АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО СССР
НОВОСИБИРСКИЙ ОТДЕЛ

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА ВОД НА ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ СИБИРИ

Ответственный редактор чл.-кор. *В. Н. Сакс*

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Новосибирск · 1980

УДК 551.4

Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири.— Новосибирск: Наука, 1980.

В сборнике представлены работы, посвященные проблеме влияния перераспределения стока вод на природные условия Сибири. Дается характеристика комплексной программы научных исследований в связи с разработкой проектов территориального перераспределения водных ресурсов в стране, подземного стока, ландшафтов, почв, мелиорации земель и состояния охраны окружающей среды.

Сборник рассчитан на занимающихся вопросами перераспределения стока рек специалистов, на студентов и преподавателей вузов соответствующих специальностей.

Редакционная коллегия:

канд. геол.-мин. наук *С. Г. Бейром*, канд. биол. наук *И. М. Гаджиев*, канд. геол.-мин. наук *В. С. Кусковский*, д-р геол.-мин. наук *В. А. Николаев*, д-р геогр. наук *А. Г. Поползин* (ответственный за выпуск)

Ответственный редактор чл.-кор. *В. Н. Сакс*

В $\frac{20810—797}{055(02)—80}$ Б3-94-51-1979.

© Издательство «Наука», 1980.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Одна из крупнейших проблем дальнейшего рационального использования водных ресурсов нашей страны — переброска части стока сибирских речных вод на пустынные равнины Средней Азии и Казахстана.

В материалах XXV съезда КПСС записано: «Провести научные исследования и осуществить на этой основе проектные проработки, связанные с проблемой переброски части стока северных и сибирских рек в Среднюю Азию, Казахстан и в бассейн реки Волги» (Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 203).

Основным источником воды для промышленности и сельского хозяйства, а также для орошения засушливых областей Срединного региона могут служить реки Сибири. Поэтому особую важность приобретает вопрос о том, как будет влиять перераспределение стока их вод на природные условия страны. Этой проблеме и посвящены статьи данного сборника.

Переброска части стока сибирских рек на юг имеет огромное народнохозяйственное значение, ее реализация займет несколько десятилетий. Решение этой проблемы должно осуществляться с учетом задач охраны природы и рационального использования природных ресурсов. Территориальная переброска части речного стока в пределах Срединного региона повлияет на условия не только юга, но и центральных и приполярных областей, а также прилегающих территорий арктических морей и заливов. Поэтому при разработке научных обоснований этой проблемы необходимо рассматривать ее с позиций водохозяйственного благоустройства и рационального природопользования территории всей страны.

Настоящий сборник представляет собой материалы межведомственного совещания по проблеме перераспределения водных ресурсов Сибири, организованного Новосибирским отделом Географического общества СССР (19—20 октября 1977 г., Новосибирск).

А. Г. Поползин

I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

В. Н. Сакс

ЗАДАЧИ СИБИРСКИХ УЧЕНЫХ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО ПРОБЛЕМЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА РЕК В СИБИРИ

Обеспечению водой засушливых областей Казахстана, Средней Азии, бассейна Волги, а также южных районов Западной Сибири уделено большое внимание в решениях XXV съезда КПСС, при планировании 10-й пятилетки, в специальных постановлениях ЦК КПСС, Совета Министров СССР и ряда союзных республик. Подробно о необходимости переброски части стока рек севера европейской части СССР и Сибири в Поволжье, Казахстан и Среднюю Азию говорил председатель Госплана СССР Н. К. Байбаков на сессии Верховного Совета СССР в декабре 1977 г.

Реализация планов переброски части стока сибирских рек на юг, в Казахстан и Среднюю Азию, создание разветвленной оросительной системы в южных районах Западной Сибири — в Кулундинской, Барабинской и Ишимской степях — потребуют крупных денежных затрат, по предварительным подсчетам в несколько раз превосходящих стоимость строительства БАМа. Наряду с этим потребуются огромные массы строительных материалов и колоссальные вложения человеческого труда. Зато отдачу от строительства канала будут получать задолго до его завершения, уже на первых этапах строительства, когда через канал сможет подаваться вода на юго-западные окраины Западной Сибири и в Северный Казахстан.

XXV съезд КПСС обратил также серьезное внимание на проблему охраны природы и рационального использования природных ресурсов. Игнорирование этой проблемы может привести к необратимым изменениям природной среды и нанести ущерб, который нельзя компенсировать никакими достижениями даже в таком важнейшем народнохозяйственном деле, как обеспечение водой засушливых областей страны. Совершенно очевидно, что переброска части стока сибирских рек на юг не может не сказаться на природной обстановке и условиях развития народного хозяйства Западной, а в будущем и Восточной Сибири. Следовательно, необходимо искать такие пути решения этой проблемы, которые позволили бы избежать сколько-нибудь существенного нарушения равновесия в природе.

Реки Сибири должны сохранить судоходность, в противном случае невозможно планомерное народнохозяйственное развитие обширных прилегающих к ним площадей, нефтяные и газовые месторождения средней и северной частей Западной Сибири даже с учетом строительства железных дорог не смогут получать необходимое для их эксплуатации оборудование. Города и промышленные предприятия юга Западной Сибири нуждаются в чистой воде, которая может доставляться только из верховьев Оби, Иртыша и их верхних притоков. Попытки осушения болот Западной Сибири чреваты угрозой резкого нарушения природной обстановки, самовозгорания торфяников и гибели лесов.

Особое внимание должно уделяться изучению химизма перебра-

сываемых вод в целях защиты почв в орошаемых районах от осолонения. Нельзя не считаться с угрозой переноса в новые области инфекционных заболеваний, в частности водами Оби.

Все это накладывает исключительно большую ответственность на ученых, ведущих исследования по перераспределению водных ресурсов Сибири и особенно по переброске части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию. В соответствии с решениями XXV съезда КПСС в 10-й пятилетке должны быть проведены широкие научные исследования по проблеме переброски на юг части стока северных и сибирских рек.

Перед сибирскими учеными, и в первую очередь перед учеными Сибирского отделения АН СССР, стоит крайне ответственная, но вместе с тем и почетная задача. Она заключается в том, чтобы, во-первых, оценить со всех возможных точек зрения последствия забора и транспортировки части стока вод бассейна Оби, а в дальнейшем и Енисея на юг в целях орошения Казахстана, Средней Азии и южных районов Западной Сибири; во-вторых, провести оценку эффективности намеченных мероприятий по переброске стока как с позиции экономики и обеспечения нужд народного хозяйства самой Сибири, так и с позиции борьбы за охрану природы и наиболее рациональное использование природных ресурсов.

К концу 1980 г. мы должны хотя бы в первом приближении дать ответы на важнейшие вопросы, стоящие перед проектными организациями, чтобы определить сроки и направления переброски вод, пути и условия прокладки трассы.

В настоящее время оптимальным следует признать вариант переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию по каналу от Иртыша на юг через Тургайскую ложбину в обход Аральского моря к Сырдарье и далее к Амударье. При сравнительно небольших заборах воды (порядка 25 км^3 в год) основным источником ее может служить Иртыш, в дальнейшем, с увеличением забора, должна быть подключена Обь (от устья Иртыша), а затем, надо думать, и Енисей, воды которого могут подаваться в Обь через Кеть-Касский канал. В этом варианте сведено до минимума создание вдоль трассы будущего канала крупных водохранилищ, что очень важно с точки зрения охраны природы и хозяйственного использования площадей, которые при ином решении вопроса пришлось бы затопить.

Совершенно необходима строжайшая координация научных исследований по проблеме перераспределения водных ресурсов Сибири, которая должна обеспечить наиболее эффективное их направление, исключить возможность дублирования работ или, наоборот, пропуска в исследованиях какого-либо важного аспекта.

В Сибири такая координация должна осуществляться, естественно, Сибирским отделением АН СССР. Работы его институтов должны быть скоординированы в первую очередь. Затем в общий координационный план необходимо включить работы ведомственных институтов и проектных организаций, а также работы на территории Сибири институтов, находящихся за ее пределами.

Рассмотрим отдельные направления исследований, которые частично уже проводятся, частично могут быть развернуты в ближайшее время в научно-исследовательских институтах Сибири.

Перед географическими науками стоит задача дать прогноз рационального и эффективного использования долины нижнего течения Иртыша в связи с проектом первоочередного забора его вод для водоснабжения Казахстана и Средней Азии. Наряду с этим целесообразно дать общую оценку вероятных изменений природных условий в районах изъятия, транспортировки и распределения перебрасываемого стока в бассейнах Оби и Енисея.

В Алтайском крае следует развертывать работы по прогнозированию изменений природных условий в связи с проблемой переброски стока рек (на примере Большого Кулундинского канала).

В области климатологии нужны прогнозы изменения климата вследствие сокращения стока речных вод в Карское море и создания на юге Западной Сибири новых больших площадей орошаемых земель.

Несомненно, следует развивать, и прежде всего в СО АН СССР, исследования гидрологического направления, которые должны охватить как Иртыш и его притоки (в первую очередь), так и Обь с ее притоками, а также Енисей.

Существенное значение имеют работы по геоморфологии, которые необходимо сосредоточить в зонах, прилегающих к трассе будущего канала. Очень важно изучить динамику эрозионных процессов и наметить противоэрозионные мероприятия. Чрезвычайно эффективным может оказаться применение при геоморфологических исследованиях съемок из космоса.

Биологические исследования должны включать разработку мероприятий по комплексному интенсивному использованию озер лесостепной зоны Западной Сибири и прогнозированию влияния переброски стока Иртыша и Оби на продуктивность пойменных биоценозов, а также влияния водохозяйственных мероприятий, связанных с интенсификацией использования водных ресурсов (включая управление формированием их), на экосистемы водной среды и суши.

В связи с предполагаемой в будущем переброской вод Енисея в Обь большой интерес для разработки проблемы перераспределения водных ресурсов Сибири представляет изучение биологического режима и качества вод в водохранилищах на Енисее. Наконец, существенный интерес имеют работы по изучению растительного покрова бассейна Иртыша и Обь-Иртышского междуречья, очень важные для оценки природных условий в зоне переброски части стока сибирских рек на юг. Такие работы нуждаются в обеспечении их космическими съемками.

В области почвоведения нужен прогноз изменений почвенно-мелиоративных условий в бассейнах Иртыша и Оби в связи с территориальным распределением стока. Важно дать оценку гидротермических условий и ресурсов климатов почв, а также приземного слоя воздуха и их изменений под влиянием мелиорации. Необходима характеристика главнейших особенностей почв и структуры почвенного покрова Западной Сибири с отражением потребности в основных видах мелиораций. Большое значение имеет агромелиоративная оценка физических свойств и режимов почв в связи с мелиоративным освоением юга Западной Сибири. Особо надо выделить оценку солевого баланса бассейнов Иртыша и Оби и прогноз вторичного засоления почв орошаемых территорий в зависимости от глубины и минерализации грунтовых вод.

В области геологических наук первоочередной задачей является детальное изучение геологического строения в зоне строительства канала, разработка стратиграфии кайнозойских толщ, в которых он будает проложен и которые станут объектом поисков строительных материалов. Кайнозойские отложения служат также вместилищем верхних горизонтов подземных вод, имеющих наибольшее значение для оценки потери вод в канале за счет инфильтрации в грунт и, что еще важнее, для оценки опасности засолонения почв орошаемых районов. Углубленно должны изучаться все проявления новейшей тектоники в районах прокладки канала. Требуется тщательное изучение литологии осадочного покрова как основы для поисков полезных ископаемых и определения возможностей циркуляции подземных вод. Наконец, и это очень важно, нужны палеогеографические реконструкции, кото-

рые восстановят пути стока к югу сибирских рек в ледниковые эпохи, когда низовья Оби, Иртыша и Енисея были перегорожены ледниками. Существенную роль при комплексных геологических исследованиях сыграют космические снимки.

Несомненно, должны разрабатываться методы долгосрочного прогнозирования стока рек и метеорологических элементов. Широкие перспективы открывает применение математического моделирования процессов, связанных с переброской воды сибирских рек на юг. Необходимы также исследования и разработки теории и методов управления водными ресурсами, включая вопросы управления формированием вод суши на водосборах и управления пространственно-временным распределением водных ресурсов. Далее предполагается разработать методы численного моделирования и математические модели для изучения влияния на атмосферу и распределение водных ресурсов различных факторов, связанных с деятельностью человека.

В экономическом плане задачи, стоящие перед учеными Сибири, особенно сложны, поскольку в конечном счете только экономика может определить степень целесообразности, возможные сроки и направление работ по строительству канала, соединяющего сибирские реки с бассейном Аральского моря.

Экономисты должны рассмотреть проблему переброски части стока сибирских рек в республики Средней Азии и Казахстан (ее социально-экономические, водохозяйственно-экологические и инженерно-технические аспекты) и дать научное обоснование критериев социально-экономической оценки развития водохозяйственных мероприятий с учетом прогноза влияния их на окружающую среду.

В заключение следует остановиться на вопросе о возможном изменении климата, который до сих пор при исследованиях по проблеме перераспределения водных ресурсов, а также при проектировании долговременных и столь дорогостоящих предприятий в связи с переброской вод сибирских рек на юг, изучается недостаточно. Речь идет о том, что мы привыкли рассматривать любые проблемы строительства, исходя из допущения постоянства климатических условий. Но сейчас накоплено уже достаточно фактов для того, чтобы ставить под сомнение тезис о постоянстве климатических условий в ближайшие десятилетия.

Проектирование и строительство такого грандиозного и не имеющего себе равных в мире канала, как Арало-Иртышский протяженностью около 2300 км, несомненно, продлится несколько десятилетий. Поэтому совершенно необходимо тщательно проанализировать, насколько и каким образом могут в будущем измениться условия в зонах водозабора, транспортировки воды и действия оросительных систем.

В настоящее время имеются убедительные данные о быстром росте содержания в атмосфере углекислого газа, о планетарном потеплении климата начиная с середины 60-х годов и о начавшемся сокращении площади ледового покрова в полярных морях.

Содержание углекислоты в атмосфере за последние 30 лет возросло на 13% за счет сжигания огромных, накопившихся за сотни миллионов лет запасов угля, нефти и горючих газов. Этот процесс еще более усугубляется все возрастающей вырубкой лесов. Между тем древесная растительность наиболее интенсивно поглощает из атмосферы углекислый газ и тем самым препятствует росту его содержания в воздухе. В промышленности в огромных масштабах все более убыстряется переработка минерального топлива. Остановить ее на современном уровне техники невозможно. К 2000 г., когда строительство канала будет близиться к завершению, содержание углекислого газа в атмосфере может возрасти по сравнению с современным на 20%. Насколько известно, около половины выделяемого сей-

час в атмосферу углекислого газа остается в ее составе и лишь половина поглощается океаном и растениями. Увеличение его количества в атмосфере создает парниковый эффект — тепловые солнечные излучения проходят через атмосферу и, достигнув земной поверхности, обратно уже не возвращаются. Это и влечет за собой повышение температур воздуха. По предварительным данным, с конца 60-х годов средняя температура земной поверхности уже повысилась на 0,2°С и может увеличиться еще на 0,6—0,8° к 2000 г.

Насколько эти данные достоверны и какие последствия вызовет для человечества такое потепление, еще предстоит исследовать. Можно опасаться продвижения к северу зоны пустынь. Тогда степи Казахстана, Южной Сибири и юга Русской равнины потребуют по сравнению с современным положением дополнительного обеспечения водой. С другой стороны, возросшее в результате потепления испарение может привести к росту атмосферных осадков на склонах гор в Средней Азии и, следовательно, к увеличению водности среднеазиатских рек.

Мы совершенно не знаем, как в действительности будет идти процесс изменения климата. На возрастание содержания углекислого газа в атмосфере могут наложиться другие факторы: колебания солнечной активности, увеличение запыленности атмосферы в связи с жизнедеятельностью человека или вследствие крупных вулканических извержений. Поэтому нельзя предугадать, как пойдет кривая изменения температур земной поверхности в конце XX и в первые десятилетия XXI в. Однако постоянно действующий фактор — рост содержания углекислого газа — раньше или позже, надо полагать, скажется, если только человечество не сумеет в будущем обходиться без минерального топлива.

Резюмируя все это, следует считать одной из самых первоочередных задач, стоящих перед советской наукой, скорейшее всестороннее изучение возможных изменений климата и смещения природных зон. Без учета результатов такого изучения нельзя принимать окончательные решения по перераспределению водных ресурсов Сибири, да и всей нашей страны.

