

АРАЛ И ЕГО ПРОБЛЕМЫ

DOI: 551.435.749(575.172)

В.А. РАФИКОВ

ПРОЦЕССЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ В ЮЖНОМ ПРИАРАЛЬЕ

Процессы опустынивания в Южном Приаралье развиваются уже более 30 лет. Выявление этапов развития и тенденций их изменения имеет существенное значение в борьбе с этим явлением. Установлено, что опустынивание в этом регионе идёт поэтапно и непосредственно связано с обеспеченностью экосистем водой или зависит от того её объёма, который поступает через Акдарью в дельту Амударьи [4].

1. Формирование зоны опустынивания – 1961–1973 гг. С 60-х годов прошлого века в результате чрезмерного забора воды из Амударьи на орошение сельхозугодий её дельта начала постепенно уменьшаться. В среднем за 1934–1961 гг. приток амударьинской воды к дельте составлял 46,6 км³, её потери в ней – 8 км³, отток воды в море составлял 38,6 км³ [7]. За 1961–1973 гг., то есть до начала эксплуатации Тахиаташского гидроузла, сток в море составлял 15,3–36,5 км³ и своего максимального значения – 55,1 км³, достиг в многоводном 1969 г. Объём воды, поступающей в озёра и разливы, также уменьшился. Если до 1961 г. на обеспечение дельты водой в среднем расходовалось 8 км³, то в последующие годы на 30–50% меньше.

Большие изменения в гидрографии дельты произошли в её центральной и восточной частях. Сток на Эркиндарье, Гедейузке, Куньдарье резко уменьшился. В основных протоках и рукавах по правобережью Акдарьи расход воды уменьшался постепенно, а по некоторым вообще прекратился. В результате обмелели озёрные системы Думалак, Каратерень (центральный), Аккала и др. Подобные изменения в гидрографии произошли и в центральной части живой дельты, нарушился водный режим в озёрах Шеге, Зокиркуль, Макпалькуль, Куккуль и водоёмах, расположенных между Кипчакдарьёй и Акдарьёй (ур. Шеге, Байджанкуль). Значи-

тельно изменился гидрологический режим в озёрных системах западной части дельты, особенно, в озёрах Судочье, Мошанкуль, Ходжакуль, Шагырлыккуль, Каратерень (западный), Урга и др. Сток по протоку Раушан стал спорадическим, а в рукаве Талдыкдарьи уменьшился на 50% и более. Бывшие плавни заболотились, а заболоченные участки стали высыхать.

Основным событием на этом этапе развития опустынивания в живой части дельты Амударьи стали нарушение регулярного устойчивого стока по протокам, рукавам и начало обмеления озёр, высыхание и обмеление озёрно-болотных систем. С 1971 г. это явление стало всё более интенсивным, так как сток по Акдарье резко сократился (в 1961–1970 гг. – 25,2–36,5 км³ (без учёта экстремального 1969 г.), в 1971–1972 гг. – чуть более 15 км³). Следовательно, в начале 70-х годов XX в. обводнение живой дельты сильно уменьшилось (табл. 1).

Всё это отразилось на гидрологическом режиме поверхностных вод. Главным образом сильно уменьшился объём стока по водным трактам, обмелели водоёмы и высохли заболоченные участки, изменились ландшафты. Существовавшие в этот период интразональные субаквальные и супераквальные природные комплексы по-разному реагировали на трансформацию гидрологического режима водоёмов. Прежде всего, это влияло на вегетацию растительности в целом.

Обмеление глубоких озёр обусловило широкое распространение гидрофитов, гигрофитов (на высохшем дне моря), тростников (на высыхающих водоёмах) и др. На плоских равнинах (обычно это периферия озёр) и преимущественно в понижениях между руслами, которые когда-то на короткое время заливались в результате спорадического

**Соотношение естественных водных ресурсов бассейна,
затрат стока и протоков к вершинам дельт в отдельные периоды, км³/год**

Характеристика	Год				
	1951–1960	1961–1970	1971–1985	1986–1999	2000–2012
Водные ресурсы	119,9	116,2	109,6	107,2	98,4
Затраты стока	56,9	70,8	92,2	96,5	97,3
Приток к дельтам рек	63,0	45,4	17,4	13,7	10,1
Потери воды в дельтах рек	7,8	3,9	2,4	2,3	1,9
Приток к морю	55,2	41,5	15,0	9,7	–

обводнения, условия для роста растений сильно изменились. Здесь широко распространились, главным образом, тростниковые сообщества, находящиеся в благоприятном экологическом состоянии. В некоторые годы здесь эти места вообще не обводнялись, понизился уровень залегания грунтовых вод и, как результат, ухудшилось состояние тростниковых фитоценозов. Уменьшалась не только густота растительного покрова, но и высота его стояния. В результате появились отдельные участки, где вместе с тростниковыми фитоценозами стали развиваться и другие растения.

