

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ВОДНОГО БАЛАНСА ТЕРРИТОРИИ

Профессор
М. И. ЛЬВОВИЧ,
профессор
А. А. СОКОЛОВ

Гидрологическому звену природного комплекса принадлежит, вероятно, одно из первых мест по числу острейших проблем, связанных с воздействием человека на окружающую его среду. Достаточно назвать проблемы Байкала, Балхаша, Арала, Каспия, осушения Полесья, повышения водо- и почвоохранной роли лесов, борьбы с эрозией и наводнениями, оценки влияния агротехнических, агролесомелиоративных и водохозяйственных мероприятий на гидрологический режим и водный баланс речных бассейнов и т. п.

За последние десятилетия вода из неограниченного бесплатного дара природы, каким она представлялась еще недавно, постепенно превратилась в важнейший экономический фактор. Ее использование теперь планируется подобно использованию нефти, угля, железа и других полезных ископаемых.

Перед учеными сейчас стоит задача в интересах охраны природы и умножения ее богатств для будущих поколений разработать научно обоснованные методы долгосрочных прогнозов тех последствий, которые можно ожидать в результате осуществления различного рода хозяйственных мероприятий, изменяющих природный облик нашей планеты. Советской наукой уже немало сделано в этом направлении. Разработана теория зависимости водного баланса территории от приемов земледелия, установлена роль почвы как основного фактора преобразования местного водного баланса, оцениваются результаты осуществленных преобразований и даны первые прогнозы на перспективу.

Мы пока еще не можем сколь-нибудь существенно увеличить количество дождя или снега. Но расширенное воспроизводство водных ресурсов осуществляется в значительных масштабах путем перевода слабо используемых паводочных вод в устойчивый сток. Это достигается регулированием стока водохранилищами и отчасти весьма перспективными приемами искусственного magazинирования подземных вод. В засушливых районах практикуется перевод поверхностного стока (воды, теряемой для хозяйства и являющейся причиной эрозионных процессов) в ресурсы почвенной влаги. Современное земледелие решает эту задачу в целях повышения плодородия почв.

Наиболее значительные целенаправленные преобразования водного режима осуществлены в нашей стране в результате претворения в жизнь грандиозных планов гидроэнергетического и водохозяйственного строительства. При этом подверглись планомерной реконструкции крупные речные бассейны. Созданы регулирующие водохранилища огромной площади (суммарная площадь затоплений более 60000 км²) и емкости (суммарная

полезная емкость более 450 км^3), построены соединительные судоходные и магистральные каналы. Общий объем перераспределенного между речными бассейнами стока превысил 30 км^3 .

Крупные водохозяйственные мероприятия и строительство гидроузлов производились в нашей стране на основе материалов многолетних инженерных, в том числе гидрологических, исследований и изысканий. Гидрологическая наука в настоящее время располагает богатейшими данными полевых наблюдений, экспериментальных, лабораторных и теоретических исследований, позволяющими в основном правильно решать проблемы, связанные с оценкой и предвидением возможных последствий различных воздействий на речной сток, на водный режим и баланс территории и водоемов, на окружающую природную среду.

Для изучения режима и баланса водохранилищ созданы специальные гидрометеорологические обсерватории, которыми практически охвачены все крупные водохранилища СССР. Подобные работы в столь широком масштабе не ведутся ни в одной другой стране мира.

Исследования, выполненные этими обсерваториями, позволили изучить закономерности гидрометеорологического режима (осадков, влажности воздуха, ветра) над акваторией водоемов, усовершенствовать методы расчета притока и стока воды, испарения с водной поверхности, берегового регулирования, аккумуляционной составляющей водного баланса и др. Однако еще недостаточно изучены и поэтому практически не учитываются возможные изменения гидрометеорологического режима и влагооборота под влиянием перераспределения водных масс и создания акваторий на месте суши.

Разумеется, мы можем сожалеть, что для регулирования стока наших равнинных рек необходимо было затопить большие площади пойменных земель, потерять часть стока на испарение и т. п., но при этом надо иметь в виду, что без водохранилищ нельзя решить такие важнейшие проблемы, как умножение водных ресурсов в периоды маловодья и предупреждение наводнений, не говоря уже о значении водохранилищ для гидроэнергетики и судоходства.