Г. В. Воропаев

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СВЯЗИ С РАЗРАБОТКОЙ ПРОЕКТОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СТРАНЕ

В последнее десятилетие особенно обострились водные проблемы в нашей стране, о чем свидетельствует опыт хозяйственной практики, а также результаты исследований, связанных с разработкой долгосрочных планов развития народного хозяйства. При этом выявились следующие обстоятельства:

— высокие темпы роста водопотребления во всех отраслях народного хозяйства уже в ближайшие 10—15 лет приведут к исчерпанию местных водных ресурсов в экономически наиболее развитых районах страны;

— недопустимость на современном уровне решения региональных водных проблем вне их взаимной связи;

— усиливающееся влияние водного фактора на развитие производительных сил и окружающую среду, необходимость более широкого комплексного рассмотрения водных проблем на фоне долгосрочного прогнозирования развития социально-экономических и природных процессов как части общей проблемы рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Ввиду исключительной важности этих проблем ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление, в котором обязали Академию наук СССР, Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, Министерство энергетики и электрификации СССР, Министерство рыбного хозяйства СССР, Министерство геологии СССР и Главное управление гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР с участием заинтересованных министерств и ведомств провести комплексные исследования для научного обоснования объемов и очередности работ по территориальному перераспределению водных ресурсов с учетом его влияния на окружающую среду и социально-экономические процессы по программе, утвержденной Государственным Комитетом Совета Министров СССР по науке и технике.

В 1975 г. разработана программа научных исследований по проблеме, которая обсуждалась на ряде региональных и всесоюзных совещаний и вошла в качестве задания в Государственный план научно-исследовательских работ.

В 1976 г. в связи с решениями XXV съезда КПСС и Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР на основе этого задания подготовлена комплексная научная программа, проект которой рассмотрен в октябре 1976 г. на бюро Отделения океанологии, физики атмосферы и географии АН СССР и одобрен. Президиум АН СССР постановлением от 30 октября 1976 г. отметил актуальность проблемы и рекомендовал расширить участие академических институтов в проведении исследований, уточнив в связи с этим соответствующие разделы программы. Головной организацией по проблеме определен Институт водных проблем АН СССР. Проблема включена в число важнейших народнохозяйственных заданий на текущую пятилетку, в работе над ней занято более 150 научных коллективов.

В данной статье излагаются основные программные вопросы. При этом не ставилась задача перечисления всех разделов и тем, а сделана систематизация их, раскрывающая, как нам представляется, целевую направленность исследований.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

На современном этапе развития производительных сил вопросы водообеспечения страны вышли далеко за рамки технических и экономических аспектов и являют собой часть общей эколого-экономической проблемы рационального природопользования. По существу, встала проблема научного обоснования мероприятий по управлению водными ресурсами суши как важнейшим компонентом биосферы и элементом производительных сил общества.

В связи с этим возникла необходимость выявления всех возможных путей (вариантов) решения водной проблемы на основе естественных закономерностей развития природы и прогнозирования реакции биосферы на вмешательство в водный режим территорий и водоемов. Такая прогнозная оценка нужна для всех вариантов при различных масштабах вмешательства и на отдаленную перспективу. Должны быть оценены пределы обратимости изменений в биосфере, определены качественная и количественная стороны изменений в естественно историческом аспекте, а также польза и вред их.

В свете изложенного намечен широкий комплекс исследований:

— выявление и научно обоснованная оценка различных путей водообеспечения перспективных потребностей общества (варианты развития водохозяйственных систем);

— оценка влияния дальнейшего развития водохозяйственных систем на окружающую среду и социально-экономические процессы;

— разработка научных основ водообеспечения и определение первоочередных мероприятий для планирования и проектирования;

— всесторонняя научная оценка проектируемых первоочередных мероприятий и обоснование мер по предотвращению и устранению отрицательных последствий.

Для решения этих задач предполагается использовать фундаментальные достижения естественных и общественных наук, а в ряде случаев углубить и развить их специальные разделы и направления.

Особое внимание должно быть уделено изучению процессов взаимного обмена между атмосферными, почвенными, поверхностными и подземными водами, а также водами снежников и ледников, формированию качества вод суши в условиях меняющегося водообмена и хозяйственной деятельности. На основе этих исследований и достижений биологических наук, а также исследований по теории климата необходимо разработать методы не только качественной, но и количественной оценки влияния водного фактора и хозяйственной деятельности на экологические системы суши и водоемов, а следовательно, и на окружающую среду в целом.

Для решения социально-экономических аспектов проблемы намечается развернуть исследования по научному прогнозированию развития народного хозяйства на отдаленную перспективу, по прогнозированию научно-технического прогресса в водопотреблении и водоотведении. При этом должны широко использоваться принципы и методы системного подхода как в постановке проблемы в целом, так и в разработке и решении отдельных ее вопросов, в частности, будут применены методы моделирования больших систем физико-географических и экологических процессов, обусловленных динамикой водного фактора.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОГРАММЫ

Важнейшие вопросы программы можно сгруппировать в 8 разделов, взаимосвязанных между собой как по содержанию, так и по последовательности разработки.

1. Методические основы программы слагаются современными методами анализа сложных систем с вероятностной и неопределенной информацией.

Цель исследования — разработать методы управления водными ресурсами страны, обеспечивающие рациональное природопользование и охрану окружающей среды — может быть достигнута только на основе всестороннего качественного и количественного анализа принимаемых решений в соответствии с принципами системного подхода.

Системный подход к проблеме рационального использования водных ресурсов требует разработки и широкого применения математического моделирования и программирования. В частности, значительную роль должны сыграть имитационные модели, позволяющие проводить широкий спектр машинных экспериментов с моделями водохозяйственных систем, не поддающихся исследованию аналитическим путем. Водохозяйственная система, как основное звено в комплексе мер по управлению водными ресурсами и в решении проблемы водообеспечения народного хозяйства страны, представляет собой

взаимодействующую, гидравлически связанную совокупность народнохозяйственных и экологических элементов. Ввиду особой роли воды в системе «человек — окружающая среда» программа исследований строится исходя из следующих посылок:

— необходимости рассмотрения водных проблем в их единстве в масштабе всей страны. Такое единство и взаимосвязь региональных задач с общей проблемой обусловлены не только экономическими, но, прежде всего, природными процессами;

— возможности влияния намечаемых схем использования водных ресурсов на природные процессы не только на территории водных систем, но и в смежных районах (тепло-массообмен континентальных и океанических вод, влагоперенос в атмосфере, взаимосвязь экологических систем и др.);

— необходимости рассмотрения длительно развивающихся водных систем не менее чем на 40—50 лет вперед с выделением нескольких временных этапов, связанных с долгосрочными планами развития производительных сил,— на 1990, 2000 и 2030 гг.;

— необходимости разработки, анализа и сопоставления различных вариантов развития производительных сил как основы для создания схем развития водопотребления, водного благоустройства и определения задач по охране окружающей среды (при разработке таких вариантов должны учитываться прямые и обратные связи между производительными силами и водным фактором);

— целесообразности разработки научных гипотез водообеспечения, опирающихся на научно-технический прогресс в технологии водопотребления, на достижения в управлении формированием водных ресурсов, на общий потенциал производительных сил и возможность создания крупнейших инженерных объектов для управления водными ресурсами.

2. Прогноз развития основных отраслей народного хозяйства на перспективу как основа оценки масштабов развития водопотребляющих производств и требований к водным ресурсам. Исходя из специфики водохозяйственных мероприятий, их сложности и грандиозности, прогнозирование должно охватывать период не менее 40—50 лет. Естественно, что для столь отдаленного времени не может быть предложено с высокой степенью достоверности единственное решение задачи. Принимая различные методологические подходы к оценке роста народонаселения, темпов развития общественного производства, степени удовлетворения материальных потребностей общества, можно наметить несколько вариантов (гипотез) развития основных отраслей народного хозяйства для расчетных уровней 1990, 2000 и 2030 гг. и на их базе оценить темпы развития водопотребляющих производств и рост требований к водным ресурсам. Так как моделированию подлежит не только водопотребление, но и водохозяйственная система страны в целом, результаты прогнозирования необходимо привязать к конкретным водохозяйственным районам, которые будут положены в основу всех территориальных разработок по проблеме.

При отсутствии опыта и методологии прогнозирования на столь отдаленную перспективу разработка этого раздела программы требует глубокого теоретического обоснования и привлечения ведущих институтов АН СССР и других организаций социально-экономического профиля.

3. Научно-технический прогресс в технологии водопотребления и водоотведения и эволюция требований к водным ресурсам в связи с ростом благосостояния и задачами охраны окружающей среды. Гипотезы развития водопотребления. Совершенствование технологии водопотребления и водоотведения способствует сокращению безвозвратных затрат воды на единицу продукции и уменьшает отрицательное

влияние возвратных вод на окружающую среду. Резервы для такого совершенствования велики и определяются, с одной стороны, невысоким современным техническим уровнем в этой области, а с другой — достижениями научно-технического прогресса недалекого будущего. В связи с этим важно правильно оценить и прогнозировать научно-технический прогресс в водопотреблении и водоотведении и прежде всего для основных отраслей народного хозяйства, имеющих наибольший удельный вес в балансе безвозвратного водопотребления и в водоотведении. Такими отраслями являются сельское хозяйство (орошаемое земледелие) и промышленность

В орошаемом земледелии оценки водопотребления будут разрабатываться с учетом закономерностей водо- и солеобмена и фотосинтеза посевов. Кроме того, будут учтены результаты совершенствования и освоения новой техники управления водным режимом и режимом питания растений, а также достижения селекции в выведении новых высокоурожайных сортов, допускающие снижение расхода воды на единицу производимой продукции.

В неорошаемом земледелии будут выявлены неиспользуемые запасы почвенных вод и даны оценки эффективности регулирования непродуктивного испарения, что в принципе может обеспечить значительное увеличение выхода продуктов сельского хозяйства, главным образом зерна, без дополнительных затрат ресурсов поверхностных или подземных вод. Эти разработки будут проводиться также на основе исследований, предусматриваемых следующим разделом. Однако частные результаты по уточнению водопотребления в орошаемом земледелии и эффективности регулирования непродуктивного испарения в богарном земледелии могут быть получены в недалеком будущем до завершения исследований по разделу 4.

Вместе с прогнозированием водопотребления должны оцениваться и показатели водоотведения. Здесь необходимо всесторонне раскрыть процессы использования воды в различных технологических производствах и дать прогноз развития безотходной технологии с замкнутым водооборотом, а также наметить новые способы очистки сточных вод.

При рассмотрении путей совершенствования технологии водопотребления небходим учет взаимосвязи природных ресурсов и оценки того, как снижение водопотребления отразится на других ресурсах (их качестве, воспроизводстве, затратах).

Важно оценить эволюцию требований к водным ресурсам во всех отраслях народного хозяйста в плане водного благоустройства территорий, акваторий, речных систем и водохозяйственных районов, принятых для моделирования. Это относится не только к сельскохозяйственному производству и промышленности, но также и коммунально-бытовым потребностям, рыбному хозяйству, водному транспорту, гидроэнергетике, зонам отдыха, к сохранению заповедных зон, акваторий и ландшафтов и др.

Научно-технический прогресс в водопотреблении и водоотведении предполагается рассматривать в общей связи с научно-техническим прогрессом в основных отраслях народного хозяйства.

С учетом перспективных тенденций развития основных отраслей народного хозяйства (в том числе водопотребляющих производств) и достижений научно-технического прогресса в технологии водопотребления и водоотведения намечается разработать научные гипотезы развития водопотребления на будущее. До настоящего времени специальных комплексных исследований по этому вопросу не велось, были выполнены лишь предпроектные проработки для уровней 1985, 1990 и 2000 гг., в основу которых положены потребности в воде, установленные в отдельных региональных схемах развития водного хозяйства и отраслевых

проработках. Основная их методологическая предпосылка — вероятность сохранения в ближайшей перспективе высоких темпов роста водопотребления, определившихся в последние 10—15 лет. Выдвигавшиеся в некоторых проработках варианты темпов роста водопотребления (минимальный, максимальный) не имели глубокого научного обоснования, в частности, они слабо увязывались с задачами охраны окружающей среды, не учитывали социальных аспектов, не содержали сравнительной экономической оценки.

В связи с этим целесообразно развернуть комплексные исследования по данному разделу, включив сюда также рассмотрение социально-экономических и природоохранных вопросов. Необходимо изучить пространственно-временные закономерности формирования водопотребления и водоотведения и на их базе получить численные параметры для всех выдвинутых гипотез в разрезе принятого районирования. Во временном плане гипотезы роста водопотребления должны быть увязаны с перспективными уровнями развития народного хозяйства на 1990, 2000 и 2030 гг

4. Водные ресурсы будущего. Процессы водообмена и формирование качества вод суши, их влияние на водные и наземные экосистемы, учет изменения климата. Осуществление любого комплекса мероприятий по управлению водными ресурсами и водообеспечению народного хозяйства приведет в одних случаях к меньшему, в других — к большему нарушению сложившихся условий обмена между атмосферными, почвенными, поверхностными и подземными водами, а также водами, временно аккумулирующимися в снежниках и ледниках. Это, в свою очередь, может повлечь за собой существенные изменения водного режима обширных территорий, изменения качества вод суши, условий существования наземных и водных экосистем, т. е. отразиться на окружающей среде в целом. Однако современная гидрология недостаточно подготовлена к ответу на многие вопросы, связанные с оценкой масштабов таких изменений, а тем более их следствий.

Имеющаяся научная база не отвечает в должной мере современным задачам управления водными ресурсами суши и конкретного развития водохозяйственного строительства. Поэтому в программу включены фундаментальные исследования, в которых можно выделить следующие наиболее важные и тесно связанные между собой задачи:

— синтез частных наук о водах суши и создание на этой основе общей теории водообмена. Поднятие научного уровня учения о водах суши до соответствующего уровня других наук геофизического цикла;

— создание учения о формировании качества вод суши в условиях изменения их естественного обмена и под влиянием хозяйственной деятельности;

— уточнение и развитие существующих представлений о влиянии водного фактора на экологические системы суши и водоемов, разработка на этой основе методов количественных оценок продуктивности антропогенных и естественных экосистем и изменений окружающей среды вследствие изменения водного режима и качества вод суши в различных звеньях водообмена;

— на основе исследований по теории климата и теории водообмена изучение и количественное описание прямых и обратных связей между изменениями водного режима значительных участков суши и соответствующих изменений климата. Исследование влияния циклических колебаний климата на водный режим суши в целях прогноза водных ресурсов на отдаленную перспективу.

Перечисленные задачи весьма сложны, но в настоящее время созданы необходимые предпосылки для их постановки и решения. Они являются основной научной базой для программы в целом. Исследования планируются так, чтобы промежуточные этапы их могли быть использованы для разработки других разделов программы.

Решение задач, изложенных в настоящем разделе, планируется осуществить в основном на академическом уровне силами различных институтов Секции наук о Земле и институтов ряда других секций. К этим исследованиям привлечены также некоторые ведомственные научные учреждения, в частности научно-исследовательские институты Гидрометслужбы.

5. Гипотезы водообеспечения народного хозяйства и водного благоустройства на перспективу с учетом научно-технического прогресса в использовании и охране водных ресурсов. Научная разработка гипотез обеспечения перспективных потребностей в воде и водном благоустройстве представляет один из узловых вопросов всей проблемы. По всем выдвинутым гипотезам должны быть уяснены их принципиальные технические решения и уже применительно к этим решениям необходимо провести комплекс научных исследований, которые показали бы их взаимодействие и возможное в будущем влияние на окружающую среду и социально-экономические процессы.

Основными материалами для научного обоснования гипотез являются результаты исследований по разделам 3 и 4, т. е. оценка водных ресурсов будущего и предполагаемый уровень развития водопотребления. В последнее время выдвинуты следующие гипотезы водообеспечения:

1) удовлетворение основных потребностей в воде за счет наиболее полного и эффективного использования местных водных ресурсов — поверхностных и подземных вод различного качества, вод ледников и снежников, атмосферы. При этом темпы роста водопотребления будут снижены за счет совершенствования принципиально новой технологии водопотребления во всех отраслях, прежде всего в наиболее водоемких (сокращение удельных показателей в несколько раз), и полного исключения загрязнения водных ресурсов отходами производств;

2) удовлетворение потребностей также за счет местных водных ресурсов, однако при более высокой степени управления ими, включая мероприятия регионального и глобального масштаба по управлению водообменом и формированию вод суши на водосборах, т. е. воздействуя как на формирование водных ресурсов (увеличивая их), так и на структуру и размеры водопотребления (сокращая его);

3) удовлетворение возрастающих потребностей за счет территориального перераспределения водных ресурсов, прежде всего переброски речного стока северных рек в южные районы страны. При этом темпы роста водопотребления в целом по стране могут быть высокими, на уровне тех, какие сложились в последние годы.