На более высоких участках рельефа дельты, которым обычно соответствует периферия русл, экосистемы стали обводняться на более короткое время, а некоторые участки вообще оставались сухими.

Таким образом, изменение гидрологического режима дельты и состава растительности позволяет сделать заключение о начале развития процессов опустынивания в живой части дельты Амударьи. Здесь фактически обсыхали и осушались экосистемы, а в ряде районов в целом замедлялась вегетация, что привело к незначительному снижению продуктивности пастбищ и сенокосов. Это характерно в целом для всей части живой дельты. На самом деле на отдельных участках, где гидрологический режим экосистем изменился значительно, наряду с высыханием заметно развивались процессы, обуславливающие ухудшение экологических условий. Именно на этих территориях впервые было зафиксировано начало процесса антропогенного опустынивания: засоление почв, деградация пастбищ и сенокосов, экзогенная сукцессия древесно-кустарниковой растительности тугаёв.

Очаги опустынивания чаще отмечались на склонах междуречных понижений, водоразделов, между водоёмами, на периферии прирусловых валов и озёр, вдоль протоков и рукавов, где обводнение стало нерегулярным. Опустынивание здесь развивалось в результате деградации растительности (смена влаго-

любивых фитоценозов ксерофитами или мезофитами), понижения уровня грунтовых вод, появления «пятен» засоленных почв с галофитами, высыхания небольших озёр или болот, заросших тростником, либо превратившихся в засоленные понижения.

Определённые изменения происходили в почвенном покрове дельты. Сначала его существенная трансформация не отмечалась и, хотя изменения в водном режиме гидроморфных почв на определённых участках происходили, это не имело серьёзных последствий. Существенные изменения, очевидно, начали происходить в начале 70-х годов XX в., когда половодье реки перестало быть регулярным, а с 1974 г. вообще не наблюдалось. Это особенно сказалось на гидроморфизме почв. Первыми стали на это реагировать болотные и болотно-луговые почвы. Когда обеспеченность водой восстанавливалась в прежнем режиме, они вновь возвращались в прежнее состояние, но с некоторой трансформацией. Спонтанное развитие гидроморфных почв в условиях постоянного нарушения водного режима всё-таки имело тенденцию к высыханию. Эти изменения наблюдались на больших пространствах западной и центральной частей дельты. В некоторых местах, где раньше нормально развивались луговые почвы, в результате падения уровня грунтовых вод ниже 2–3 м происходила их трансформация в лугово-такырные или типичные солончаки. Конечно, в небольших понижениях, где раньше устойчиво развивались болотные или болотно-луговые почвы, из-за снижения уровня грунтовых вод за счёт суммарного испарения образовывались «пятна» солончаков лугового характера.

На начальном этапе опустынивания наблюдалось обсыхание и усыхание почв, зарастание высыхающих озёр, высыхание болот и формирование трещин усыхания, накопление солей на отдельных участках понижений рельефа, дефляция на сильно высохших лугово-пустынных почвах и др. Эти природные процессы отмечались и до 1961 г.,

но масштаб их ограничивало доминирование интразональных явлений. С их ухудшением эти процессы начали ускоряться, что способствовало развитию опустынивания на определённых участках.

2. Начальный этап опустынивания – 1974–1977 гг. В рассматриваемый период времени впервые были отмечены широкомасштабные серьёзные изменения в экологическом состоянии Приаралья. Конечно, нельзя не отметить, что деградация экосистем региона началась в 1971 г., когда резко сократился объём поступления воды в дельту. С другой стороны, в 1973 г. он увеличился: сток в море через Акдарью составлял 33,4 км³. В этот период на локальных участках происходили соответствующие изменения в природной среде: отмечалась тенденция к накоплению солей в почвах и деградации растительности. При этом антропогенное влияние не имело места [1,2].

С 1974 г. начал функционировать Тахиаташский гидроузел, то есть вода Амударьи в дельте с этого момента стала распределяться, в первую очередь, по оросительным каналам, а оставшуюся часть направляли к определённым объектам, где имеются пастбища и сенокосы. К другим экосистемам она направлялась лишь спорадически, тем более, к морю. В этих критических условиях обеспечение дельты водой всё более ухудшалось, а в некоторые годы не было гарантировано даже нормальное разовое обводнение отдельных объектов. Этому способствовали также частое маловодье в бассейне Амударьи и расширение площади орошаемых земель.

Прекращение стока почти по всем протокам и рукавам привело к высыханию озёр и болот живой части дельты. Сильно сократилась акватория оз. Судочье, высохли озёра Зокиркуль, Куккуль, Каратерень (западная часть), Думалаккуль, система озёр Аккала и др. В целом к 1975 г. прекратили существование 25 крупных и 62 мелких озера общей площадью 100 тыс. га. Болота и заболоченные экосистемы полностью высохли.