Выгода государству от водохранилищ вполне очевидна. Тем не менее нельзя закрывать глаза на то, что с ними связаны некоторые отрицательные явления, устранению которых должно быть уделено серьезное внимание. Для сокращения площади затопляемых земель и для улучшения использования мелководий надо шире применять дамбы. Важно решить проблему повышения продуктивности водохранилищ, а также усилить исследования, направленные на более рациональное их размещение, с тем чтобы они создавались не только в местах сосредоточения больших ресурсов гидроэнергии, но и в периферийных частях речных бассейнов, где регулирование стока необходимо для решения задач водоснабжения и борьбы с паводками.

Весьма перспективно создание подземных водохранилищ, исключающих затопление земель и предохраняющих воду от загрязнений. У нас в СССР эта важная проблема решается на каракумских такырах, где магазинирование поверхностного стока позволяет искусственно создавать линзы пресных подземных вод. Надо усилить внимание к этой проблеме, всемерно развивать соответствующие научные исследования.

Большая группа вопросов связана с целенаправленным преобразованием водного режима и баланса сельскохозяйственных полей в результате различных мелиораций (орошение, осушение) и мероприятий неорошаемого земледелия — способов обработки почвы, снего- и водозадержания, а также агролесомелиорации. При их осуществлении основная задача заключается в создании оптимальных для различных сельскохозяйственных

культур условий увлажнения в целях обеспечения высоких и устойчивых урожаев.

Наукой уже многое достигнуто в отношении предвидения влияния почвенно-мелиоративных преобразований на водный режим и баланс. Однако при планировании водохозяйственных мероприятий часто не учитывается тот гидрологический эффект, который дают различные сельскохозяйственные мероприятия. Особенно это относится к неорошаемому земледелию.

В связи с намечаемым увеличением объема сельскохозяйственных водных мелиораций и огромными капиталовложениями в эту область для по-

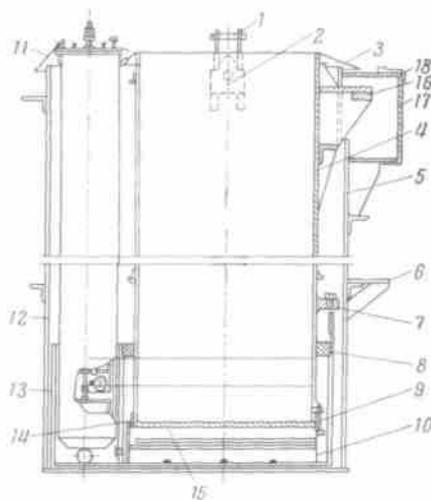


Рис. 1. Схематический разрез лизиметра, разработанный в Государственном гидрологическом институте

1 — скоба для подъема внешней части, 2 — скоба для подъема гнезда, 3 — козырек большой, 4 — цилиндр лизиметра, 5 — гнездо, 6 — кронштейн лизиметра, 7 — бабышка, 8 — уплотнение, 9 — скобы, 10 — футляр обратного фильтра, 11 — козырек малый, 12 — водорегулирующее устройство, 13 — поддон, 14 — дна, 15 — дно, 16 — кронштейн гнезда, 17 — футляр, 18 — крышка футляра

вышения эффективности предстоящих работ должны быть значительно расширены исследования водного баланса орошаемых и осушаемых земель

Орошение позволяет резко увеличить объем сельскохозяйственной продукции. Однако вследствие изменения под его воздействием водного баланса сельскохозяйственных полей происходит значительное ухудшение солевого баланса почвы и снижение содержания в ней питательных веществ.

Для улучшения расчетов и прогнозов увлажнения и засоления сельскохозяйственных полей при орошении необходимо детальное рассмотрение и совместное решение уравнений водного, теплового и солевого баланса.

Проведенные в последние годы Государственным гидрологическим институтом и другими организациями исследования водного, теплового и солевого баланса на орошаемых землях Северного Кавказа, Заволжья и Казахстана показали, что влаго- и солеобмен весьма тесно связаны между собой, а процессы засоления практически полностью определяются соотношением элементов водного баланса. Это предъявляет высокие требования к точности измерений элементов баланса, особенно таких, как пополнение и расходование грунтовых вод, от соотношения которых в конечном счете и зависит процесс засоления или рассоления почвы. Применение для данной цели лизиметров, разработанных в Государственном гидрологическом институте (рис. 1), позволило объяснить ряд особенностей и причин переувлажнения и засоления почв при орошении.