Видимо, возможны и другие гипотезы, к примеру, развитие водопотребления и его обеспечение путем компромиссных решений. Наибольшее внимание в последнее время было сосредоточено на мероприятиях, вытекающих из третьей гипотезы развития и обеспечения водопотребления, положения которой, по существу, заложены во все основные планово-проектные проработки. Среди факторов, определивших такой односторонний подход к проблеме, ведущую роль, вероятно, сыграли следующие: во-первых, наличие значительных поверхностных водных ресурсов в стране и очевидная техническая возможность перераспределения стока; во-вторых, господствовавшее до недавнего времени упрощенное понимание роли водных ресурсов как элемента окружающей среды, значения качественных показателей вод, а также взаимосвязи их с развитием экосистем водоемов и суши; в-третьих, слабое внимание к разработке принципиально новых методов и новой технологии рационального использования вод, недооценка экономической роли воды как природного ресурса.

Последняя гипотеза наиболее проработана в техническом плане, на ее основе уже определился ряд вариантов решения задачи. В частности,

в настоящее время подготовлены основные положения технико-экономического обоснования переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан. В первую очередь намечается переброска воды из р. Оби в объеме 25 км³ через Тургайское понижение в район нижнего течения Сырдарьи и Амударьи.

В исследованиях по разделу предполагается использовать достижения наук о водах суши, гидротехники, географии, экономики и др. Специальные исследования в данном направлении ранее не проводились, поэтому здесь совершенно не разработаны методические вопросы. В то же время в научном и практическом плане имеется определенный задел в виде материалов, которые требуют обобщения и анализа и послужат решению этой задачи. Значительная часть их имеется в отраслевых НИИ и проектных институтах, которые широко привлечены к разработке раздела.

6. Прогноз влияния водохозяйственных мероприятий на физико-географические процессы, экологические системы. Научные основы управления водными ресурсами в целях устранения отрицательных воздействий на окружающую среду. Как было отмечено в предыдущем разделе, по всем выдвинутым гипотезам водообеспечения народного хозяйства необходимо выполнить комплекс исследований, данные которых позволили бы оценивать и прогнозировать влияние водохозяйственных мероприятий на физико-географические процессы и экологические системы. В итоге исследований могут быть сформулированы научные принципы управления водными ресурсами, использование которых в практических расчетах и выборе вариантов позволит свести к минимуму отрицательные последствия и обеспечит охрану окружающей среды.

Ставится задача изучить общие закономерности экосистем и их проявление в условиях реализации той или иной гипотезы. Например, развитие водохозяйственных работ по любой из трех названных ранее гипотез водообеспечения внесет (и уже вносит) изменения в сложившийся ход естественных природных процессов, может нарушить некоторые равновесные состояния, вызвать новые процессы в литосфере, гидросфере, атмосфере, биосфере. При этом такие изменения возможны не только в районах непосредственного осуществления водохозяйственных мероприятий, но и на смежных территориях, акваториях и в атмосфере даже далеко за пределами этих районов. Правда, можно предполагать, что эти изменения в зависимости от реализуемой гипотезы будут существенно различными.

Исследования должны дать прогноз развития всех природных процессов в связи с осуществляемыми мероприятиями. В этом отношении полезными будут результаты исследований по разделам 2—4. В основу прогнозирования природных процессов должны быть положены фундаментальные достижения наук о Земле. Так, прогнозирование изменений природной среды базируется на познании и использовании закономерностей общей эволюции природы Земли, выявлении циклических и нециклических изменений в историческом и геологическом времени. Учитывая прогнозы развития водохозяйственных мероприятий (и другой производственной и непроизводственной деятельности) применительно к каждой из гипотез, можно построить общие схемы природно-климатических изменений по основным регионам и в глобальных масштабах.

В соответствии с разработанной в ходе исследований методологией и полученными количественными прогнозными оценками развития природных процессов представляется возможным сформулировать научные основы и требования к управлению водными ресурсами, позволяющие избежать отрицательных последствий (или уменьшить их), обеспечить охрану окружающей среды и ее компонентов.

Естественно, что для разработки данного раздела целесообразно привлечь широкий круг наук и научных направлений, а соответственно

и институтов АН СССР и отраслей. Прежде всего, это такие науки, как гидрология, география, экология, биология, химия, метеорология, физика атмосферы, климатология (прогноз климата и влияние антропогенной деятельности), инженерная геология, гидротехника, почвоведение.

7. Социально-экономическая оценка развития водохозяйственных мероприятий и обоснование мер по повышению их эффективности. В этом разделе работ намечается исследовать и научно обосновать прежде всего методику социально-экономической оценки мероприятий по управлению водными ресурсами суши в связи с решением проблемы водообеспечения и водного благоустройства. Опыт рассмотрения крупных региональных водных проблем в стране в последние годы показал недостаточность экономического анализа обычными методами (на основе действующих методик и нормативов): ни практика, ни наука не имеют сейчас приемлемых социально-экономических критериев оценки влияния хозяйственных мероприятий на окружающую среду.

При разработке проблемы, кроме общей стратегической задачи выбора лучшего варианта развития водохозяйственной системы, внутри ее возникают частные задачи выбора отдельных решений и подходов. Оба типа задач взаимосвязаны и в методологическом отношении должны опираться на марксистско-ленинское учение о законах социалистического воспроизводства.

Необходимо исследовать широкий круг социальных вопросов, связанных со специализацией и размещением водоемких производств по стране, с миграцией населения, выявить роль водного фактора в этих процессах. Важным моментом является учет административно-правовой стороны использования и охраны водных и других природных ресурсов, а также разработка предложений по совершенствованию их в связи с новыми задачами.

На основе исследований по данному разделу необходимо также сформулировать общие социально-экономические предпосылки повышения эффективности мероприятий по водообеспечению и водному благоустройству.

В разработке раздела принимают участие институты социально-экономического, географического и экологического профилей.

8. Научные основы управления водными ресурсами суши в целях водообеспечения и водного благоустройства страны на основе совершенствования технологии водопотребления, управления формированием водных ресурсов и территориального перераспределения их. Масштабы и очередность работ по перераспределению водных ресурсов. В итоге исследований по разделам 5, 6 и 7 будут сформулированы научные подходы к рассмотрению и решению проблемы в целом. Это должны быть обобщенные подходы, синтезирующие методологические разработки по прогнозированию физико-географических и экологических процессов (раздел 6) и по социально-экономическим аспектам (раздел 7), но примененные к конкретным гипотезам, выдвинутым и разработанным в разделе 5. Таким образом, научные основы водообеспечения и водного благоустройства будут конкретизированы в практическом плане и обобщены в плане задач рационального природопользования.

Опираясь на такие разработки, можно будет правильно оценивать значение различных критериев и их взаимоотношения, взвешивать эффекты и ущербы.

Наконец, «научные основы управления водными ресурсами суши» должны облегчить решение задачи выбора вариантов (гипотез) водообеспечения, выявления этапов их развития. На основе анализа результатов исследований необходимо выделить этапы развития водохозяйственных работ по перераспределению водных ресурсов, увязав их с расчетными уровнями. При этом, возвращаясь к другим гипотезам

водообеспечения, важно учесть по возможности все пути решения проблемы и на основе их сопоставления найти компромиссное предложение, из которого и будут вытекать масштабы первоочередных работ по перераспределению водных ресурсов. По результатам исследований по разделу 5 и проектным проработкам, предполагается оценить объемы первоочередных работ и важнейшие объекты. При этом могут выявиться несколько различных технических вариантов, в равной мере обеспечивающих удовлетворение потребностей в воде, но оказывающих различное влияние на окружающую среду. Исполнители по данному разделу определились в соответствии с разделами 3 и 5.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Таким образом, в данной программе проблема поставлена шире и глубже, чем только территориальное перераспределение водных ресурсов. Последние мероприятия рассматриваются лишь как один из путей развития управления водными ресурсами суши.

Первый этап программы исследований охватывает период с 1977 по 1980 г. В течение этого времени должны быть уточнены наши представления о закономерностях водообмена, о формировании качества вод суши, о влиянии хозяйственной деятельности на водные ресурсы и о влиянии управления водными ресурсами на окружающую среду. На базе этих представлений могут быть сформулированы научные основы решения первоочередных задач по управлению водными ресурсами суши в целях водообеспечения и водного благоустройства.

Предварительные результаты исследований предполагается использовать при решении проблемы водообеспечения уже в текущей пятилетке. На основании проведенных исследований намечается дать предварительную оценку целесообразности, масштабов и очередности работ по территориальному перераспределению водных ресурсов и разработать предложения по устранению возможных отрицательных последствий осуществления первоочередных водохозяйственных мероприятий.

Исследования будут продолжены в следующей пятилетке. В итоге в целом по проблеме ожидаются следующие результаты:

— дальнейшее углубление и развитие учения о водах суши и прежде всего таких его разделов, как теория водообмена и формирования качества вод;

— формирование научных основ управления водными ресурсами суши в целях рационального природопользования и охраны окружающей среды.

К важным результатам работы следует отнести возможность создания долговременной программы научных исследований, объединяющей усилия целого ряда научных коллективов страны и позволяющей планомерно и целеустремленно продолжать работу над водными проблемами как в теоретическом, так и в практическом направлении.

В этой программе значительный объем исследований должен быть намечен для выполнения научными подразделениями Сибири, и прежде всего Сибирского отделения АН СССР. Здесь исследования в области водных ресурсов должны быть расширены и углублены. Народнохозяйственное освоение территории Западной Сибири связано с различным использованием ее водных ресурсов, величина которых, к сожалению, не учитывается в достаточной мере при перспективном планировании. Для этой территории крайне необходима генеральная схема комплексного использования водных ресурсов на долгосрочный период на уровне современных требований. Составление схемы должно войти в программу исследований и учесть, кроме указанных, вопросы охраны окружающей среды. Значительно большее внимание необходимо уделить также решению задач социально-экономического направления

А. А. Бостанджогло, С. Л. Вендров,
Г. В. Воропаев, Г. Б. Грин

ВОПРОСЫ НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ ПЕРЕБРОСКИ ЧАСТИ СТОКА БАССЕЙНА Р. ОБИ В ЦЕНТРАЛЬНЫЕ И ЮЖНЫЕ РАЙОНЫ СРЕДИННОГО РЕГИОНА И ИХ СВЯЗЬ С ЗАДАЧАМИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Современное состояние и перспективы водообеспечения южных районов нашей страны связаны с проблемой территориального перераспределения стока в достаточно крупных масштабах — как в пределах европейской части Союза, так и в Срединном регионе. Усиливается влияние водного фактора на развитие производительных сил и окружающую среду. Возрастает взаимосвязь региональных водных проблем, постепенно перерастающих в единую водную проблему страны. Поэтому необходимо широкое комплексное рассмотрение водохозяйственных проблем севера и юга на фоне долгосрочного прогнозирования развития социально-экономических и природных процессов. Эти вопросы — элемент общей проблемы рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Комплекс работ по научному обоснованию масштабов и очередности внутрибассейновых и межбассейновых переброс стока в настоящее время обобщен в долгосрочной программе с выделением работ на 1977—1980 гг. Выполняемые в текущей пятилетке научные исследования группируются следующим образом:

— разработка научных основ и методики долгосрочного прогнозирования социально-экономического развития страны — основного фактора, определяющего водопотребление и требования к водным ресурсам. Здесь предполагается изучить различные гипотезы водообеспечения народного хозяйства и водного благоустройства территорий в условиях общего научно-технического прогресса, коренным образом влияющего на использование и охрану водных ресурсов;

— разработка методик и составление научно обоснованных прогнозов взаимовлияния территориального перераспределения стока с окружающей средой в местном, крупнорегиональном и глобальном масштабах. Предполагается изучить влияние намечаемых водохозяйственных мероприятий на физико-географические, инженерно-геологические (в том числе гидрогеологические), биологические (в том числе гидробиологические) процессы, на медико-санитарную (в том числе противоэпидемиологическую) обстановку в гидросфере, литосфере и атмосфере, в экосистемах суши и водоемов. Подчеркиваем, что речь идет не об одностороннем влиянии, а о взаимовлиянии, т. е. также и о возможных последующих трансформациях в режиме и экологии водохозяйственной системы под действием внешних факторов. Результаты исследований должны быть использованы в совершенствовании всех звеньев управления водными ресурсами, в выборе тех или иных мероприятий по устранению водного голода в отдельных районах, в сведении к минимуму вредных воздействий вод и некоторых побочных негативных последствий от сооружения новых водохозяйственных систем. Однако заметим, что любая система не может продуктивно работать без использования ресурсов внешней среды, без ее изменения в той или иной степени;

— исследования по обоснованию более полного использования местных водных ресурсов, совершенствованию технологии водопотребления

и водоотведения, выбору и созданию новых машин, механизмов, способов подачи воды потребителю. Работы эти важны и для оборотного водоснабжения с многократным использованием воды, на ирригационных массивах, т. е. в сельскохозяйственном производстве, в рыбном и коммунальном хозяйствах, в организации зон отдыха и других формах использования воды. Немаловажную роль эти исследования сыграют и в принятии оптимальных решений об объемах и сроках доставки дополнительного стока. Вместе с тем это не альтернатива, а параллельная мера, требующая нередко крупных вложений на переустройство уже существующих систем. Предполагается также оценить альтернативные пути водообеспечения недостаточно увлажненных районов;

— теоретическое и методическое обоснование формирования единой водохозяйственной системы страны (ЕВХСС) — эффективного рычага системы управления общесоюзными водными ресурсами в целом. Трудности на современном этапе в решении локальных водохозяйственных проблем делают проблему формирования ЕВХСС особо актуальной научно-практической задачей. Она должна выявить и объединить все оптимальные водохозяйственные решения на ближайшую и отдаленную перспективу как для европейской территории страны, так и для Сибири, Казахстана и Средней Азии (Воропаев, 1976 а, б).

В исследованиях по многим перечисленным направлениям принимают участие научные организации СО АН СССР. Однако в ряде направлений, особенно социально-экономическом и природно-экономическом, работы сибирских ученых еще не заняли должного места.

Научные исследования не закончатся результатами, которые могут быть получены к 1980 г. Они продолжатся и, вероятно, даже расширятся на следующих этапах, постепенно включая новые опытные участки и целые опытные хозяйства в различных природных условиях, причем важное место в них займут лабораторные виды моделирования. Таким образом, перед нами стоит сложная задача: еще задолго до полного окончания исследований разработать научно обоснованные рекомендации для выполнения проектов первой очереди переброски вод в сроки, установленные директивными органами. При отсутствии многих необходимых документально обоснованных данных, исходных для таких решений, они нередко будут опираться на экспертные оценки, для которых нужно будет привлечь специалистов, хорошо знающих природу и хозяйство региона.

Первый этап переброски части стока сибирских рек объемом 25 км^3/год в южные районы Казахстана и Средней Азии в настоящее время предполагается выполнить по следующей схеме: водозабор из р. Оби в районе устья Иртыша у г. Белогорья, антирека по нижнему Иртышу со строительством здесь трех низконапорных насосных станций (рассматривается также вариант самостоятельного канала параллельно Иртышу), далее канал с насосными станциями до Тургайского водораздела, затем через Тенгизское водохранилище объемом от 4 до 14 км^3 подача воды до Сырдарьи в район Джусалы и далее до Амударьи в районы Тюямуюна и Тахиаташа. Обьем переброски на последующих этапах возрастает до 60 км^3/год, а в более отдаленной перспективе он может увеличиться еще больше; впоследствии возможно подключение и части водных ресурсов из бассейна Енисея. Наряду с этой схемой рассматриваются и другие варианты технических решений. Например, забор воды из южной (пресноводной) части Обской губы и передача ее через систему притоков в Печорский, затем в Волжский бассейны, а из низовьев последнего — каналом в южные районы Казахстана и Средней Азии. На наш взгляд, научно обоснованное сравнение всех возможных вариантов переброски вод необходимо выполнить примерно с одинаковой степенью детальности еще на начальных стадиях разработки проблемы, для того, чтобы обеспечить оптимальный выбор.