Резкое изменение режима поверхностных вод дельты непосредственно повлияло на режим грунтовых вод. Уровень их залегания изменялся в зависимости от конкретных литолого-геоморфологических условий территории. В частности, на более высоких участках рельефа дельты (приустьевые валы, водоразделы между котловинами и т.д.) он снижался быстрее, чем на склонах бессточных понижений или межрусловых котловин, тем более, в днищах депрессий. Именно этот характер снижения уровня грунтовых вод определил режим накопления солей в почвогрунтах. Чем больше расходовалось влаги на испарение, тем больше аккумуля-

мулировалось солей в почвах, и наоборот. Поэтому на более высоких участках рельефа, где грунтовые воды расходовались в относительно большем объёме на подземный отток на периферию, накопление солей в корнеобитаемом слое происходило в меньшем объёме. В бессточных же понижениях и других элементах рельефа, где подземный сток влаги весьма затруднён, воды медленно, но полностью испарялись, что обусловило отложение большого количества солей в профиле почв.

Начальный этап опустынивания в дельте Амударьи связан с аккумуляцией солей в корнеобитаемом слое. Солевой сброс – есть функция непрерывного процесса, обусловленного следующими взаимосвязанными природными факторами: прекращение разлива реки – снижение уровня грунтовых вод – отложение солей в почвах. Данную логическую схему в общем виде можно применять как универсальную для выяснения механизма накопления солей в почвах, но в зависимости от конкретных природных условий она может незначительно изменяться, то есть могут появиться другие второстепенные факторы, но в целом это не влияет на общий характер аккумуляции солей. Следовательно, состояние почвы и, особенно её солевой режим, – результат трансформации режимов поверхностных и грунтовых вод дельты Амударьи. Поэтому почва как «зеркало ландшафта» явилась как бы суммирующим природным компонентом, отражающим изменения предыдущих элементов географической среды. В этот период в результате полного расхода грунтовой влаги на испарение на плоских равнинах, в межрусловых понижениях, бессточных котловинах происходило интенсивное накопление солей в профилях почв. Имея солончаковый характер солевого режима почв, наибольшее количество солей (свыше 3%) аккумуляровалось в корковом слое или верхнем горизонте (0–2 см). Местами оно превышало 10%, а иногда достигало 28–30%. Чем ниже был горизонт почвы, тем меньшее количество солей в нём отмечалось (до 0,3–0,2%). При этом в 3-метровом слое насчитывался ряд (2-3 и более) горизонтов, где их количество составляло 2–3, а местами 3–5%. Это своеобразные прослойки (преимущественно тяжёлые суглинки, глины) с накоплением гипса, соответствующие капиллярным каймам.

Накопление солей в пространственном отношении происходило столь же разнообразно. В целом вся площадь подверглась засолению, однако степень его зависела от литолого-геоморфологических условий территории. Приустьевые валы подвергались слабому засолению, а на отдельных участках соли вообще не накапливались, так

как грунтовая влага быстро уходила вниз. С другой стороны, лёгкий механический состав отложений не способствовал накоплению солей в значительном количестве. На плоских равнинах за прирусловыми валами отмечалось наличие средне- и сильнозасоленных почв. Местами уровень грунтовых вод ещё в начале 70-х годов составлял 1–2 и 2–3 м. Склоны междурусловых понижений также были засолены в различной степени (слабо, средне и сильно), реже в понижениях имелись «пятна» солончаков.

На периферии озёр, в озёрных котловинах и на прежде заболоченных понижениях шло интенсивное накопление солей, особенно на бывшей приморской равнине вдоль Джилтырбасского залива, на периферии оз. Судочье, Макпалкуль и др.

На отдельных массивах живой дельты, в частности, к северо-востоку и северу от оз. Судочье, в ур. Щеге (между Кипчакдарьей и Акдарьей), Майпост (к северу от низовий Казахдарьи) и других частях вследствие спорадического обводнения тростниковых сенокосов и пастбищ засоление было неустойчивым. При этом более высокие участки рельефа среди плоских равнин, которые полностью не покрывались водой, засолялись сравнительно сильнее («фитильное» засоление). Часто такие участки представляют собой интенсивно засоленные «пятна» с преобладанием сульфатов и хлоридов.

Таким образом, массовое засоление большей части живой дельты Амударьи обусловило изменение солевого режима почвогрунтов. Это, с одной стороны, повлекло за собой увеличение площади солончаков, с другой – широкое распространение соле- и засухоустойчивых растений.