Решающее влияние на формирование водного и солевого баланса оказывают норма и режим орошения. Опытное применение метода научно обоснованного нормирования орошения, разработанного в Государственном гидрологическом институте, привело к повышению урожая в Ростов-

-ской области на 20—30%. Новый метод позволяет перейти к автоматическому регулированию поливов на основе гидрометеорологической информации, получаемой с установленных на полях датчиков.

Орошаемое земледелие в будущем займет одно из важных мест в комплексе мер по предупреждению качественного истощения водных ресурсов. В настоящее время по расчетам Института географии Академии наук СССР на земном шаре для обезвреживания 600 км^3 сточных вод, сбрасываемых в реки, ежегодно расходуется $6000\text{—}7000 \text{ км}^3$ чистой речной воды, т. е. почти половина ресурсов устойчивого стока. К 2000-му году объем сточных вод возрастет приблизительно в 10 раз; на обезвреживание их, учитывая применение более совершенных методов очистки, нужно будет израсходовать весь объем стока рек земного шара, и чистой воды в реках не останется.

Для борьбы с этой угрозой необходимо предусмотреть меры прекращения сброса сточных вод в реки. Значительную часть городских сточных вод, содержащих ценные удобрения, необходимо использовать для орошения полей. Гигиеническая, агрономическая, техническая и экономическая стороны этой проблемы в основном разрешены. Опыт полива сточными водами, проверенный в разных странах на десятках тысяч гектаров, показывает, что при малых нормах орошения вся сточная вода расходуется на испарение и транспирацию, а урожаи существенно повышаются. Таким образом, орошение сточными водами открывает возможности развития высокорентабельных хозяйств, и вместе с тем коренным образом решает проблему прекращения загрязнения рек.

В нашей стране имеются огромные резервы увеличения сельскохозяйственной продукции за счет использования избыточно увлажненных земель, которые занимают до 10% территории СССР.

Регулирование водного режима болот и заболоченных земель производится в основном путем удаления избытка влаги в почве и понижения уровня воды с помощью сети водоотводящих каналов. Государственным гидрологическим институтом и другими организациями проведены на экспериментальных гидрологических станциях широкие исследования физических и водных свойств торфа, водного режима и баланса болот и заболоченных территорий. В результате этих исследований, в частности, разработаны приемы и методы, позволяющие производить расчет уровня режима болоте учетом хода составляющих водного баланса (рис. 2). Вместе с тем выяснилось, что сельскохозяйственное освоение болот и заболоченных земель требует двойного регулирования водного режима — осушение в сезоны избыточного увлажнения и поддержание грунтовых вод на нужном уровне для обеспечения оптимальной влажности пахотного слоя в периоды недостаточного увлажнения. Эта рекомендация гидрологов-болотоведов должна найти быстрее применение в мелиоративной практике.

Важнейшее значение, особенно для Полесья, имеет научно обоснованный прогноз возможных крупных изменений в природных условиях и учет влияния этих изменений на флору, фауну и водный режим значительных по размерам территорий, так как осушение болот нарушает установившееся равновесие водного и теплового баланса.

Изучение водного и теплового баланса болот и заболоченных земель необходимо также для выявления биофизических связей между характером растительного покрова болот и структурой болотных ландшафтов в целом. В этом отношении представляет интерес изучение гидроморфологических связей, основанное на расчетах элементов водного режима болот по данным о строении болотных массивов. Задача такого рода исследований, развиваемых в Государственном гидрологическом институте, — установле-

ние взаимосвязей и критериев, которые могли бы служить основой для прогнозов состояния болот и заболоченных территорий под влиянием различных изменений во внешней среде, включая хозяйственную деятельность человека.