Территориальные переброски стока в пределах Срединного региона — проблема, затрагивающая хозяйственные и природные интересы всех частей региона: Среднюю Азию и Казахстан — зону потребления и распределения перебрасываемого стока; Западную Сибирь — источник водообеспечения южных территорий; арктические моря и их заливы, на режим которых может распространиться влияние ряда водохозяйственных мероприятий.

На самых ранних этапах разработки этой проблемы Западно-Сибирская равнина с ее природными ресурсами, по существу, рассматривалась лишь как сырьевой придаток к промышленному Уралу и другим соседним, более развитым, территориям. Поэтому и возникали отвергнутые позже проекты, подобные созданию грандиозного Нижне-Обского водохранилища.

С тех пор хозяйственный потенциал Западной Сибири гигантски вырос и в перспективе ближайших десятилетий будет продолжать расти. Но природа севера и центра Западно-Сибирской равнины имеет ряд особенностей, которые в сумме создают исключительно легкую ее «ранимость». В случае чрезмерных нагрузок на природу отдельные ее компоненты и среда в целом могут потерять способность к самоочищению (в широком смысле этого слова) и самовозобновлению. Поэтому здесь особенно остро должна ставиться проблема охраны среды — одна из важнейших задач государственной политики, а вопросы преобразования природы должны решаться также с учетом роли севера и центра Западной Сибири в качестве буфера между Арктикой и средними широтами (Вендров, 1975а, б). К сожалению, в этой области пока еще нет достаточно глубоких исследований и мы не знаем, к каким далеко идущим последствиям для смежных территорий и акваторий могут привести изменения природных условий в этом районе, особенно условий увлажненности и водно-теплового режима.

Промышленное и транспортное развитие Западной Сибири необходимо сочетать с интенсификацией сельскохозяйственного использования ее центральных и северных территорий, прежде всего речных пойм как потенциальной кормовой базы товарного животноводства.

В настоящее время собственно Западная Сибирь предъявляет все бóльшие запросы на организацию промышленного и коммунального водоснабжения городов и поселков, многочисленных транспортных коммуникаций — железных и автомобильных дорог и трубопроводов.

На реках верхней части гидрографического бассейна, особенно на Томи, Чулыме, Тоболе и на западных (уральских) притоках возрастает напряженность водохозяйственного баланса ввиду резкого увеличения промышленного и сельскохозяйственного водопотребления; ухудшится качество воды в реках бассейна; возникнут очаги нефтяного загрязнения; увеличится перегрузка малых и средних рек недостаточно очищенными промышленными стоками (в частности, на р. Томь в районе г. Кемерово), стоком с полей и животноводческих ферм.

Таков далеко не полный перечень вопросов, касающихся Западной Сибири, которые должны найти свое решение при разработке комплексных водохозяйственных проблем всего Срединного региона.

Вследствие всего сказанного реки Обь-Иртышского бассейна при изучении проблемы переброски стока не могут рассматриваться только с «донорских» позиций. Западная Сибирь включает в себя наибольший в нашем полушарии заболоченный массив, поэтому для ее оптимального использования требуется проведение крупных мероприятий по водохозяйственному благоустройству, которые в настоящее время ни в количественном, ни в качественном аспекте еще не разработаны. Между тем перспективные планы хозяйственного развития Западной Сибири еще не сопровождаются комплексной водохозяйственной разработкой в необхо-

димом масштабе. Заметим также, что вопросы охраны окружающей среды не могут решаться отдельно от вопросов водохозяйственного строительства, добычи нефти и газа, а также решения проблем сухопутного и трубопроводного транспорта и т. д. Масштаб и динамика воздействий на среду здесь настолько велики и взаимно обусловлены, что нужны обязательная их суммарная оценка, прогноз возможных последствий и разработка ограничительных требований и компенсационных мероприятий. При этом непременным условием должно быть сочетание социально-экономического и экологического подходов.

Назрела необходимость в разработке новой, генеральной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов Западной Сибири, в которой должно быть намечено направление части ресурсов Обь-Иртышского бассейна на юг. Схема должна содержать общую концепцию водохозяйственного благоустройства всей территории и охраны среды. При прогнозировании природных условий Западной Сибири в результате изъятия части стока она позволит выработать критерии для оценки степени повышения природно-хозяйственного потенциала или ущерба, высказать соображения о возможных изменениях в вариантах передачи стока с целью обеспечения оптимального сочетания интересов севера и юга. Необходимо оценить также степень изменения природных условий в масштабах, выходящих за чисто местные рамки (имеется в виду как первая, так и последующие очереди работ), с учетом возможного преобразования климата, увлажненности территории и т. д.

Значительный научный интерес представляют вопросы локального преобразования природных условий в районе ниже водозабора, по трассе канала, в районах отдельных гидроузлов и т. д.

В настоящее время еще не исследовано буферное значение северных территорий, и в частности Западной Сибири, для оценки современного состояния и динамики природно-экологических процессов и связей между южными районами страны и полярной и приполярной областями. Это диктует необходимость строго научного обоснования решений, связанных с изменением режима увлажненности Западной Сибири.

Тревогу вызывает качественное ухудшение водных объектов Западной Сибири и недостаточное внимание к сохранению (и тем более к улучшению) соответствующих природных комплексов и биоценозов лесостепи, тайги, лесотундры и тундры в пределах рассматриваемого региона.

На фоне все возрастающей динамичности развития Западной Сибири, ее дальнейших перспектив и связанного с этим усиления антропогенного воздействия на природу особую актуальность приобретают социально-экономические аспекты проблемы (Воропаев, 1976 а).

Таковы, на наш взгляд, некоторые из задач, стоящих прежде всего перед учеными СО АН СССР в решении проблемы территориального перераспределения стока вод.

Проблема территориального перераспределения водных ресурсов СССР, которой занимаются более 150 научно-исследовательских и проектно-изыскательских институтов, чрезвычайно сложна. Обоснование первой очереди переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан является водохозяйственной частью целевой программы решения стратегических задач на 30—50 лет по дальнейшему развитию и интенсификации сельского хозяйства республик Средней Азии и Казахстана и многим другим хозяйственным и социальным проблемам Срединного региона, в том числе Западной Сибири. Должен быть определен путь, который бы дал наибольший общегосударственный положительный эффект, определяемый не только с позиций прямых экономических затрах и доходов, но и с точки зрения обеспечения оптимального состояния окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

Вендров С. Л. Задачи и пути улучшения режима увлажненности Западно-Сибирской равнины (в связи с разработкой проблемы переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию).— В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Новосибирск, «Наука», 1975а, с. 22—34.

Вендров С. Л. Некоторые аспекты проблем межбассейнового перераспределения речного стока в европейской части Союза и в Срединном регионе.— В кн.: Влияние перераспределения стока рек бассейна Оби на природу тайги Срединного региона. Иркутск, 1975б, с. 39—50.

Воропаев Г. В. Задачи и организация научных исследований в связи с проблемой перераспределения водных ресурсов.— «Водные ресурсы», 1976а, № 3, с. 3—12.

Воропаев Г. В. Единая водохозяйственная система страны.— «Водные ресурсы», 1976б, № 6, с. 99—109.

Сакс В. Н., Широков В. М., Яишин А. Л. Задачи научных исследований в Сибири при разработке вопросов переброски части стока рек в Среднюю Азию.— В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Новосибирск, «Наука», с. 5—15.

В. М. Широков

ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПОСЛЕ ПЕРЕБРОСКИ ЧАСТИ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК В СРЕДНЮЮ АЗИЮ

Идея переброски части стока крупных рек России на юг была высказана в общем виде еще в XVIII в. П. Палласом, а позже А. Гумбольдтом (Кошелев, 1975). Но наиболее четкие и развернутые предложения по переброске стока рек Сибири на юг были сделаны Н. Демченко (1871, 1900), посвятившим этому большую часть своей жизни.

Только после установления Советской власти его идеи получили дальнейшее развитие (Ботвинкин, 1924; Монастырев, 1927; и др.).

К настоящему времени специалистами «Союзводпроекта» разработан основной вариант схемы переброски части стока сибирских рек на юг Срединного региона с учетом предложений, сделанных раньше Н. Н. Ботвинкиным (1924), В. А. Монастыревым, (1927), М. М. Давыдовым (1957) и другими исследователями.

Кроме основной схемы переброски, которую разрабатывают сотрудники «Союзводпроекта», предложены и другие способы передачи вод из Западной Сибири в Казахстан и Среднюю Азию. Так, разработан гидрогеологический способ перехвата подземных меловых вод с периферии Алтае-Саянской горной системы рядом водопонизительных установок, направленных в сторону Казахстана. Проект предложен казахскими геологами Ш. Е. Есеновым, С. М. Мухамеджановым и Е. Д. Шлыгиным (1973). Ряд новых вариантов переброски стока предложен институтом водных проблем АН СССР (Воропаев, 1976).

Необходимо отметить, что существуют и местные источники пополнения водных запасов Средней Азии, которые со временем могут быть значительно увеличены. Это регулирование местных поверхностных вод в различных районах Средней Азии; более широкое использование подземных вод, особенно с учетом эксплуатационных запасов, которые открыты там в последние годы; организация правильной и более экономной системы полива возделываемых земель (активное внедрение капельного орошения, повышение КПД оросительных систем и другие мероприятия по сбережению водных ресурсов); расширение масштабов опреснения морских вод с помощью атомных и других современных технических установок.

Эти дополнительные мероприятия помогут в конечном результате дать не только те 20 км³ воды, которых будет не хватать в ближайшие годы в Средней Азии при дальнейшем развитии орошаемого земледелия, но и значительно бóльшие ее объемы. Запасы ежегодно возобновляемых подземных вод, выявление сотрудниками Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР на территории Казахстана, составляют 45 км³ (Бок, 1973; Ахмедсафин, 1973), хотя некоторые исследователи не считают возможным учитывать обнаруженные здесь запасы подземных вод и вводить их в схемы расчета предстоящего дефицита водных ресурсов Средней Азии и Казахстана (Вознесенский и др., 1973).

Однако приведенные выше соображения дают основание думать, что сроки предполагаемой переброски стока сибирских рек на юг могут быть несколько отодвинуты во времени, к тому же существенный дефицит в водном потенциале Средней Азии реально может возникнуть лишь в конце текущего столетия или в начале следующего. Возможность реализации проекта в пределах 2000 г. позволяет всесторонне подойти к его оценке, заранее выявить все аспекты изменения природных условий при его осуществлении.

Раньше подавляющее большинство предложений по преобразованию водных ресурсов Западной Сибири касалось перераспределения воды между заболоченным севером и засушливой южной ее частью с целью использования зарегулированного стока для местных нужд (Мезенцев, Широков, 1970; и др.). Теперь выдвигается несколько иное решение, малоблагоприятное для дальнейшего освоения Кулундинской, Ишимскй степей и других районов юга Сибири, так как сток рек безвозвратно изымается и перебрасывается в Среднюю Азию. Уже сейчас выполненное проектирование по ряду оросительных систем (Чемской, Бурлинской, Ирменьской и др.) для Новосибирской, Кемеровской области и Алтайского края позволяет говорить о заборе воды из Оби и ее притоков в безледоставный период на ближайшую перспективу в размере до 200 м³/с. При этом забор воды в будущие магистральные каналы при переброске стока рек в Среднюю Азию будет составлять около 1000 м³/с весной и 600 м³/с в остальную часть года. Средний же многолетний расход Оби в створе Новосибирска равен только 1765 м³/с, а в результате такого изъятия речного стока он сократится больше чем на половину. Остающегося количества воды будет недостаточно ни для базовых попусков в нижний бьеф Новосибирской ГЭС, ни для поддержания санитарных расходов на участке от Новосибирска до Колпашево. Нормальная работа речного транспорта в средней части Оби обеспечивается базовым попуском из Новосибирской ГЭС в безледоставный период в объеме 1200 м³/с. Таким образом, при дополнительном изъятии воды из Оби оставшийся сток должен быть еще более зарегулированным. В результате предлагаемые в схеме источники забора воды к 2000 г. могут оказаться только трактами переброски. То же самое может произойти в бассейне Иртыша. В настоящее время среднее его течение рассматривается как источник забора воды в первую очередь, но через 25 лет оно может также оказаться лишь трактом для переброски стока сибирских рек в Среднюю Азию, поскольку в верхней и средней частях этого бассейна в связи со значительным увеличением населения, развитием сельского хозяйства и промышленности водохозяйственный баланс будет очень напряженным.

Предлагаемая схема переброски части стока сибирских рек на юг Срединного региона по масштабам предстоящих преобразований природы превосходит аналогичные разработки для других районов земного шара. Комплексный водохозяйственный проект «Калифорнийский акведук», осуществлявшийся в США с 1961 по 1973 г., хотя и имеет много общего с ней, но его масштабы значительно меньше. В част-

ности калифорнийский водоворот позволяет перебросить из северных районов штата на юг только 5,2 км³ воды в год. Вода будет забираться из р. Феттер и перебрасываться в водохранилище Перрис на расстояние 720 км с превышением высот до 900 м. от ур. моря. Это позволит дополнительно оросить севернее Лос-Анжелеса, на западных склонах долины р. Сан-Хоакин, до 400 тыс. га сельскохозяйственных земель (Джонстон, 1971; Аверьянова, 1974). В США вопросам переброски вод в речные бассейны уделяется большое внимание. В настоящее время известно более 20 таких проектов (Howe, Easter, 1971). Наиболее крупномасштабное перераспределение стока рек намечено при создании Северо-Американской водноэнергетической системы NAWAPA из бассейна р. Колумбия. Предполагается, что осуществление проекта позволит за год перебрасывать от 136 до 310 км³ воды. Стоимость работ по всей системе оценена в 100 млрд. долларов, а период строительства превысит 20 лет. В результате реализации проекта NAWAPA западное побережье США и Мексики будет полностью обеспечено водой с учетом развития хозяйства на далекую перспективу (Аверьянова, 1974). Особенно большое значение придается оценке экономических и природных изменений при осуществлении предложенных проектов переброски стока рек.

К сожалению, при разработке проектных схем переброски стока воды сибирских рек на юг вопросам изменения природных условий Западной Сибири не уделялось должного внимания. Большинство исследователей этой проблемы занималось только позитивной стороной проекта, указывались в первую очередь положительные аспекты изменения природных условий в Средней Азии (Давыдов, 1957; Черненко, 1972; и др.).

На основании проведенных в последние годы исследований (Бейром, Широков, 1974; Вендров, 1975; Сакс и др., 1975; Широков 1975а, б; Вендров, Широков, 1976; и др.) можно ожидать, что изъятие части речного стока вызовет в Западной Сибири ряд специфических природных изменений.

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

По данным Г. Г. Гангардта (1971), к концу текущего столетия фактическая потребность промышленности Западной Сибири в воде прогнозируется объемом 20—30 км³/год. Основная часть промышленного производства приходится на юг этого района, где местные запасы водных ресурсов не превышают 100 км³/год. Забор воды в объеме 25 км³ на переброску стока в Среднюю Азию увеличивает предстоящие потери до 45—55 км³. Если добавить к этому предстоящие затраты воды на питьевое водоснабжение и санитарные сбросы в речную сеть, то все водные ресурсы юга Западной Сибири к концу века могут оказаться исчерпанными, что может резко ограничить дальнейшее народнохозяйственное освоение этого края. А поскольку чистые пресные воды Алтая необходимо будет сохранить в размерах 30—40 км³ для питьевого водоснабжения и за пределами 2000 г. (Широков, 1975 а, б), водный дефицит на юге Западной Сибири может наступить и раньше указанного срока. В результате для сохранения запасов воды Бии и Катуни потребуется не перебрасывать их в бассейн Иртыша, а зарегулировать каскадами водохранилищ для перспективного питьевого водоснабжения, тем более, что предварительная оценка преобразования природных условий при таком водохозяйственном строительстве не дает оснований ожидать больших изменений при создании здесь горных водохранилищ (Бейром, Широков, 1973; Кусковский, 1975).