Понижение уровня грунтовых вод и интенсивное накопление солей обуславливают трансформацию гидроморфных почв в полугидроморфные и элювиальные. В результате немного расширились площади, главным образом, лугово-такырных, лугово-пустынных, типичных и луговых солончаков, луговых и болотно-луговых почв с довольно большим содержанием гумуса (свыше 2%, а местами 8–10%). Это вызвано консервацией перегноя в сильнозасоленных условиях прежних лугово-аллювиальных почв дельты. Однако мощный гумусовый горизонт (в основном, перегной корневой тростника) перекрыт почвенным слоем небольшой мощности, местами верхний слой подвержен дефляции, а в настоящее время всё более усиливается выдувание торфянистого слоя лугово-такырных, быстро обсыхающих болотных почв и солончаков. Следовательно, гумусовый горизонт почв деградирует и трансформируется в типичные зональные пустынные почвы.

Понижение зеркала грунтовых вод, увеличение их минерализации и интенсивное

накопление солей в корнеобитаемом слое почвы обусловили создание новых экологических условий для вегетации растений. Постепенно происходила смена прежних растительных сообществ гидрогалофитными, галофитными и ксерофитными группировками.

Резкое изменение состава растительного покрова дельты непосредственно связано с коренной трансформацией почв и изменением уровня грунтовых вод. Из-за прекращения стока по многим руслам на их периферии последний снизился незначительно (от 2 до 6 м) и одновременно увеличилась минерализация вод (5–10 г/л). Здесь преобладали, в основном, слабо-, а местами средnezасоленные лугово-такырные тугайники в сочетании с лугово-пустынными почвами.

Начальный этап развития процессов опустынивания в дельте резко изменил экологическую обстановку в регионе: ранее гидроморфные промывные супераквальные и субаквальные геосистемы начали деградировать с тенденцией к гало- и ксерофитизации, то есть стали приобретать свойства и характер типичных пустынь с низкой продуктивностью экосистем. Разрушение интразональных ландшафтов в связи с накоплением солей в почвах – и есть результат начала процессов опустынивания.

На описываемом этапе развития опустынивания по всей территории живой дельты Амударьи происходило неравномерно. Всё зависело от характера ландшафтов и степени обводнения экосистем: бессточные котловины, междурусловые понижения, плоские равнины, где естественная дренированность грунтов неблагоприятна для нормального подземного оттока в условиях нерегулярного обводнения, подвержены сильному опустыниванию из-за накопления в почвах огромного количества солей (0–3 м – 1200–6000 т/га и более). На повышениях рельефа дельты (прирусловые валы, водоразделы между озёрными котловинами и т.д.) с более или менее благоприятными условиями для подземного оттока грунтовых вод опустынивание развивается менее интенсивного, но при резком снижении их уровня ускоряется в результате засоления почв, что способствует появлению более ксерофитных фитоценозов.

3. Развитие процессов опустынивания в автоморфных условиях – 1978–1982 г. С конца 70-х годов XX в. всё более серьёзной становится проблема обеспечения водой целинной части дельты Амударьи, так как на обводнение отдельных экосистем выделялось совсем мало воды, а сток в море иногда был ничтожно малым по отношению к периоду до 1974 г. (лишь в многоводном 1978 г. сток в Арал составил около 19 км³). В этих условиях опустынивание развивалось ускоренными темпами.

Огромная территория живой дельты представляла собой объект интенсивного опустынивания, главным образом, накопления солей, дефляции и аккумуляции песчаных и супесчаных веществ, высыхания почвогрунтов и растительности и т.д. Это, в основном, бессточные понижения вблизи обводняемых протоков, котловин озёр, плоские равнины на периферии обводняемых массивов, понижения в контактной зоне с орошаемыми землями и др. В то время на остальной части дельты, где уровень грунтовых вод составлял ниже 5 м (местами даже 7 м), ускорилось выдувание супесчано-песчаного грунта. На этих участках из-за общего высыхания почвогрунтов густота растительного покрова уменьшалась, проективное покрытие снизилось на 1, местами на 2 порядка. Наличие в верхних слоях почвы преимущественно супесчаного грунта в сочетании с песчаным обусловило дефляцию почвогрунтов. Этот процесс был особенно интенсивным в старых и сильно деградированных тугаях, вдоль протоков (по русловым валам). Здесь древесно-кустарниковые сообщества были подвержены сильной трансформации, или вырублены.

Если прирусловые валы благоприятны для дефляции вследствие широкого развития песчаных отложений вдоль протоков, то плоские равнины между ними, где преобладают лугово-такырные почвы, верхний слой которых преимущественно состоит из супесчаного материала, служат объектом для выноса пыли, соли и песка на периферию. Ярким примером усиления эолового процесса является формирование подвижных песков в пределах прирусловых валов протоков, состоящих полностью из речного песка (Инженерузек, Эркиндарья (ур. Сакакол), Акбашли, Эшаккеткен и др.). Самое интенсивное формирование барханов наблюдается в высохшей части русла Акдарьи, где преобладает песок. Образование котловин с крутыми стенами выдувания в районе распространения лугово-такырных почв обусловлено также интенсивным движением автотранспорта по бездорожью, вырубкой кустарников, взятием грунта для строительства различных инженерных сооружений, перевыпасом, созданием скотопрогонов и т.д.