За годы Советской власти, особенно за последние 15—20 лет, у нас существенно повысилась продуктивность неорошаемого земледелия. Решению этой задачи в зоне недостаточного и переменного увлажнения (около 160 млн га пахотных земель, или почти $\frac{2}{3}$ общей площади пашни) в зна-

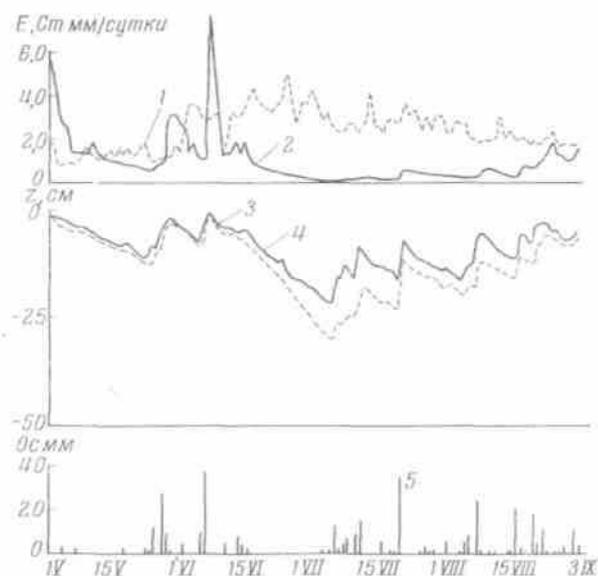


Рис. 2. Ход элементов водного баланса типичного болотного массива

1 — испарение, 2 — сток, 3 — уровень грунтовой воды (вычисленный), 4 — уровень грунтовой воды (наблюденный), 5 — осадки

чительной степени способствовало умножение ресурсов почвенной влаги.

Основная роль принадлежит зяблевой (осенней) пахоте, которая почти не применялась в доколхозном земледелии. Сейчас 60—70% используемых земель ежегодно распахивается под зябь. При этом существенно повысилось качество вспашки, особенно ее глубина, достигающая в черноземной полосе 28—30 см, т. е. почти в два раза большая, чем при конной вспашке. В результате увеличилась инфильтрационная способность почвы.

Чтобы количественно оценить этот эффект, на 16 стационарах Государственного гидрологического института, управлений Гидрометслужбы, Института географии Академии наук СССР и других учреждений были организованы соответствующие экспериментальные исследования. Они показали, что воднобалансовый эффект зяблевой пахоты подчиняется закономерностям географической зональности. Это вполне естественно, так как повышение инфильтрационной способности почв меняется в зависимости от их типа и условий увлажнения (рис. 3).

В целом каждый гектар пахотных земель зоны недостаточного и переменного увлажнения ежегодно получает дополнительно за счет зяблевой пахоты 100—200 м³ воды. Тем не менее потери воды с пашни в виде поверхностного стока остаются еще значительными. По приближенным рас-

четам в зоне недостаточного и переменного увлажнения со всей площади пашни в среднем каждый год теряется около 50—60 км³ воды (до 500—600 м³/га в Центрально-черноземном районе).

Дальнейшее уменьшение стока — важный резерв повышения урожаев. Еще больший резерв представляет вода, теряемая в результате непродуктивного испарения с пахотных угодий. Эффективным способом борьбы с этими потерями воды, позволяющим снизить их на 10—15%, являются полезацитные лесонасаждения, создаваемые в виде клеток лесных полос.

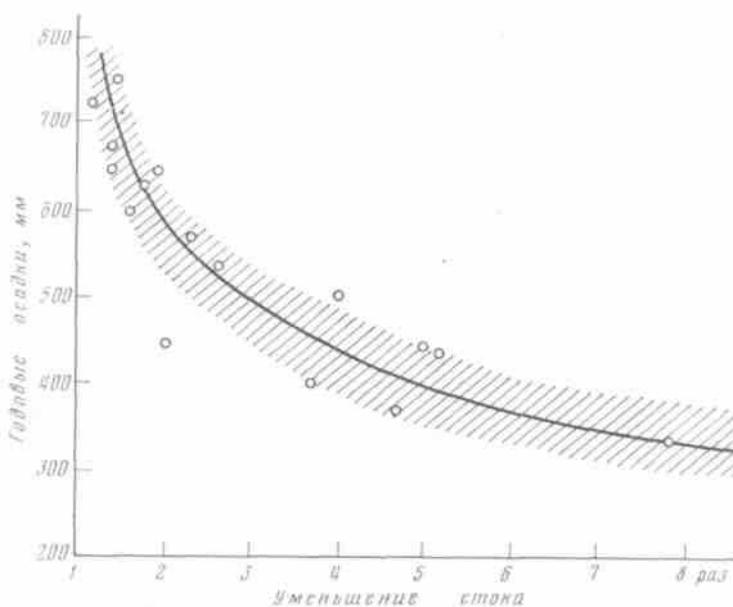


Рис. 3. Закономерность уменьшения стока под влиянием зяби по данным экспериментальных исследований