Что касается предполагаемых заборов воды из Оби в целом при переброске стока на юг, то, по данным «Союзводпроекта», на первом этапе они составят 6% от годового стока сибирских рек в бассейн Карского моря, на втором — около 12, а на третьем — до 15%. Наибольшее увеличение забора воды на третьем этапе связано с дополнительным подпитыванием всей системы переброски стока за счет вод Енисея, которые к этому времени будут переброшены в бассейн Оби.

ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВО ВЛАГООБОРОТЕ МЕЖДУ СРЕДНЕЙ АЗИЕЙ И СИБИРЬЮ

В результате полного осуществления проекта в район Средней Азии будет ежегодно перебрасываться до 100 км³ воды. Климатическим эффектом этого явится увеличение абсолютной и относительной влажности воздуха, некоторое снижение уровня его конденсации. Это обстоятельство может положительно повлиять на местную погоду в областях формирования и выноса летнего среднеазиатского воздуха. При наличии западного переноса часть добавочной влаги в атмосфере Средней Азии будет отнесена к горам Алтая и Саян, где можно ожидать увеличение осадков. В результате дополнительный сток с гор будет поступать в Обь и Енисей — произойдет частичное возвращение забранных вод.

Еще в конце 40-х годов В. В. Цинзерлинг (1948), оценивая климатические последствия переброски стока рек на юг Средней Азии, считал, что водяные пары из районов Средней Азии способны поступать не только в горные районы Сибири, но и достигать бассейна р. Лены. Таким образом, по мнению В. В. Цинзерлинга, в конечном итоге произойдет полный возврат обь-енисейских вод воздушным путем из Средней Азии в Сибирь, что значительно увеличит влагосодержание в атмосфере и смягчит континентальность климата. Наибольший климатический эффект для Сибири — в снижении зимнего выхолаживания *.

Соображения В. В. Цинзерлинга привлекли внимание проектировщиков. Более осторожные, хотя в основном сходные взгляды высказываются в последнее время (Дроздов, 1972; и др.), но доля возврата оценивается уже в 10—15% от забранного стока.

ИЗМЕНЕНИЯ В ВОДНОМ РЕЖИМЕ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ряд исследователей, отмечая основные достоинства проекта переброски стока сибирских рек, указывает на возможность сокращения объемов весеннего половодья, в результате чего вероятно возникновение условий дополнительного дренирования заболоченных территорий таежной зоны (Герарди, 1972; Малик, 1973). Однако эти возможности не следует переоценивать, так как все основные регулирующие сооружения будут построены на участке Средней Оби, где дополнительное дренирование прилегающей суши, наиболее заметно. Что же касается Нижней Оби, то здесь результаты отъема воды будут ощущаться слабо и не вызовут существенного дополнительного осушения болотных ландшафтов тайги.

При определении нужной степени дренирующего влияния на болотные ландшафты таежной зоны Западной Сибири требуется очень тщательное изучение всего природного комплекса. Необходима разработка строго обоснованного прогноза режима увлажненности и всех составляющих водного баланса отдельных физико-географических час-

---

* Примечание редакции. Вопрос о предполагаемых изменениях во влагообороте при осуществлении проекта переброски стока рек в настоящее время до конца не исследован и является дискуссионным.

тей осушаемой территории. Такие прогнозы должны опираться на обоснованные схемы формирования нового устойчивого равновесия различных природных комплексов после переброски стока.

По-видимому, дренирующее влияние на таежные ландшафты может быть допустимо лишь в тех пределах, которые дадут возможность приостановить наступательный болотообразовательный процесс, интенсивно развивающийся здесь в последнее время (Нейштадт, 1971). Это положение (пока гипотетическое и требующее научного обоснования) меняет наше представление о рациональных путях преобразования тайги Западной Сибири и мероприятиях, которые необходимо провести для борьбы с существующим здесь переувлажнением земель.

В свете исследований последних лет большинство предложений по осушению болот таежной зоны Западной Сибири приобретает дискуссионный характер. Если раньше необходимость проведения широких мелиоративных работ в этом районе не вызывала сомнения, то в дальнейшем практика эксплуатации нефтяных месторождений в таежной зоне Западной Сибири (например, Самотлор) показала, что осушение прилегающей местности ведет не только к резкому обезвоживанию торфяных залежей, но и к их самовозгоранию. В ряде случаев нарушение природного равновесия в этих районах вызывает ухудшение природной обстановки. Поэтому сейчас некоторые проектные и производственные организации, занимающиеся обустройством новых нефтяных месторождений, существенных мероприятий по осушению не проводят, а планируют поддержание оптимального увлажнения и водного режима болотных систем.

Другой пример изменившихся методов мелиорации болот — район Полесья в Белорусской и Украинской ССР. В последние годы здесь проводятся работы по созданию не только осушительных, но и осушительно-увлажнительных мелиоративных систем.

Все это, конечно, не говорит о необходимости полного отказа от мелиоративных мероприятий в таежной зоне Западной Сибири, но заставляет очень осторожно относиться к намеченным преобразованиям.

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА И ТВЕРДОГО СТОКА Р. ОБИ ПОСЛЕ ЕЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Забор 25 км^3 воды из Средней Оби повлечет за собой значительные изменения как в тепловом режиме реки, так и в ее твердом стоке. Рассмотрим этот вопрос на примере Верхней Оби.

Анализ термического режима вод, сброшенных в нижний бьеф Новосибирской ГЭС, показал, что в первую половину безледного периода здесь возникают условия для большего остывания воды, чем это было до создания плотины; затем, наоборот, идет сброс более теплой, чем раньше, воды. Такие изменения прослеживаются на расстоянии 300—400 км вниз от плотины (Подлипский, Широков, 1970). При более существенном перерегулировании стока Средней Оби эти изменения в термике воды увеличатся, что приведет к сокращению безледного периода и повышению суровости ледовых условий на Средней Оби. Аналогичные изменения теплового режима произошли в начальном периоде эксплуатации Вилюйского водохранилища (Ноговицын и др., 1975).

Исследования последних лет на зарегулированных реках Сибири показали, что со времени создания на них крупных водохранилищ твердый сток существенно изменился на достаточно большом протяжении. Количественные изменения в твердом стоке рек различны, но схема его перераспределения имеет универсальный характер (Вострякова, Подлипский, Широков, 1973, 1975; Вострякова, Широков, 1975; Широков, 1975 а, б).

После длительной эксплуатации Новосибирского водохранилища на участке его переменного подпора задерживается в средний по водности год около 40% твердого стока, преобладает аккумуляция наносов. В водохранилище идет процесс заиления и занесения дна, около 50% твердого стока остается здесь, а 10—15% сбрасывается в нижний бьеф. В результате поступления осветленной обской воды от плотины до Колпашево отмечается дефицит в балансе наносов, а как следствие этого — донный размыв русла и постепенное насыщение воды взвешенными наносами. Твердый сток перераспределен в связи с созданием водохранилища 800-километровой протяженности, что составляет ~ 22% общей длины Оби (Бейром и др., 1973; Вострякова, Лысенко, Широков, 1975).

С созданием Тобольского водохранилища в нем почти полностью будет задерживаться твердый сток Иртыша, а в нижний бьеф будет сбрасываться осветленная вода. Восстановление нарушенного баланса твердого стока не произойдет до впадения Иртыша в Обь. Расчеты показали, что средний многолетний сток наносов уменьшится здесь по сравнению с обычным режимом в 3 раза.

В последующем возможно дополнительное регулирование стока в верхнем или среднем течении Оби. В этом случае преобразование твердого стока реки может оказаться более сложным. Система предполагаемых взаимосвязанных водохранилищ (Бийского и Новосибирского или Новосибирского и Колпашевского) может полностью перераспределить твердый сток Верхней Оби, кроме того, часть его будет изыматься при передаче этих зарегулированных вод по магистральным каналам в Иртыш.

При осуществлении всех намечаемых этапов переброски части сибирских вод в Среднюю Азию твердый сток Оби перераспределится почти на всем протяжении реки. При изъятии из бассейна Оби 50—75 км^3 воды в год эти изменения в твердом стоке станут необратимыми. На многих участках реки произойдет смена преобладающих русловых процессов, баланс наносов в ряде мест станет дефицитным.

Стабилизация русловых процессов в Оби из-за существенного нарушения твердого стока в результате переброски вод наступит очень не скоро (Широков, 1976). Следствием этого может быть обеднение органикой грунтов Карского взморья и прилегающих к Обской губе участков моря.

ИЗМЕНЕНИЯ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ СУШИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К КАНАЛАМ И ВОДОХРАНИЛИЩАМ

Географическая схема размещения магистральных каналов, предложенная «Союзводпроектом», хотя и предварительна, но уже сейчас позволяет судить о возможных изменениях природных условий в местах их прохождения.

Так как магистральные каналы будут иметь ширину 100—200, глубину 10—15 м, расход воды от 600 до 1000 м^3/с, а склоны и русла их не будут закреплены, то в них начнут активно развиваться русловые процессы, которые могут вызвать затруднения в период их эксплуатации. В прилегающих к каналам местностям не исключено образование подпора подземных вод, а в ряде мест и подтопление. При эксплуатации каналов возможно проявление современных геодинамических процессов — просадок, провалов и т. п. (Бейром, Широков, 1974).

Как показывает опыт, наиболее значительные изменения природных условий происходят в связи с созданием крупных водохранилищ (Широков, 1969, 1974; Вострякова и др., 1973; Кусковский и др., 1974). Ожидаемое ухудшение природных условий суши при создании Тобольского водохранилища с повышенными отметками нормального подпорного

уровня подробно рассмотрено в работе Г. В. Бачурина и др. (1975). В настоящее время специалисты «Союзводпроекта» предлагают создать Тобольское водохранилище с более низкими отметками уровня воды, что позволит избежать резкого ухудшения окружающей природы, а неизбежные переработка берегов и заненсения ложа, подпор подземных вод, подтопление прибрежной суши, микроклиматические изменения на прилегающих территориях и другие явления будут иметь локальное значение. В будущем необходимо произвести более подробную прогнозную оценку предполагаемых изменений на побережье водохранилища, показать характер их развития и рассчитать масштаб проявления во времени при изменении отметок ПНУ.

В заключение попытаемся сформулировать наиболее существенные задачи в разработке основ комплексной оценки изменения природной среды при переброске стока сибирских рек и методики прогноза таких явлений:

— подготовка научных рекомендаций по использованию различных видов природных ресурсов в условиях преобразованного режима сибирских рек и по их охране;

— разработка методики и экономико-географического обоснования оптимальных вариантов переброски, обеспечивающих наибольшую эффективность намечаемых мероприятий по мелиорации не только засушливых, но и переувлажненных районов Сибири;

— разработка методов инженерно-геологических, гидрологических, гидрогеологических расчетов и прогнозов изменения суши вокруг создаваемых водохранилищ и каналов;

— прогноз ожидаемых изменений гидрологического режима рек при частичной переброске их стока на юг и выдача рекомендаций по устранению отрицательного влияния этих изменений на народное хозяйство Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

Аверьяиова А. Г. Проблемы территориального перераспределения стока в США.— «Гидротехн. строительство», 1974, № 12. с. 45—50.

Ахмедсафин У. М. Ресурсы подземных вод Казахстана, состояние и перспективы их использования.— «Водные ресурсы», 1973, № 6, с. 72—77.

Бачурин Г. В., Ильина И. С., Михайлов Ю. П., Петров И. И., Широков В. М. О влиянии переброски стока снбирских рек на природу таежных геосистем.— В кн.: Влияние перераспределения стока рек бассейна Оби на природу тайги Срединного региона. Иркутск, 1975, с. 14—38.

Бейром С. Г., Широков В. М. Влияние водохранилищ на природные условия горных районов юга Снбири.— В кн.: Охрана горных ландшафтов Сибири. Новосибирск, «Наука», 1973, с. 26—34.

Бейром С. Г., Широков В. М. Предполагаемые изменения гидрологических и гидрогеологических условий в земельном фонде Сибири при переброске стока рек в Среднюю Азию.— В кн.: Земельные ресурсы Снбири. Новосибирск, «Наука», 1974, с. 182—190.

Бейром С. Г., Вострякова Н. В., Широков В. М. Изменение природных условий Средней Оби после создания Новосибирской ГЭС. Новосибирск, «Наука», 1973. 148 с.

Бок И. И. Основные достижения научных учреждений отделения наук о Вселенной и о Земле к 50-летию СССР.— «Вестн. АН КазССР», 1973, № 1, с. 4—12.

Ботвинкин Н. Н. Проблема водных путей и орошение Арало-Каспийской низменности.— «Вестн. ирригации», 1924, № 5, с. 8—15.

Вендров С. Л. Задачи и пути улучшения режима увлажненности Западио-Сибирской равнины (в связи с разработкой проблемы переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию).— В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Новосибирск, «Наука», 1975, с. 22—34.

Вендров С. Л., Широков В. М. Проблемы водного благоустройства Западной Сибири.— В кн.: Природные ресурсы Сибири (исследования, преобразовання, охрана). Новосибирск, «Наука», 1976, с. 6—17.

Вознесенский А. Н., Гаигардт Г. Г., Герарди И. А. Перспективы использования водных ресурсов СССР.— В кн.: Генеральные доклады IV Всесоюзного гидрологического съезда. Л., Гидрометеоиздат, 1973, с. 34—52.

Воропаев Г. В. Задачи и организация научных исследований в связи с проблемой перераспределения водных ресурсов.— «Водные ресурсы», 1976, № 3, с. 3—12.

Вострякова Н. В., Широков В. М. Формирование твердого стока сибирских рек при их регулировании.— В кн.: Труды ЭСРГИГМИ. Вып. 17. М., Гидрометеоиздат, 1975, с. 98—106.

Вострякова Н. В., Лысенко В. В., Широков В. М. Преобразование твердого стока в среднем течении р. Оби.— В кн.: Труды Сиб. НИИЭ. Вып. 27. М., «Энергия», 1975, с. 3—20.

Вострякова Н. В., Подлипский Ю. И., Широков В. М. Изменение твердого стока сибирских рек в связи с возникновением крупных водохранилищ.— В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерах и водохранилищах. Сб. № 1. Лиственичное-на-Байкале. 1973, с. 55—57.

Вострякова Н. В., Подлипский Ю. И., Широков В. М. Изменение твердого стока рек под влиянием крупных гидротехнических сооружений.— В кн.: Материалы Всесоюзной научной конференции ресурсов бассейна Волги. Вып. 1. Пермь, 1975, с. 180—181.

Гангардт Г. Г. К вопросу переброски части неиспользуемого стока северных и сибирских рек в районы, испытывающие дефицит водных ресурсов.— «Гидротехн. строительство», 1971, № 8, с. 5—12.

Герарди И. А. Особенности природных и мелиоративных условий зоны недостаточного увлажнения и проблемы перераспределения стока речных бассейнов по территории СССР.— В кн.: Материалы к Всесоюзному совещанию по мелиорации почв. М., 1969.

Герарди И. А. Проблема использования вод Обского бассейна для обводнения Казахстана и Средней Азии в комплексе с осушением Западно-Сибирской низменности.— В кн.: Комплексное освоение водных ресурсов Обского бассейна. Новосибирск, «Наука», 1970, с. 24—29.

Герарди И. А. Воду сибирских рек — засушливым землям юга.— «Гидротехника и мелиорация», 1972, № 12, с. 13—23.

Герарди И. А. Природно-хозяйственные основы переброски части стока сибирских рек в республики Средней Азии и в маловодные области Казахской ССР.— В кн.: Мелиорация почв Средней Азии, Казахстана и Западной Сибири в связи с переброской части стока сибирских рек в южные районы страны. Пущино-на-Оке, 1973, с. 5—13.

Давыдов М. М. Перспективы комплексного использования стока сибирских рек. М., «Знание», 1957. 48 с.

Демченко Н. О наводнении Арало-Каспийской низменности. Изд. 1-е. Киев, 1871. 134 с.

Демченко Н. О наводнении Арало-Каспийской низменности. Изд. 2-е. Киев, 1900. 140 с.

Джонстон У. Р. Проблема дренажа и предполагаемое решение для крупного массива орошения в долине Сан-Хоакин. Калифорния.— В кн.: Труды VII Конгресса по ирригации и дренажу. М., изд. ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1971, с. 152—167.

Дроздов О. А. Закономерности влагооборота в атмосфере и возможности долгосрочного предсказания его изменения.— «Водные ресурсы», 1972, № 1, с. 32—41.