Усиление эоловых процессов в дельте стало наблюдаться на новых или ещё активных и остаточных солончаках, а также на такырах. Выдувание и аккумуляция на новых объектах были обусловлены теми же факторами, что и на прирусловых валах протоков и лугово-такырных почвах, то есть наличием разреженной растительности высохших почвогрунтов, формированием глубоких колеи от автотранспорта. При активизации эолового процесса выдуваются и аккумулируются не только песок и супесь,

но и соли, и соляная пыль, происходит также транспортировка обыкновенной пыли. Поэтому интенсификация эоловых процессов по всей дельте Амударьи обусловила не только формирование подвижных песков, но и начала влиять на солевой режим почв, растения и водные объекты. Выдувание солей с солончаков, особенно пухлых и соров, в комплексе с солями высохшего дна моря серьёзно влияло на солевой режим фитоценозов, почв и ирригационной сети.

Региону были необходимы исследования по выдуванию и аккумуляции солей на отдельных массивах дельты, что позволило бы определить влияние солевого выноса из одного объекта (кг/га) на рассоление почвы (%) и повышение её засоленности в районе аккумуляции (кг/га) за определённое время, а также выяснить, каков характер опустынивания и его темпы.

Установлено, что увеличение масштаба развития эоловых процессов в дельте тесно связано с характером сукцессии растительности, то есть смены растительного покрова по определённым фитоценозам или геосистемам. Это обстоятельство обусловило формирование сначала небольших котловин выдувания, затем, особенно по колеям автомашин, с крутыми стенами и глубиной более 1 м, а в настоящее время (2015 г.) более 1,2–1,5 м, что свидетельствует о темпе эолового расчленения рельефа дельты. Особо следует обратить внимание на богатый состав лугово-такырных и такырных почв, пухлых солончаков, пыльных фракций. При движении автомашин по этим почвам против ветра и в условиях бездорожья в воздух поднимается огромное количество пыли. Поэтому растительный покров вдоль таких дорог всюду покрыт слоем пыли и соли, что отрицательно сказывается на вегетации. При скорости ветра более 4 м/с суглинисто-супесчаные отложения могут транспортироваться на дальние расстояния и аккумулироваться в культурных или естественных экосистемах.

Развитие эоловых процессов на типичных песчаных массивах дельты, которые до деградации экосистем были заняты различными ветроэрозийными и аккумулятивными формами, усиливается.

Значительные изменения в развитии эоловых процессов происходят на песчаных массивах в восточной части дельты Амударьи, где на крупных песчаных массивах из-за перевыпаса и вырубки кустарников стали формироваться барханы.

Изучение механизма развития эоловых процессов в дельте показывает, что в целом существует определённая закономерность, обусловленная литолого-геоморфологическим строением территории. Эоловая переработка речных отложений интенсивно идёт в зоне прирусловых валов протоков и на их

периферии, а также плоских равнинах, контактирующих с прирусловыми валами и озёрными котловинами. Дефляция слабо проявлялась на суглинисто-глинистых отложениях межрусловых понижений, озёрных котловин и в периферийной полосе озёр, регулярно обеспечивающихся водой.

Выдувание солей зависит от их состава, типа засоления и глубины залегания грунтовых вод. Это убедительно доказано на примере Уланбельской дельты р. Чу, где вынос солей ветром происходит со всех типов солончаков, но в различном количестве [3]. Объём выдувания солей с пухлых солончаков (хлоридно-сульфатный тип) намного больше, чем с других, а с маршевых и луговых солончаков выдувание незначительно. В условиях дельты Амударьи в рассматриваемый период значительно преобладали типичные солончаки, соотношение корковых и пухлых было примерно одинаковым. Они встречались в сочетании и являлись объектами выноса солей на периферию. Конечно, из-за плотности грунта в них не формировались типично эоловые формы рельефа, но вынос солей ускоряется и продолжается. Об интенсификации их выноса, в частности с поверхности пухлых солончаков, свидетельствует разрушение тонкой солевой корки, отсутствие пухлого горизонта (мощность – 0,5–1,5 см) и обнажение под пухлым плотным слоистым горизонтом, а также отсутствие опада растений.

Для описываемого периода характерны также и другие природные явления, которые ускоряют аридизацию интразональных ландшафтов. Высыхание озёр и болот не только привело к накоплению солей в почвах, но и формированию на их дне крупных трещин. Последние образовались в результате быстрого высыхания водоёмов и понижения уровня грунтовых вод. Полигональные трещины усыхания (ширина – 1–4 см, глубина – 1–2 м) – яркий пример аридизации территории и доминирования пустынных процессов.

