in pinyon (*Pinus edulis*, Pinaceae), associated with soil moisture // Amer. J. Bot. 1998. V. 85. P. 1262-1265.
- Monteith J.L.** Climate and the efficiency of crop production in Britain // Philosophical Transactions of the Royal Society. 1977. Ser. B. Biol. Sci. Vol. 281. No. 980. Pp. 277-294.
- Nachtergaele F., Petri M.** FAO LADA: Mapping Land Use System at Global and Regional Scales for Land Degradation Assessment Analysis. Rome, 2009. 79 p.
- Nevo E., Krugman T., Beiles A.** Edaphic natural selection of allozyme polymorphisms in *Aegilops peregrina* at a Galilee microsite in Israel // Heredity. 1994. V. 72. P. 109-112.
- Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J., Hanson C.E. (Eds.)** Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007. 976 p. ([http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg2/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html))
- Prentice H. C., Lonn M., Lager H., Rosen E., Van Der Maarel E.** Changes in allozyme frequencies in *Festuca ovina* populations after a 9-year nutrient/water experiment // Journal of Ecology. 2000. V. 88. P. 331-347.
- Prigogin I., Stengers I.** Order out of chaos. Heineman, London, 1984. 422 p.
- Pyankov V.I., Black C.C., Artyusheva E.G., Voznesenskaya E.V., Ku M.S.B., Edwards G.** Features of photosynthesis in *Haloxylon* species of Chenopodiaceae that are dominant plants in Central Asia deserts // Plant Cell Physiology. 1999. Vol. 40. P. 125-134.
- Qurbonova Z., Zaidi S.** Tajikistan - from recovery to a sustainable growth. Tajikistan economic report no. 2. Washington D.C. World Bank. 2012. 20 p. (<http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/10/16977407/tajikistan-recovery-sustainable-growth>)
- Rembold F., Atzberger C., Savin I., Rojas O.** Using low resolution satellite imagery for yield prediction and yield anomaly detection // Remote Sensing. 2013. Vol. 5. Pp. 1704-1733.
- Rembold F., Savin I., Nègre T.** Developing a simple operational multistep procedure for quantitative yield/production estimation // Proceedings of the AfricaGIS2005 Conference, 31 October to 4 November 2005. The Geo-Information Society of South Africa Tshwane (Pretoria), South Africa. Pp. 257-269.
- Richards L.A. (Ed.)** Diagnosis and improvement of saline and alkali soils // Agriculture Handbook. 1954. No. 60. 160 p.

**Rosema A., Verhees L., van Putten E., Gielen H., Lack T., Wood J., Lane A., Fannon J., Estrela T., Dimas M., de Bruin H., Moene A., Meijninger W.** European Energy and Water Balance Monitoring System. EU FP4 final report, contract ENV-CT97-0478, 2001.

**Savin I.** Crop yield prediction with SPOT VGT in Mediterranean and Central Asian countries // Remote sensing support to crop yield forecast and area estimates: ISPRS Archives XXXVI-8/W48 Workshop proceedings. Commission VIII, WG VIII/10. 2007. Stresa, Italy. Pp. 130-134.

**Savin I., Nègre T. (eds.)** Agro-Meteorological Monitoring in Russia and Central Asian Countries. OPOCE EUR 22210EN, Ispra (Italy), 2006. 214 p.

**Smalley I.J., Mavlyanova N.G., Rakhmatullaev Kh.L., Shermatov M.Sh.** The formation of loess deposits in the Tashkent region and parts of Central Asia; and problems with irrigation, hydrocollapse and soil erosion // Quaternary International. 2006. V. 152/153. P. 70-80.

**Soil Survey Investigation for Irrigation:** FAO Soil Bulletin. Rome: FAO, 1979. 188 p.

**Steyaert L.T., Le Duc S.K., McQuigg J.D.** Atmospheric pressure and wheat yield modeling // Agricultural Meteorology. 1978. Vol. 19. No. 1. Pp. 23-24.

**Stoops G.** Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin section. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison, Wisconsin, USA, 2003. 184 p.