Есенов Ш. Е., Мухамеджанов С. М., Шлыгин Е. Д. Проект подземной «реки» Казахстана.— «Природа», 1973, № 8, с. 58—64.

Кошелев А. П. К истории вопросов переброски стока рек в России.— В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Новосибирск, «Наука», 1975, с. 16—21.

Кусковский В. С. Гидрогеологические условия и развитие берегов при создании водохранилища на Катуни.— В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Новосибирск, «Наука», 1975, с. 176—187.

Кусковский В. С., Подлипский Ю. И., Савкин В. М., Широков В. М. Формирование берегов Красноярского водохранилища. Новосибирск, «Наука», 1974. 234 с.

Малик Л. К. Нужно ли перебрасывать воды западно-сибирских рек на юг? — «Природа», 1973, № 6, с. 21—29.

Мезенцев В. С., Широков В. М. О перспективах изучения и использования водных ресурсов и вероятностных изменениях природных условий Сибири.— В кн.: На встрече географов азиатской России. Иркутск, 1970, с. 30—42.

Моиастырев В. А. Проект Сибиро-Казахстанско-Манычского водооросительного пути.— «Природное хозяйство Казахстана», 1927, № 5, с. 10—23.

Нейштадт М. И. Мировой природный феномен — заболоченность Западной Сибири.— «Изв. АН СССР. Серия геогр.», 1971, № 1, с. 21—34.

Ноговицын Д. Д., Подлипский Ю. И., Широков В. М. Изменение температурного режима и перераспределение теплового стока Вилюя после создания Вилюйской ГЭС.— В кн.: Докл. Всесоюзного научно-технического совещания «Проблемы энергетики Крайнего Севера». Ч. III. Якутск, 1975, с. 89—102.

Подлипский Ю. И., Широков В. М. Изменение температурного режима воды в нижнем бьефе крупных ГЭС Сибири.— В кн.: Материалы межвузовской научной конференции по вопросам изучения влияния водохранилищ на природу и хозяйство окружающих территорий. Калинин, 1970, с. 115—118.

Сакс В. Н., Широков В. М., Яншин А. Л. Задачи научных исследований в Сибири при разработке вопросов переброски части стока рек в Среднюю Азию.— В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Новосибирск, «Наука», 1975, с. 5—15.

Цинзерлинг В. В. Внутренний водооборот на Енисейской равнине СССР и его водохозяйственное значение. (Доклад ЦИПа, вып. VII). М., 1948. 38 с.

Черненко И. М. Переброска части стока сибирских рек на юг и оптимальные условия сохранения Арала.— «Проблемы освоения пустыни», 1972, № 6, с. 29—31.

Широков В. М. Особенности развития природных условий при создании крупных водохранилищ в Сибири.— В кн.: Комплексное использование водных ресурсов Сибири и Дальнего Востока и их охрана. Омск, 1969, с. 118—123.

Широков В. М. Формирование берегов и ложа крупных водохранилищ Сибири. Новосибирск, «Наука», 1974. 172 с.

Широков В. М. К вопросу оценки влияния хозяйственных мероприятий на изменения природных условий в Западной Сибири при переброске части стока рек на юг.— В кн.: Влияние межбассейнового перераспределения речного стока на природные условия европейской территории и Срединного региона СССР. М., 1975а, с. 26—27.

Широков В. М. Особенности изменения твердого стока рек в крупных гидротехнических каскадах.— В кн.: Материалы Всесоюзной научной конференции по проблеме комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна. Вып. 1. Пермь, 1975б, с. 179—180.

Широков В. М. Перераспределение твердого стока Оби после переброски части ее вод в Среднюю Азию.— В кн.: Оценка возможных изменений режима низовьев и устьев рек Арктической зоны Западной Сибири под влиянием водохозяйственных мероприятий. Л., 1976, с. 54—56.

В. А. Николаев, Д. В. Пучкова

ПУТИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ В РЕШЕНИИ ОБЬ-КАСПИЙСКОЙ ПРОБЛЕМЫ

В последние годы во всех странах мира широко обсуждается важнейшая проблема количественного соотношения населения и продовольственных ресурсов. Установлено, что продовольственный потенциал Земли позволяет увеличить численность населения земного шара до 35 млрд. чел. В настоящее время численность населения всех континентов в 10 раз меньше этой цифры.

Теоретические расчеты проведены исходя из условия максимального использования солнечной радиации, которая поступает на земную поверхность. Для положительного решения поставленной задачи необходимо большое количество пресной воды для орошения, так как при максимальном использовании солнечной радиации клетки основной ткани листьев испаряют значительное количество водяного пара в окружающую атмосферу. За вегетационный период с 1 га пшеницы испаряется около 2 млн. кг воды, с 1 га кукурузы 3,2 млн., а с 1 га капусты — до 8 млн. кг воды. Поэтому перед правительствами всех стран возникла новая глобальная проблема разумного перераспределения речного стока. Канада, США, Мексика, Индия и другие государства разрабатывают сейчас различные проекты переброски речных вод из северных в засушливые районы южных территорий.

Проектная проработка подобных общегосударственных и межгосударственных мелиоративных систем уже давно проводится и в нашей стране. В значительных масштабах она стала осуществляться после важнейших решений XXV съезда КПСС. В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» предусматриваются большие тематические работы по проблеме переброски части стока сибирских рек в районы Казахстана и Средней Азии.

За длительный срок проработки Обь-Арало-Каспийской проблемы предложено несколько проектов ее практической реализации, которые можно объединить в три группы. Первая группа проектов предусматривает создание Южсибреки. Она должна изъять часть речных вод Алтае-Саянской горной области и по искусственным каналам самотеком

направить их через Тургай в районы Казахстана и Средней Азии. Вторая группа выдвигает идею строительства высоких или низких плотин в долинах Оби и Иртыша с самотечным или механическим подъемом воды до максимальных абсолютных отметок Тургайского водораздела. В самое последнее время выдвинуты принципиально новые проекты переброски части стока сибирских рек через Урал в бассейны Печоры, Камы, Волги и далее по каналам в р. Урал и в Среднюю Азию. Их осуществление базируется на заборе воды из Оби у г. Салехарда.

Не так давно вынесено решение о том, что за основу разработки единой системы перераспределения речного стока Западной Сибири следует принять проект антиреки. При его реализации предусмотрен набор воды из Оби ниже устья Иртыша у г. Белогорье. Между с. Белогорье и г. Тобольском на р. Иртыше должен быть возведен ряд низконапорных плотин нового типа с целью образования каскада водохранилищ. Затем мощными насосами обская вода будет перекачиваться из одного водохранилища в другое до района г. Тобольска. От последнего пункта система насосных станций поднимет ее до максимальной отметки Тургайского водораздела, а от его гребня обская вода пойдет самотеком в засушливые районы Казахстана и Средней Азии.

По мнению авторов, основное достоинство последнего проекта состоит в том, что он сохранит потенциальные запасы водных ресурсов бассейнов верхнего и среднего течения Оби и Иртыша для орошения южных равнин Западной Сибири. Таким образом, проект антиреки сведет перераспределение речного стока Западной Сибири только к решению одной задачи — обводнению южных районов Срединного региона нашей страны. Задачу орошения главнейших сельскохозяйственных областей Ишимской степи, Барабы и Кулунды и проблему осушения центральной части Западно-Сибирской равнины он выведет из единого общегосударственного плана и фактически возложит ее решение на областные мелиоративные организации, которые не могут выполнить проработку больших межрегиональных проектов.

Проект антиреки при его реализации, несомненно, приведет к затоплению и заболачиванию больших территорий Нижнего Прииртышья, к ухудшению условий судоходства, к нарушению естественных условий для воспроизводства рыбы и многим другим нежелательным изменениям природных условий центральной зоны Обского бассейна. Поэтому следует настойчиво продолжать поиски более рациональных решений в проектной переработке Обь-Каспийской проблемы. Одобрен должен быть только тот проект, который одновременно может обеспечить эффективное использование природных ресурсов Средней Азии, Казахстана и Западной Сибири на основе взаимной выгоды.

В целях положительного решения поставленной задачи необходимо в первую очередь правильно выбрать тот основной район, который способен без всякого ущерба для себя обеспечить требуемый забор обской воды для орошения сельскохозяйственных областей Казахстана и Средней Азии.

После анализа больших исходных материалов мы сосредоточили свое внимание на огромной территории Обь-Иртышского междуречья. По всем гипсометрическим, геоморфологическим, геологическим, гидрогеологическим, гидрологическим и многих другим данным она может сыграть важную роль в решении ряда аспектов Обь-Каспийской проблемы.

Вся территория Обь-Иртышского междуречья может быть разделена на три части: южную, центральную и северную. Все районы южной части, лежащие к югу от бассейна р. Васюгана, характеризуются развитием широкой сети древних ложбин стока, пересекающих весь Обь-Иртышский водораздел от Иртыша до Оби. Некоторые из них хорошо прослеживаются как в пределах Обь-Енисейского между-

речья, так и в районах Северного Казахстана. Поэтому ложбины древнего стока и их озерные системы должны быть максимально использованы в качестве естественных каналов для переброски енисейских и обских вод в Иртыш с целью обводнения южных равнин Западной Сибири.

К ложбинам древнего стока в пределах южной части Обь-Иртышского междуречья закономерно приурочены современные речные и озерные системы (реки Алей, Барнаулка, Касмала, Кулунда, Бурла, Карасук, Баган и др.), долины которых отчетливо прослеживаются как в области развития более возвышенных и более расчлененных предгорных равнин, так и в районах распространения аллювиальных равнин. Во многих случаях они продолжаются и на территории приказахстанской денудационной равнины (Северо-Казахстанская область, южная часть Омской, некоторые районы Павлодарской области). К большому сожалению, в этих районах ложбины древнего стока часто не имеют четко выраженных морфологических границ и лишь угадываются по цепочке реликтовых озерных котловин. Их общая конфигурация отражает пространственное очертание древних ложбин стока.

Центральная часть Обь-Иртышского междуречья включает бассейны Васюгана, Туя, Шиша, Уя и Тары. Она относится к территории развития денудационных равнин, в строении которых принимают участие неогеновые и палеогеновые континентальные отложения. На всей площади центральной части Обь-Иртышского междуречья абсолютные отметки рельефа колеблются в пределах 100—150 м.

В состав северной части Обь-Иртышского водораздела входят бассейны Туртаса, Демьянки, Салыма и Югана. Все они приурочены к районам широкого распространения аллювиальных террасовых равнин прарек. Их абсолютная высота обычно не превышает 70—80 м. Необходимо отметить, что в районах верхнего течения р. Демьянка прорезает поверхность Васюганской денудационной равнины.

Почти на всех геоморфологических картах отражены устаревшие представления о том, что на территории северной части Обь-Иртышского междуречья широко развит холмистый моренный рельеф. Действительно, граница распространения ледникового покрова максимального самаровского оледенения проходила значительно южнее широты г. Ханты-Мансийска, и его моренные отложения обнажены в естественных разрезах Иртыша, но характерные формы ледникового рельефа в интересующей нас части Обь-Иртышского междуречья отсутствуют. Они были уничтожены здесь в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности палеорек, последовательное развитие которых проходило после эпохи максимального оледенения. Кстати, несколько слов по поводу реставрации давно устаревших представлений о том, что весьма обширная территория Обь-Иртышского междуречья служила ареной аккумуляции значительной толщи озерных осадков подпрудного озераморя: по последним данным, сводный разрез четвертичных отложений ее северной части отражает не господство озерных фаций, а закономерную ритмическую смену аллювиальных свит древних прарек.

Обращаясь к краткой характеристике строения современных долин Средней Оби и Нижнего Иртыша, заметим, что они носят следы весьма длительных этапов унаследованного развития кайнозойских и антропогеновых долин Западно-Сибирской равнины. Это явление ярко отражено в беспредельных границах долин Оби и Иртыша, в большой обводненности их древних и современных аллювиальных образований и в аномальной ширине поймы. В пределах бассейна нижнего течения р. Конды и в приустьевых участках крупнейших притоков Средней Оби ее ширина достигает 100 км.

В результате сложных процессов зарождения, развития и отмирания унаследованных прарек в строении аллювиальных отложений совре-

менных и древних долин Средней Оби и Нижнего Иртыша можно наблюдать многочисленные размывы пойменно-старичных фаций и резкое увеличение мощности разновозрастного руслового аллювия. В итоге все это приводит к формированию мощных водоносных горизонтов, которые залегают ниже литологических комплексов надпойменных террас и поймы и обладают большими запасами напорных подземных вод. Не менее обильны в долинах палеорек Средней Оби и Нижнего Иртыша и водоносные горизонты нижележащих палеогеновых отложений, и в первую очередь аллювиальных осадков атлымской свиты среднего олигоцена.

Заканчивая предельно краткую характеристику гидрогеологических условий Обь-Иртышского междуречья, следует сказать, что в районах его южной части основные водоносные горизонты приурочены к четвертичным отложениям Кулундинской впадины, к атлымскому водоносному комплексу и к высоконапорным водоносным горизонтам меловых отложений. В районах Кулундинской степи и Павлодар-Омского Прииртышья меловые подземные воды фонтанируют до высоты 24 м выше устья буровых скважин. Следует также отметить, что уровень подземных вод четвертичных отложений Кулундинской степи устанавливается на 2—8 м от поверхности земли. Поэтому при орошении ее сельскохозяйственных районов обской водой необходимо одновременно в больших масштабах использовать также подземные воды четвертичных отложений, чтобы избежать зарождения процессов вторичного засоления почв в районах, характеризующихся более сложной геологической обстановкой.

Итак, геолого-геоморфологическое строение, гидрогеологические условия и географические особенности Обь-Иртышского междуречья позволяют ставить вопрос о комплексном использовании водных ресурсов этого региона для обводнения засушливых районов Западной Сибири, Казахстана и Средней Азии с одновременным осушением его сильно переувлажненной территории. Помимо водных ресурсов Средней Оби и водоносных комплексов меловых, третичных и четвертичных отложений, следует широко использовать также огромные запасы поверхностных вод, заключенных в толще верховых и низовых торфяников грандиозной системы Васюганских болот в пределах наиболее рационального улучшения природной среды южно- и среднетаежной лесоболотных зон Западно-Сибирской равнины. Для решения поставленной задачи нет необходимости строить водозабор на р. Оби у г. Белогорье, возводить каскадные водохранилища между городами Ханты-Мансийском и Тобольском, не надо тратить большое количество электроэнергии для перекачки 60 млрд. м^3 воды на высоту 20 м с тем, чтобы в дальнейшем поднять ее еще раз на высоту 70—80 м до гребня Тургайского водораздела.

Согласно имеющимся гипсометрическим данным, отметки уровня воды Оби у устья Васюгана достигают 46 м, а Иртыша у г. Тобольска — 35 м. Таким образом, есть возможность организовать забор обской воды из районов не нижнего, а среднего течения Оби и не посредством механического ее подъема, а путем строительства самотечного канала до г. Тобольска с забором из Оби, Васюгана, Ильяка, Ларьегана, Кульегана, Югана, Салыма, Демьянки и Туртаса. Идея подобного решения не нова, во многих старых проектах в той или иной форме она неоднократно высказывалась. К сожалению, в прошлые годы возможности комплексного использования водных ресурсов Обь-Иртышского междуречья в решении Обь-Каспийской проблемы не могли быть всесторонне обоснованы по причине очень слабой изученности его важнейших природных факторов. Мы говорим сейчас лишь об общем направлении в решении поставленной задачи, прекрасно понимая, что при внимательном и взаимосвязанном анализе

всех исходных геолого-геоморфологических, гидрогеологических, гидрологических и климатических данных на базе предложенного варианта может быть разработано много проектов забора воды из бассейнов Средней Оби. Окончательный вывод можно будет сделать лишь после необходимых экономических расчетов.

Комплексное использование водных ресурсов Обь-Иртышского междуречья путем устройства водозабора в районах среднего течения Оби окажет благотворное влияние на природные условия не только самых ценных южно- и среднетаежной лесоболотных зон центральной части Западно-Сибирской равнины, но и самой долины Средней Оби, так как уменьшит пагубное воздействие долговременных весенних разливов. С целью осушения наиболее продуктивной южнотаежной части Тобольского Прииртышья от г. Тобольска до г. Усть-Ишим следует предусмотреть проектирование особой мелиоративной системы. Нельзя забывать и о том, что прогрессирующее заболачивание центральной части Западно-Сибирской равнины приводит к резкому сокращению ее прекрасных таежных лесов.