Уменьшение потерь воды за счет поверхностного стока представляет собой весьма действенное средство борьбы с эрозией — смывом почвенного покрова. В этом отношении уже достигнуты некоторые результаты: на плакорных участках лесостепной зоны интенсивность смыва почвы уменьшилась. Но для уменьшения поверхностного стока и смыва почвы с пахотных угодий необходимо сделать еще очень многое.

В настоящее время становится все более очевидным, что проблема влияния физико-географических факторов на речной сток и тесно связанная с ней оценка изменений водного режима под влиянием искусственных нарушений условий стока может быть успешно решена только на основе глубокого изучения водного баланса различных угодий, слагающих поверхность речных водосборов.

Исследованиями генезиса водного баланса и речного стока установлено большое число зависимостей элементов гидрологического режима от климатических факторов. В последние годы Институтом географии Академии наук СССР выявлена также тесная зависимость многих гидрологических явлений от характера и состояния почвы. Гидрологическая роль растительности в основном сказывается через посредство почвы. Это служит теоретической основой для решения многих задач преобразования водного

баланса и гидрологического режима путем хозяйственного воздействия на почвенный покров (рис. 4).

Во всех случаях необходимо знать специфику условий формирования водного баланса на различных угодьях (леса, поля и т. д.). В связи с этим представляется, что разработка надежных методов расчета их водного баланса, особенно стока, в том числе и подземного, а также испарения, — одна из важных проблем современной гидрологии.

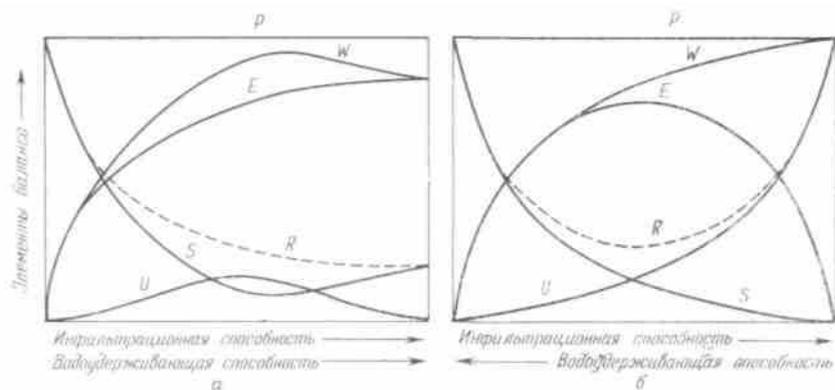


Рис. 4. Теоретические схемы зависимости поверхностного стока (S), испарения (E), питания рек подземными водами (U) и полного речного стока (R) от инфильтрационной и водоудерживающей способности почвенного покрова при совместном их действии

а — прямое соотношение инфильтрационной и водоудерживающей способности.
б — обратное соотношение; P — осадки, W — валовое увлажнение территории

Существенно важной задачей в изучении взаимодействия поверхностных и подземных вод является исследование глубокого подземного стока в пределах отдельных территорий и речных бассейнов, а также подземного стока в Мировой океан.

*

Проблема целенаправленного преобразования водного режима и баланса территории в конечном счете сводится к решению задачи управления водным режимом, которое должно прийти на смену пассивному изучению возможных последствий уже осуществленных мероприятий. Эта задача в ближайшее пятилетие будет решаться объединенными усилиями научных и проектных институтов Гидрометслужбы, Академии наук СССР, министерств Геологии, Высшего и среднего специального образования, Водного хозяйства, Сельского хозяйства, Энергетики и электрификации. Цель заключается в создании методов и оценке возможных изменений ресурсов поверхностных и подземных вод с учетом влияния хозяйственной деятельности человека. Для осуществления этих работ необходима четкая координация намечаемых полевых, экспериментальных и лабораторных исследований.

УДК 551.48