Развитие процессов опустынивания в дельте Амударьи сопровождалось эоловым расчленением рельефа, дефляцией и транспортировкой соляной пыли, выдуванием высохшего торфянистого слоя быстро обсыхающих болотных, луговых и других почв и т.д. Процессы опустынивания по составу и тенденции развития носили аридный характер, который ни чем не отличался от процессов, происходящих в типичных пустынях. Следовательно, прежде интразональные ландшафты дельты под воздействием аридных процессов трансформировались в зональные пустынные природные комплексы. Интенсивные процессы опустынивания, являясь ведущим фактором перехода гидроморфных геосистем в элювиальные, обусловили не только

появление новых признаков аридизации природной среды, но и снижение природного потенциала экосистем до минимума, которым характеризуются пустынные территории.

4. Развитие процессов опустынивания в элювиальных и супераквальных условиях 1983–1995 гг. В условиях нарастающего опустынивания в живой дельте Амударьи для сохранения отдельных сенокосов, пастбищ, древесно-кустарниковых тугаёв и некоторых озёр местное население ещё в 70-е годы обводняло ряд экосистем. При этом больше обводнялись, конечно, ближайшие к источникам воды пастбища и сенокосы, тугаи и озёра, а отдалённые массивы подверглись опустыниванию.

С конца 70-х годов регулярно обводнялись пастбища и сенокосы на севере и северо-востоке – оз. Судочье, ур. Шега, р. Акдарья и Кипчакдарья, ур. Майпост, правобережье Акдарьи. В зоне оз. Судочье они обводнялись за счёт коллекторно-дренажного стока Кунградского канала, впадающего в данный водоём, и вод Раушанского канала из Амударьи. Поэтому минерализация воды в озере зависела непосредственно от соотношения объёма речной и дренажной вод. Когда расход воды из Раушанского канала был больше, вода в озере опреснялась, когда меньше – становилась солёной. За счёт разлива вод Караджарской системы обводнялись все периферийные участки Караджара, Шагырлыка и другие массивы к северу от оз. Судочье. Однако степень обводнения данной зоны зависела от количества воды, направляемой от этого озера и Караджарской системы. В многоводные годы обводнение западной части живой дельты доходило до коренного берега моря и от чинка Устюрта на западе до русла Кеусыра на востоке, что хорошо прослеживается на космических снимках.

С 1974 г. сток в дельте окончательно сконцентрировался лишь в русле Акдарьи, а по остальным существовал эпизодически. При этом ежегодный сток по Казахдарье, Акбашли, Кипчакдарье, Мадалиузеку в определённом объёме использовался не только на обводнение пастбищ, но и обеспечение местного населения речной водой в питьевых целях. По Эркиндарье, Кунядарье и другими протоком сток осуществлялся лишь в многоводные годы. Талдыкдарья и Раушандарья превратились в искусственные каналы. Пастбища и сенокосы обводнялись на небольших площадях, причём разовым лиманным орошением.

Изменение природной среды дельты в определённой степени отражается на динамике процессов опустынивания, морфологической структуре ландшафтов, биоценозов и в целом экосистем.

Следует особо подчеркнуть, что в относительно многоводные годы из-за сильного обводнения в бассейне Амударьи

отмечается резкое преобладание тростника – наиболее влаголюбивого растения, являющегося показателем высокого уровня грунтовых вод слабой минерализации. В такие годы площади тростника увеличиваются в среднем в 2–2,5 раза. После промывки площадь засоленных почв несколько уменьшается, солончаки в бессточных понижениях, если они заполняются водой, утрачивают засоленность и становятся объектом распространения тростника. В это время улучшается качество пастбищ и сенокосов, увеличивается урожайность кормов, следовательно, продуктивность систем повышается в 2 и более раз. В результате опустынивание отступает, и экологические условия улучшаются.

Обводнение больших площадей тростниковых пастбищ и сенокосов, большинства озёр и протоков западной и центральной частей дельты в вегетационный период постоянное. В это время значительный сток к морю (500–600 м³/с и более) в Акдарье резко меняет обстановку в регионе, подвергающемся интенсивной деградации. Гидроморфные условия в пределах бывшей живой дельты напоминают те времена, когда здесь развивались действительно интразональные природные комплексы промывного режима.

Условия для развития растений в гидроморфных природных комплексах не только улучшаются в связи с наличием воды в руслах, озёрах и понижениях рельефа, но и в связи с близким залеганием уровня слабоминерализованных грунтовых вод на их периферии. Кроме того, это обусловлено и повышением относительной влажности воздуха за счёт мощного испарения с поверхности водоёмов и транспирации с поверхности листьев растений. Повышение влажности воздуха благоприятствует росту растений, находящихся далеко от источников воды. Парообразная влага, особенно песчаных и супесчаных почв, хорошо проникает в корневую систему растений. С другой стороны, она проникает через их надземную часть, включая листья. Поэтому часто на периферии озёр и протоков растения отличаются относительной густотой и представлены достаточным разнообразием видов. В результате обводнения улучшаются экологические условия на относительно больших по площади территориях.