В заключение следует сказать, что Казахстану и Средней Азии необходима не только вода сибирских рек, но и органические удобрения (торф, сапропель), которыми так богаты центральные и северные районы Обь-Иртышского междуречья. Их широкая эксплуатация (с транспортировкой по развернутой системе трубопроводов) приведет к повышению урожайности основных сельскохозяйственных районов Западной Сибири, Казахстана и Средней Азии и будет способствовать улучшению природных условий самой Западно-Сибирской равнины.

На территории Обь-Иртышского междуречья в бассейне р. Бакчар находится крупнейшее месторождение Колпашевского железорудного бассейна. Проблеме освоения Бакчарского месторождения в ближайшие годы будет уделено особое внимание, его будущие карьеры могут дать большое количество воды для орошения южных районов Барабинской степи и для пополнения водных ресурсов Иртыша через современные долины и древние ложбины стока.

Надеемся, что приведенные соображения о комплексном использовании водных ресурсов Обь-Иртышского междуречья будут полезны в дальнейшей работе по обоснованию наиболее экономичных проектов переброски части стока сибирских рек при обязательном условии взаимной выгоды в эффективном освоении природных ресурсов Срединного региона нашей страны.

И. П. Дружинин

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОБЛЕМЕ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СТРАНЫ

По охвату различных отраслей материального производства, территорий, количества населения, природных систем и условий, по размерам капиталовложений водное хозяйство страны относится к числу наиболее сложных и важных комплексных народнохозяйственных эколого-экономических систем, развитие которых должно строго обосновываться современными методами системного анализа.

Наивысший социально-экономический эффект от создания и эксплуатации водохозяйственных систем может быть достигнут лишь путем рациональной организации всех составляющих водного хозяйства на основе оптимальной стратегии его развития в перспективе от 5

до 30 лет. Научная разработка такой стратегии представляет собой чрезвычайно сложную задачу, которая должна решаться в несколько этапов с привлечением различных средств и методов.

На первом этапе представляется целесообразной оптимизация развития водного хозяйства на основе комплекса иерархически взаимоувязанных математических моделей водохозяйственной системы страны в целом и ее составляющих. Создание такого комплекса возможно лишь при участии многих специализированных научно-исследовательских, проектных и плановых организаций в течение длительного времени.

Начиная с 1974 г. в Сибирском энергетическом институте СО АН СССР (совместно с Всесоюзным объединением «Союзводпроект» Минводхоза СССР и СОПСом Госплана СССР) разрабатываются математические модели оптимизации развития водного хозяйства страны в целом (верхний иерархический уровень). К настоящему времени уже накоплен опыт, вполне достаточный для получения существенных практических результатов (Дружинин и др., 1975; 1976; Агарков и др., 1977).

Ниже дается краткая характеристика проблемы и целесообразных направлений первоочередных исследований.

Критерий оптимизации. Долгосрочное развитие водного хозяйства, как и любой другой системы народного хозяйства, может быть признано оптимальным лишь при наименьших совокупных затратах на получение заданного объема продукции конкретной системы при выполнении всех ограничительных условий ее развития. В данном случае это будет означать рациональное обеспечение потребностей в воде всех отраслей народного хозяйства с минимумом суммарных затрат и в пределах допустимого расхода материальных ресурсов.

В качестве критериев оптимизации могут быть приняты: а) минимум приведенных затрат по стране в целом как в условиях статики, так и с учетом развития каждого водохозяйственного объекта (или их группы) во времени; б) максимум государственного дохода — при учете импорта и экспорта некоторых видов продукции; в) минимум капитальных вложений; г) минимум расхода воды на производственные цели.

Возможно, что для сложного водохозяйственного комплекса СССР потребуется разработка других критериев или их системы, особенно если учитывать его влияние на экологию.

На первом этапе в качестве основного принимается критерий минимума приведенных затрат.

Основные особенности задачи. При разработке стратегии развития водного хозяйства страны и его оптимизации следует учитывать следующие особенности:

1. Динамичность, так как потребности страны (региона, экономического района и т. д.) во всех видах водоемкой продукции меняются во времени в связи с ростом населения, изменением норм потребления, колебаниями производства одноименной продукции на неводоемкой технологии и др. Меняются во времени также производительность предприятий, систем и установок, урожайность сельскохозяйственных культур и естественных угодий, нормы водопотребления, водные, земельные и трудовые ресурсы и т. д. На первом этапе для страны в целом динамика учитывается упрощенно — путем перехода от статической модели первого временного уровня ко второму, затем к третьему и т. д. или вариантом условно-динамической модели (с шагом через несколько лет) без учета обратных связей.

2. Нелинейность, так как многие зависимости (например, удельные капиталовложения — от размера предприятий и систем, производительность — от нормы водопотребления и др.), определяющие экономичность решения в целом, в значительной степени нелинейны. При оп-

тимизации развития водного хозяйства в масштабах страны на первых этапах используются линейные модели с приближенной линеаризацией нелинейных зависимостей.

3. Дискретность, так как многие составляющие водохозяйственных систем и водопотребителей могут быть введены в эксплуатацию лишь целиком на полную мощность (каналы, водохранилища, насосные станции, технологические установки, массивы орошения, очистные сооружения и др.) или поочередно. В общесоюзном масштабе дискретность учитывается приближенно и только по основным элементам (магистральные каналы по переброске стока, крупные водохранилища и т. д.).

4. Стохастичность (колебания водности рек, естественного увлажнения и урожайности сельскохозяйственных культур, естественных угодий, рыбы) и неопределенность (научно-технический прогресс, технико-экономические показатели, экспорт и импорт продукции и др.) многих составляющих и элементов. На первом этапе стохастичность и неопределенность учитываются лишь частично: рассматриваются средние, урожайные и неурожайные годы, годы высокой, средней и малой водности на реках, различные варианты потребностей в продукции, технико-экономических показателей, объемов экспорта и импорта и т. д.

5. Комплексность, так как охватывается очень широкий круг отраслей народного хозяйства (сельское, рыбное, лесное и коммунальное, промышленность, транспорт, системы оздоровления и отдыха трудящихся) при постоянной необходимости сохранения и улучшения окружающей среды, что также должно учитываться при оптимизации. На первых этапах исследований основное внимание уделяется главной составляющей водного хозяйства — орошаемому земледелию, а потребности в воде всех остальных его отраслей удовлетворяются в соответствии с гипотезами их развития.

Для решения вопросов развития ирригации приходится (по меньшей мере, на первых этапах) включать в оптимизацию сельскохозяйственное производство на богарных и осушенных землях. Но при этом нельзя ограничиться только самим сельским хозяйством. Нужен учет так называемых внешних связей: производство органических и минеральных удобрений; выпуск машин для обработки почвы и для транспортных целей, осушения и орошения земель, для производства удобрений и др.; развитие машиностроения для заводов, производящих названные машины; развитие металлургии и топливного хозяйства для всего комплекса машин, технологических и вспомогательных процессов и т. д. На первом этапе (до завершения специальных исследований) внешние связи не учитываются.

6. Необходимость учета возможных последствий (экономических, социальных, особенно экологических) реализации каждого из рассматриваемых вариантов решений. На первых этапах требования охраны окружающей среды удовлетворяются путем ограничений забора воды из рек для хозяйственных целей, обязательного устройства очистных и дренажных сооружений и др.

7. Необходимость учета последствий научно-технического прогресса не только непосредственно в водном хозяйстве, но и во многих смежных отраслях. Например, одним из серьезных конкурентов хлопководства (по крайней мере для технических целей) уже в настоящее время выступает производство синтетических волокон. В обозримой перспективе возможно производство достаточно дешевых синтетических кормов и продуктов питания. Вероятно появление экономически эффективных способов опреснения минерализованных и морских вод и т. д. Названные факторы пока могут быть учтены лишь весьма приближенно, необходимо дальнейшее изучение этого комплекса вопросов.

8. Прогнозирование тенденций и конъюнктуры внешнего рынка как по водоемким, так и по некоторым другим видам продукции. Например,

вполне возможны долговременные поставки за границу нефти, леса или других видов сырья и продукции в обмен на синтетические волокна, хлопок, продукты питания и др. Эта проблема также требует дополнительного специального изучения.

9. Потребность выявления путей наиболее гибкого развития водного хозяйства, так как вместе со смежными отраслями оно образует довольно инертную систему, из-за чего практически невозможны быстрые изменения ранее принятых решений даже в случае значительного изменения условий.

10. Исключительно важной для водного хозяйства является надежность принимаемых решений, так как на него зачастую возлагается роль своеобразного стабилизатора колеблющегося производства аналогичных видов продукции на водоемкой технологии (например, сельское хозяйство на богарных и осушенных землях). В этой связи очень важно обоснование так называемых нормативов — степени неурожайности, водности рек и др. Эти параметры, непосредственно определяющие надежность, обусловливаются соответствующими резервами, динамический размер которых должен быть экономически обоснован с учетом всех детерминированных, стохастических и неопределенных факторов и рационально распределен между водным хозяйством, водопотребителями, производителями одноименной продукции на неводоемкой технологии и специализированными резервами (валютный фонд и др.). Необходимость серьезных дополнительных иследований в этом направлении не вызывает сомнений.

Иерархия задач и моделей в территориальном плане. В связи с широким охватом водохозяйственной системой различных отраслей народного хозяйства и огромных территорий для ее оптимизации необходим сложный комплекс иерархически взаимоувязывающихся задач и моделей.

В территориальном плане эта иерархия может быть представлена как некоторый набор из следующих составляющих: страны — члены СЭВ, отдельная страна, крупный регион или природнохозяйственная зона, экономический район, бассейн реки, водохозяйственный район, водохозяйственная система, отдельное хозяйство.

Вполне возможна отраслевая иерархия: совокупность отраслей — отдельные отрасли народного хозяйства (сельское хозяйство, промышленность, транспорт и др.). Через некоторое время, когда будут развернуты исследования по отраслям, видимо, окажется целесообразным выделение собственно водного хозяйства с агрегированным учетом связей с другими отраслями. Например, в настоящее время приходится детально учитывать сельское хозяйство на неполивных землях, в будущем же, возможно, удастся ограничиться лишь учетом производства сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях.

Необходима специальная иерархия и в решении экологических задач.

Вполне возможны системы моделей программно-целевого назначения (межрегиональное перераспределение водных ресурсов и др.).

К числу важнейших в настоящее время относится уровень развития отдельной страны, в частности СССР, так как только на его основе могут быть решены важнейшие вопросы развития водного хозяйства: рациональные пропорции производства ряда продуктов на водоемкой и неводоемкой технологии (например, земледелие на орошаемых землях и земледелие на осушенных и неполивных землях) по стране в целом и по экономическим районам, рациональное использование местных водных ресурсов, их регулирование и территориальное перераспределение, оценка экономической эффективности крупнейших природных комплексов (бассейны Каспийского, Азовского, Аральского морей, оз. Балхаш и др., бассейны северных рек европейской части СССР,

бассейн Оби и др.) и условий их сохранения и улучшения, экспортно-импортная политика, социально-экономические задачи и т. д. Именно поэтому в Сибирском институте энергетики СО АН СССР сосредоточены усилия на решении задач названного уровня.

Задачи и модели развития водного хозяйства во временно́м разрезе целесообразно разделить на следующие этапы: а) пятилетнее планирование, б) перспективное планирование и проектирование (5—15—20 лет), в) среднесрочное прогнозирование (15—30 лет), г) долгосрочное прогнозирование (40—50 лет).

Задачи первых трех этапов должны решаться практически параллельно (начиная с пятилетнего) и полностью взаимоувязываться на каждом цикле планирования с тем, чтобы обеспечить непрерывный характер этого процесса.

На этапе пятилетнего планирования обычно имеется достаточно достоверная информация по многим элементам, что оправдывает значительную детализацию решаемых задач и определяет целесообразность использования более точных математических моделей. Кроме того, здесь много жестких ограничений на развитие крупных объектов по срокам их проектирования и строительства (часто более 5 лет) и существующим заделам. Отсюда основная цель оптимизации развития водного хозяйства на этом этапе — обоснование потребностей народного хозяйства в водных ресурсах, выявление наиболее эффективных способов и направлений использования выделенных материальных ресурсов и капитальных вложений для удовлетворения хозяйства с учетом реальной обстановки, в том числе и хода природных процессов (увлажнения, урожайности, стока рек и др.) в предстоящем пятилетии в конкретных районах.

На этапе перспективного планирования и проектирования (5—15—20 лет) намечаются основные структурные сдвиги развития водного хозяйства и определяются размещение и производительность наиболее крупных объектов (трассы и объемы переброски стока, основные водохранилища, районы первоочередного развития орошения и осушения земель, создание резервов и др.), поскольку имеется достаточное время для их реализации. Решение более мелких вопросов на этом этапе нецелесообразно прежде всего из-за невысокой точности исходной информации. По этой же причине на данном этапе, видимо, предпочтительны приближенные или упрощенные математические модели.

На этапе среднесрочного прогнозирования (25—30 лет) весьма неопределенной становится информация об условиях развития водного хозяйства, главным здесь должно быть выявление тенденций развития и их вероятных количественных проявлений с целью обоснования главных направлений научно-технического прогресса, задач научных исследований, оценки материальных и трудовых ресурсов и денежных затрат, приближенного определения эффективности (с точки зрения будущего) основных мероприятий, намечаемых на этапе перспективного планирования и проектирования. Здесь, видимо, будет оправдано применение еще более приближенных математических моделей.

Этапы перспективного планирования и среднесрочного прогнозирования занимают ведущее место в исследованиях Сибирского института энергетики СО АН СССР.

При долгосрочном прогнозировании (40—50 лет) первостепенное значение приобретают вопросы качественных оценок возможных вариантов развития водного хозяйства и его влияния на окружающую среду. Для этих целей необходима разработка специализированных моделей.

Исходные данные. Основными исходными материалами для оптимизации водного хозяйства являются проработки проектных и научно-исследовательских институтов, дающие обобщенные технико-экономические и иные показатели объектов и мероприятий по производству

водоемких видов продукции, по потребностям и условиям использования вод основными потребителями с учетом местных особенностей, по обеспеченности водными ресурсами, по возможностям переброски стока из рек других районов, прогрессу технологии водоемких производств, экологическим условиям и ограничениям и пр.

Перечисленные и иные исходные данные могут быть разбиты на две группы:

а) относительно детерминированные: общий фонд земель, пригодных для орошения и осушения с разбивкой по классам плодородия и привязкой к местности; параметры существующих производств и транспортных коммуникаций — установленные мощности, пропускные способности, предельная производительность и др.; сложившаяся специализация хозяйств; засоленность и заболоченность земель и т. д.;

б) полностью или частично неопределенные и стохастические. В эту группу входят все характеристики перспективных потребностей народного хозяйства в водоемкой продукции, перспективные технико-экономические показатели, урожайность сельскохозяйственных культур и естественных угодий, производительность труда, условия естественного увлажнения и стока рек, запасы подземных вод, условия поддержания уровней внутренних водоемов и попусков речных вод в моря, возможные последствия каждого из рассматриваемых вариантов траекторий развития водного хозяйства, динамика взаимосвязей со смежными отраслями народного хозяйства и др.

В настоящее время нет принципиальных трудностей для получения достоверных материалов первой группы. Однако далеко не все они имеются в подготовленном виде. В ряде случаев еще не сделаны оценки плодородия почв и отсутствуют надежные данные о фонде земель, пригодных для орошения и осушения. В других случаях материалы оказываются не скорректированными в соответствии с изменившимися за годы эксплуатации предприятий условиями и т. д. В третьих — они просто не собраны, не обработаны и не обобщены. Поэтому нельзя не обратить внимание на необходимость серьезной работы по этой группе исходной информации.

Подготовка исходных данных второй группы требует значительно больших усилий. Практически все они являются материалами долгосрочного планирования. Сейчас подходящие данные имеются по многим показателям и характеристикам, но представляются они обычно в единственном (как правило, линейном) варианте, без оценки возможного диапазона колебаний и без распределения вероятностей появления отдельных значений. Кроме того, эти данные относятся обычно к отдельным временным уровням (1980, 1985, 1990 гг. и т. д.) предстоящей перспективы, что явно недостаточно для отображения динамики развития — одного из самых основных свойств современного водного хозяйства. Более того, в настоящее время еще только начинает отрабатываться схема подготовки таких материалов (с учетом требований математических моделей) в проектных институтах и плановых органах.