**Stulina G., Torguzova A. (Eds.)** Gender Aspects of Integrated Water Resources Management. Tashkent, 2005. 137 pages. ([http://www.gwp.org/Global/GWP-CACENA\\_Files/en/pdf/gender\\_iwrm\\_eng.pdf](http://www.gwp.org/Global/GWP-CACENA_Files/en/pdf/gender_iwrm_eng.pdf))

**The MDGs After the Crisis:** Global monitoring reports 2010. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington DC, 2010. 151 pp. (<http://siteresources.worldbank.org/INTPROSPECTS/Resources/334934-1327948020811/8401693-1327957257247/8402460-1328631318777/GMR2010WEB.pdf>)

**Toderich K., Black C., Juylova E., Kozan O., Mukimov T.** C3/C4 plants in the vegetation of Central Asia, geographical distribution and environmental adaptation in relation to climate // Climate Changes and Terrestrial Sequestration in Central Asia. R. Lal, M. Suleimenov, B. Stewart, D Hansen & P. Doraiswamy (eds.) Taylor & Francis/ Balkema Publishers, 2007. P. 33-65.

**Toderich K.N., Shuyskaya E.V., Ismail S., Gismatullina L.G., Radjabov T., Bekchanov B.B., Aralova D.B.** Phytogenic resources of halophytes of Central Asia and their role for rehabilitation of sandy desert degraded rangelands // Journal of Land Degradation and Development. 2009. V. 20 (4). P. 386-396.

**Turaeva S.T.** The problems of management and effective utilization of water and ground resources in Uzbekistan. NATO, Science for Peace and Security Program. C. Environmental Security Program. Springer, 2011. P. 57-67.

**Usupov N.Z, Ibragimov I., Gojenko B.** Assessment of applicability of an equitable and sustainable financing model for agricultural water services in the agricultural sector of Uzbekistan. IHE-UNESCO, SIC ICWC, 2011. 101 p.

**Uzbekistan National Report.** Geneva, 2004. 14 p.

**Wang Duo, Zhang Tan.** Analysis of the long-term fluctuation of the large-scale circulation and corn yield in the North and the South-West of China // Acta Meteorologica Sinica. 1983. Vol. 41. No. 4. Pp. 460-471.

**World Bank.** Sustainable Land Management : Challenges, Opportunities, and Trade-offs. Washington D.C.: World Bank. 2006. 112 p. (<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/7132>)

**World Bank.** Tajikistan - Economic and Distributional Impact of Climate Change. Summary of the report. 2013. Vol. 2. Washington D.C.: World Bank. 9 p. (<http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/01/17497302/tajikistan-economic-distributional-impact-climate-change-vol-2-2-summary-report>)

**World Bank.** Tajikistan - Farmer and Farm Worker Perceptions of Land Reform and Sustainable Agriculture. Washington D.C. World Bank. 2012c. 101 p. (<http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/06/16461734/tajikistan-farmer-farm-worker-perceptions-land-reform-sustainable-agriculture>)

**World Bank.** Tajikistan - Poverty Assessment. Washington D.C. 2009. (<http://documents.worldbank.org/curated/en/2009/12/11664677/tajikistan-poverty-assessment>)

**World Bank.** Tajikistan - Priorities for Sustainable Growth: a Strategy for Agriculture Sector Development. Main report. Vol. 1. Washington D.C. World Bank. 2012a. 76 p. (<http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/01/16247698/tajikistan-priorities-sustainable-growth-strategy-agriculture-sector-development-vol-1-4-main-report>)

**World Bank.** Tajikistan - Priorities for Sustainable Growth: a Strategy for Agriculture Sector Development. Vol. 7. Washington D.C. World Bank. 2012b. 26 p. (<http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/01/16279441/tajikistan-priorities-sustainable-growth-strategy-agriculture-sector-development-vol-7-7>)

**World Bank.** Tajikistan Country Environmental Analysis. Report No. 43465-TJ. 2008. 146 p.

**World Development Report, 1998/99** Knowledge for Development. 17 p.

**Yin X., Kropff M.J., McLaren G., Visperas R.M.** A nonlinear model for crop development as a function of temperature // Agricultural and Forest Meteorology. 1995. Vol. 77. Pp. 1-16.

**Youlin Yang, Jin L.S., Squires V., Kyung-soo Kim, Hye-min Park.** Combating Desertification and Land Degradation: Proven Practices from Asia and the Pacific. Changwon, Republic of Korea, 2011. P. 223-238.







This book is published by FAO and the Lomonosov Moscow State University  
thanks to the financial contribution of the Russian Federation



ISBN 978-92-5-009329-1



9 789250 093291

i5914Bi/1/07.16