В годы дефицита воды в дельте Амударьи экологическая ситуация становится особенно напряжённой: резко доминируют элювиальные и отчасти (в нескольких местностях) полу-гидроморфные условия, увеличивается площадь засоленных земель и ареал ксерофитных и галофитных растений, всюду интенсифицируются эоловые процессы, особенно на 2- и 3-й маловодные годы. В первый год маловодья

прежняя экологическая ситуация резко не ухудшается вследствие наличия влаги в почве и почти нормального состояния гидрофитов на значительных площадях. Затем на ранее промытых засоленных лугово-такырных почвах и солончаках вновь концентрируется большое количество солей. Они скапливаются в корнеобитаемом слое, особенно в верхнем горизонте почвы (0–1 см).

Экологическое состояние дельты после многоводья полностью восстанавливается через 2–3 года. Данный процесс, главным образом, зависит от степени ухудшения обеспеченности территории водой. В то же время на плоских равнинах и, особенно, в понижениях рельефа из-за сравнительно долгого сохранения влаги в почвогрунтах гидрофиты развиваются почти до нормального состояния, поэтому фитоценозы деградируют относительно медленно.

Анализ состояния природной среды дельты Амударьи в условиях различной влагообеспеченности показывает, что положительные изменения в её экосистемах происходят в годы многоводья и, особенно, когда регулярное обводнение наблюдается на протяжении двух и более лет.

В последние годы (с 2000 г.) в бассейне Амударьи относительное многоводье становится регулярным, что обуславливает не только улучшение обеспечения водой орошаемых земель Среднеазиатского региона, но и широко используется в борьбе с опустыниванием в Приаралье, так как сток в определённом объёме направляется в море. Ежегодное обводнение отдельных массивов в дельте Амударьи способствует предотвращению развития процессов опустынивания и повышает продуктивность геосистем. Однако не во все годы дельта обеспечена водой в достаточном объёме. Иногда он уменьшается до критического предела, и обеспечение экосистем водой уменьшается во много раз (табл. 2).

С другой стороны, в той части дельты Амударьи, которая подвергается опустыниванию, ещё нет современных инженерных гидротехнических сооружений, позволяющих равномерно распределять воду по всей территории региона. Действующие старые примитивные сооружения только направляют воду к некоторым массивам, тогда как большая часть дельты не обеспечивается ею и интенсивно подвергается опустыниванию.

Из-за расчленённости рельефа дельты вода не распределяется равномерно: в понижениях – бывших котловинах озёр и болот – скапливается её значительное количество, на плоских участках равнины происходит разовое, а иногда двухразовое обводнение, более высокие участки рельефа остаются сухими.

Потери воды в дельтах рек Приаралья, км³/год

Год	Амударья			Сырдарья			Суммарные потери в дельтах
	1	2	3	1	2	3	
1981	6,8	6,0	0,8	2,4	1,1	1,3	2,1
1982	0,3	0,0	0,3	1,7	0,0	1,7	2,0
1983	2,4	0,0	2,4	0,9	0,0	0,9	3,3
1984	8,0	5,2	2,8	0,6	0,0	0,6	3,4
1985	2,2	0,0	2,2	0,7	0,0	0,7	2,9
1986	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5	1,0
1987	8,7	5,8	2,9	1,0	0,0	1,0	4,5
1988	16,8	11,8	5,0	6,9	5,1	1,8	6,8
1989	1,0	0,0	1,6	4,3	2,9	1,5	3,1
1990	9,7	9,0	6,3	3,7	3,5	1,4	7,7
1991	13,4	12,5	0,9	4,2	4,0	0,2	1,1
1992	30,1	28,9	1,2	4,9	4,6	0,3	1,5
1993	19,9	18,8	1,1	8,3	7,9	0,4	1,5
1994	22,3	21,7	0,6	9,4	8,9	0,5	1,1
1995	7,0	5,1	1,9	5,7	5,2	0,5	2,4
1996	8,4	7,5	0,9	5,7	5,1	0,6	1,5
1997	3,4	2,2	1,2	5,1	4,6	0,5	1,7
1998	25,1	23,9	1,2	8,0	7,6	0,4	1,6
1999	7,2	6,4	0,8	6,1	5,5	0,6	1,4
2000	3,1	2,6	0,5	3,3	2,9	0,4	0,9
2001	1,1	0,40	0,7	3,3	2,8	0,5	1,2
2002	7,7	6,7	1,0	6,9	6,4	0,3	1,3
2003	12,8	11,4	1,4	10,1	9,2	0,9	2,3
2004	6,9	5,9	1,0	10,8	9,86	0,9	1,9
2005	10,7	9,0	1,7	3,7	3,5	0,2	1,9
2006	13,3	12,5	0,8	4,4	4,0	0,4	1,2
2007	31,0	28,9	2,1	4,9	4,6	0,3	2,4
2008	19,7	18,8	0,9	8,2	7,9	0,3	1,2
2009	22,6	21,7	0,9	9,5	8,9	0,6	1,5
2010	6,0	5,1	0,9	5,7	5,2	0,5	1,4
2011	8,7	7,5	1,2	5,4	5,1	0,3	1,5
Среднее	10,9	9,5	1,5	5,0	4,4	0,7	2,2

Примечание. 1, 2 – соответственно приток к дельте и к морю, 3 – потери в дельте.

Такое обводнение экосистем не даёт желаемого результата в борьбе с опустыниванием даже в зоне регулярного обеспечения водой. Необходимо более равномерное обводнение эко- и геосистем, создание в озёрах проточного режима, а в протоках – постоянного стока в определённом объёме. На плоских равнинных участках необходимо организовать 2-3-разовое лиманное орошение фитоценозов.

5. Развитие процессов опустынивания на высохшей части дна Аральского моря

в 1995–2015 гг. Часть Арала, подвергнутая высыханию – это огромная территория, где опустынивание развивается по классическому сценарию и в нарастающем темпе без всякого вмешательства человека. Высохшая часть дна моря, являясь объектом опустынивания, ежегодно увеличивается на сотни тысяч гектаров по мере отступления акватории от берегов. В связи с этим динамичность опустынивания здесь выражена наиболее чётко и многоступенчато, либо оно проявляется по стадиям. Переход опустынивания из одной

стадии в другую проявляется качественным изменением природных свойств геосистем. Характерной особенностью опустынивания здесь является то, что в результате его развития по определённым стадиям тип и формы этого явления становятся более сложными и многофакторными [5,6].

В пределах высохшей части дна моря процессы опустынивания развиваются более 30 лет, поэтому на огромной территории данный процесс находится на различных стадиях.

Институт сейсмологии
Академии наук Республики Узбекистан

Дата поступления
7 июля 2016 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабаев А.Г.* Проблемы пустынь и опустынивания. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2012.
2. *Зонн И.С.* и др. Опыт борьбы с опустыниванием в СССР. М.: Наука, 1981.
3. *Орлова М.А.* Роль эолового фактора в солевом режиме территорий. Алма-Ата: Наука, 1983.
4. *Рафиков В.А.* Опустынивание. Ташкент: SIV-ASH, 2016.

Если в маршевой зоне он только начинается, то в зоне коренного берега имеет более сложный характер и природные условия здесь ничем не отличаются от типичных песчаных пустынь.

Таким образом, изучение динамики опустынивания в бассейне Арала имеет важное значение для разработки научной основы борьбы с ним и обоснования прогноза изменения природной среды на ближайшую и отдалённую перспективу.

5. *Рафиков В.А.* Состояние Аральского моря и Приаралья до 2020 года. Ташкент: Uzincomsentr, 2014.
6. *Рафиков В.А., Камбаров Р.* Новая пустыня Аралкум // Пробл. осв. пустынь. 2003. №4.
7. *Шульц В.Л.* Изученность водных ресурсов Средней Азии и пути их использования. М.: Наука, 1967.

W.A. RAFIKOW

ARALYAKASYNYŇ GÜNORTA BÖLEGINDE ÇÖLLEŞME HADYSALARY

Aral deňziniň basseýni – ägirt uly çäklerde ýaýran çölleşme hadysalaryny öwrenmegiň nusgawy tebigy barlaghanasydyr. Deňziň guran düýbünüň geoulgamlary we olarda bolup geçýän tebigy hadysalar örän hereketlilik, durnuksyzlygy we tiz üýtgeýjiligi bilen, häsiýetlenýär. Bu üýtgeşmeler belli derejede ösüşe ýykgyň edýärler we olar deňziň düýp kenaryndan suwuň derejesine tarap ýa-da tersine hereket edýärler.

Aralyakasynyň günorta böleginde çölleşme hadysalarynyň ösüşiniň esasy döwürlerine seredilýär.

V.A. RAFIKOV

PROCESS OF SOUTH ARAL DESERTIFICATION

Basin of Aral sea - classical natural laboratory on research of desertification processes in huge territories. GEO-systems and natural processes of the dried bottom of the sea is very dynamic, unstable and for a short period of intense change. All of these changes have to some extent trends observed either by the indigenous sea in the direction of the water line, or vice versa.

There are considered the basic stages of development of processes of desertification in a southern part of Aral zone.