Первостепенное научное практическое значение имеет разработка соответствующих методов прогнозирования названных и иных характеристик на предстоящую перспективу, т. е. на ближайшие 5—15—20 лет. Эта задача не может быть решена без развития большого комплекса фундаментальных исследований.

В общем же задача подготовки исходной информации, очевидно, должна быть признана самой главной в проблеме оптимизации развития водного хозяйства.

Ограничительные условия. Все задачи оптимизации должны решаться в составе единого комплекса математических моделей, обеспечивающего получение согласованных результатов при выполнении следующих условий:

— обеспечение заданных потребностей страны и отдельных районов во всех видах водоемкой и неводоемкой продукции;

— непревышение известных объемов водных ресурсов по всем районам с учетом регулирования стока, добычи подземных вод, межрайонных, межрегиональных и, возможно, межгосударственных переброс стока;

— непревышение максимальных возможностей существующих сооружений, систем, транспортных коммуникаций;

— учет размещения и производительности существующих производств водоемкой и конкурирующей с ней продукции;

— ненарушение ограничений по природопользованию и охране окружающей среды;

— обеспечение рационального или допустимого режима поступления пресных вод во внутренние водоемы и моря;

— учет несовместимости отдельных групп водопотребителей и водопользователей по требованиям, предъявляемым к качеству сбрасываемых ими вод и др.

Ожидаемые результаты. При оптимизации развития водного хозяйства могут быть получены следующие основные результаты (по группам).

а. Пропорции, объемы производства водоемких продуктов, их размещение и т. д.: в первом приближении оцениваются пропорции выпуска каждого вида водоемкой продукции на водоемкой и неводоемкой * технологии (например, производство сельскохозяйственной продукции на орошаемых, осушенных и богарных землях) по стране в целом и рациональные объемы производства каждого вида водоемкой продукции по зонам, районам и т. д. ...определяются рациональные объемы использования местных и иных водных ресурсов по каждому району с учетом расхода воды для выпуска водоемких и иных видов продукции и на другие цели, ...оцениваются размеры использования земельных и других природных, трудовых, материальных, финансовых ресурсов по районам, ...устанавливаются рациональные объемы межрегиональных и иных переброс стока рек и перевозок продукции и др.

б. Оптимизация водоемких отраслей производства, на основе которой определяются: рациональные объемы выпуска каждого вида водоемкой продукции на действующих, реконструируемых и новых промышленных и сельскохозяйственных предприятиях (водопотребителях и водопользователях) по районам, целесообразный объем модернизации и реконструкции водопотребителей и водопользователей; целесообразность перевода части неводоемких производств на водоемкую (неполивные земли — на орошение и др.), а части водоемких производств на неводоемкую (оборотное водоснабжение и др.) технологию и т. д.,

в. Оптимизация использования водных ресурсов, которая позволяет установить: рациональные объемы использования каждого водотока для нужд всех районов, попусков воды в озера и моря, межрайонных и межрегиональных переброс стока и объемы используемых ресурсов подземных вод по районам; рациональный состав водохранилищ; объемы реконструкции действующих водохозяйственных сооружений (водозаборы, магистральные каналы, распределительная сеть и т. д.) и строительства новых.

г. Оптимизация последовательности развития всех составляющих водного хозяйства во времени с динамикой развития народного хозяйства как страны в целом, так и отдельных районов с учетом динамики природных процессов (естественное увлажнение, сток рек, урожайность

---

* На первых этапах исследований невозможно обойтись без широкого учета смежных отраслей. Но в дальнейшем, после изучения их реального влияния на водное хозяйство, очевидно, будет целесообразным существенно сузить задачу и упростить модели-

и др.). Большое значение будут иметь получаемые при оптимизации нормативы (замыкающие затраты на сельскохозяйственную продукцию, воду и др.) для массового проектирования.

В условиях стохастичности и неопределенности многих элементов водного хозяйства на основе предлагаемых моделей оптимизации может быть разработан целый ряд практически разноэкономических вариантов. Отбор из них наиболее перспективных для реализации должен осуществляться на основе специального анализа с применением дополнительных критериев и методов.

Примерный перечень тем научных исследований по проблеме может быть разделен на три части: разработка системы математических моделей, подготовка исходной информации, исследование основных закономерностей развития.

1. Система математических моделей

1.1. Разработка методических основ оптимизации развития водного хозяйства СССР и других стран с централизованной экономикой.

1.1.1. Основные подходы для выработки стратегии развития водного хозяйства.

1.1.2. Критерии оптимизации.

1.1.3. Приемы учета различных групп условий при оптимизации (экономические, стохастические, экологические и др.).

1.1.4. Приемы принятия решений в условиях недостаточной определенности исходной информации.

1.2. Основы комплекса математических моделей.

1.2.1. Иерархия математических моделей для оптимизации развития водного хозяйства страны и ее отдельных составляющих.

1.2.1.1. Разработка рациональной иерархии моделей в территориальном и временном разрезах.

1.2.1.2. Взаимная увязка моделей разных иерархических уровней.

1.2.1.3. Оценка требований моделей разного уровня к исходной информации.

1.2.2. Математические модели.

1.2.2.1. Математические модели для оптимизации развития водного хозяйства стран-членов СЭВ.

1.2.2.2. Математические модели (детерминированные, стохастические, статические, условно-динамические, динамические и др.) для оптимизации развития водного хозяйства страны в целом по различным временным разрезам (пятилетнее, долгосрочное планирование и проектирование на 5—15 лет, среднесрочное, 15—20 лет, прогнозирование).

1.2.2.3. Математические модели (детерминированные, стохастические и т. д.) для оптимизации развития водного хозяйства крупных регионов или природно-хозяйственных зон, экономических районов, речных бассейнов, водохозяйственных районов и систем по различным временным разрезам.

1.2.2.4. Экологические модели как составляющие общей модели оптимизации развития водного хозяйства страны или ее отдельных частей.

1.2.2.5. Системы математических моделей (статические, динамические, детерминированные, стохастические и т. д.) для оптимизации водного хозяйства страны.

2. Исходная информация

2.1. Методы планирования и прогнозирования (детерминированные, вероятностные, с различной заблаговременностью) по экономическим и иным районам:

— потребностей страны и районов в водоемких и иных видах продукции и других формах водного благоустройства;

— масштабов импорта и экспорта водоемких и иных видов продукции;

— технико-экономических показателей производства различных видов водоемкой продукции, аналогичной продукции на неводоемкой технологии, добычи и транспорта воды, транспорта продукции, перемещения трудовых ресурсов, экспорта и импорта различных видов продукции, компенсационных и иных мероприятий по предотвращению отрицательных влияний элементов водного хозяйства на окружающую среду, смежные отрасли народного хозяйства и др.;

— удельных норм водопотребления, потерь и водоотведения в промышленности, сельском, рыбном, коммунальном хозяйствах, на транспорте и т. д.;

— производительности труда при производстве водоемких и аналогичных видов продукции на неводоемкой технологии, на добыче и транспорте воды и продукции и др.;

— урожайности сельскохозяйственных культур на богарных, орошаемых и осушенных землях с учетом колебаний естественного увлажнения, термического режима и др.

— стока рек и запасов подземных вод;

— экологических условий и ограничений, связанных с использованием земельных и местных водных ресурсов, с развитием промышленности, территориальным перераспределением стока и т. д.;

— социальных, экономических, экологических и иных последствий рассматриваемых вариантов развития водного хозяйства страны и отдельных районов.

2.2. Прогноз названных показателей для страны в целом, по экономическим и иным районам на предстоящие 5—10—30 лет с учетом научно-технического прогресса.

2.3. Создание специализированного банка данных.

3. Исследование тенденций развития водного хозяйства страны и отдельных регионов с целью выработки оптимальной стратегии

3.1. Оценка влияния отдельных факторов на развитие водного хозяйства на различных уровнях иерархии при различных условиях задачи исходной информации.

3.2. Оценка динамических (во времени) пропорций основных составляющих водного хозяйства по территории (ирригация, транспорт, регулирование стока, его территориальное перераспределение и др.).

3.3. Выбор рациональной системы математических моделей с целью рекомендации ее для проектных организаций и плановых органов.

3.4. Выявление долговременных тенденций развития водного хозяйства страны и крупных регионов.

3.5. Установление количественных характеристик для учета названных тенденций при массовом проектировании водохозяйственных систем.

3.6. Разработка рекомендаций по развитию водного хозяйства страны и отдельных районов до 1990, 2000 и 2010 гг.

ЛИТЕРАТУРА

Агарков С. Г., Дружинин И. П., Коноваленко З. П., Кузнецов А. Н., Наумова Т. С., Ушакова В. В., Герарди И. А., Дорфман Н. Л., Коган Р. Н., Кокорев Е. П., Рыскулов Д. М. Оптимизация размещения водопотребляющих производств (на примере сельского хозяйства страны).— «Водные ресурсы», 1977, № 3, с. 5—17.

Дружинин И., Агарков С., Коноваленко З., Кузнецов А. Проблема оптимизации развития водного хозяйства страны.— «За науку в Сибири», № 30 (711), 24 июля 1975 г.

Дружинин И. П., Кузнецов А. Н., Кокорев Е. П., Рыскулов Д. М. Экономико-математическая модель для оптимизации размещения производства водоемкой продукции в стране.— В кн.: Вопросы проектирования технически современных мелиоративных систем. М., «Наука», 1976, с. 3—6.

Пряжинская В. Г., Рыскулов Д. М., Дружинин И. П. Математическая модель для выбора варианта водного хозяйства государства.— В кн.: Методы системного анализа в проблемах рационального использования водных ресурсов. М., «Наука», 1976, с. 52—69.

Г. А. Плиткин

ВОДНЫЙ И ТЕПЛОВОЙ БАЛАНСЫ ЗАМКНУТЫХ ПОНИЖЕНИЙ БАССЕЙНА Р. ИРТЫША И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОКА

Засушливые, но потенциально плодородные и пригодные для орошения степные и полупустынные равнинные районы бассейна Иртыша приобретают особый практический интерес в связи с переброской стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию.

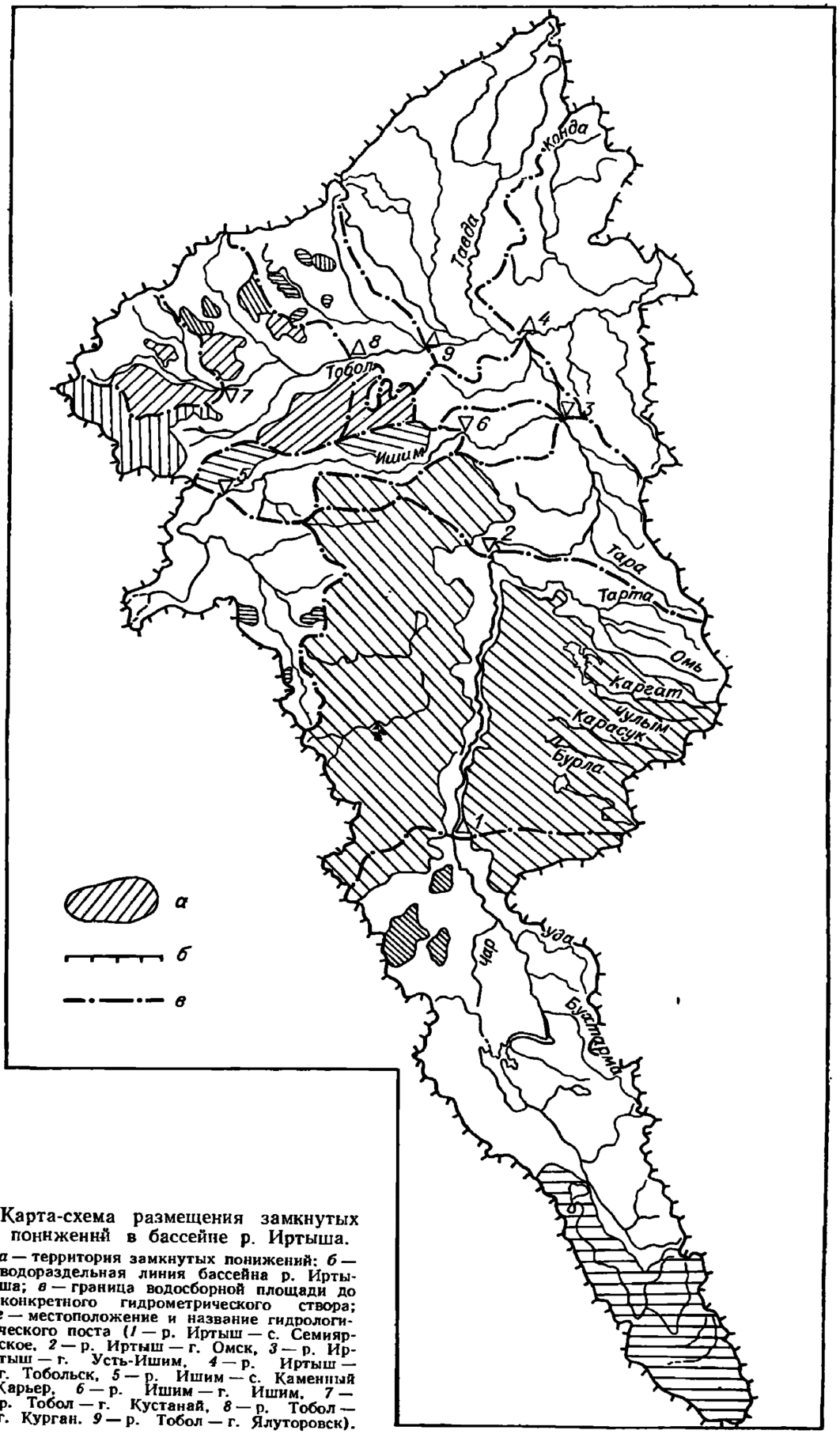
Преобладающую их часть составляют так называемые замкнутые понижения (бессточные площади), занимающие междуречья Оби и Иртыша, Иртыша и Ишима, Ишима и Тобола и др. (см. рисунок) и расположенные на путях предполагаемых переброс стока. Эти понижения отделены от смежных территорий поверхностным водоразделом и представляют собой ряд самостоятельных, разобщенных друг с другом водосборных бассейнов. Общая площадь замкнутых понижений в бассейне Иртыша составляет 606 тыс. км^2, из них 528 — в пределах СССР, а 78 — за рубежом (в КНР).

Распределяются эти понижения в бассейнах Иртыша, Ишима и Тобола следующим образом. В пределах СССР, на участке р. Иртыша от с. Семиярского до г. Усть-Ишима,— 79% площади. В правобережье Иртыша здесь протекают Кулунда, Бурла, Карасук, Чулым (Барабинский), Каргат и др., а в левобережье — Тундык, Шидерты, Селеты, Чаглинка и др. Эти и более мелкие реки, а также временные водотоки несут свои воды в многочисленные бессточные озера, во временно заполняемые вешней водой впадины или вообще теряются в песках. Наиболее крупны бессточные озера правобережья — Большие и Малые Чаны, Кулундинское, Убинское, Сартлан, Кучукское, Тандово, Большое Топольное, а левобережья — Селетытенгиз, Шаглытенгиз, Теке, Кызылкак, Жалаулы, Калибек, Кашикарей, Эбейты, Шурексор, Итеймен, Карасор и др.

В бассейне Тобола расположено около 18% площади замкнутых понижений бассейна Иртыша (в пределах СССР). Остальная их часть (около 3%) находится в левобережье Иртыша выше с. Семиярского между реками Чар и Тундык.

Располагаясь в разных природных зонах — лесостепной, степной и полупустынной, реки и временные водотоки замкнутых понижений, естественно, обладают вполне определенными зональными чертами гидрологического режима. В частности, для всех них характерно четко выраженное весеннее половодье, во время которого проходит преобладающая часть или даже весь годовой объем стока. Особенности гидрологического режима рек и временных водотоков этих территорий нами не рассматриваются, так как подробно освещены в работах П. С. Кузина (1960), Д. И. Абрамовича (1968), К. П. Воскресенского (1962), С. Г. Бейрома (1975), Г. А. Плиткина (1969, 1970) и др.

Данная работа посвящена исследованию количественных характеристик структуры водного и теплового балансов и обусловленных ими не-



Карта-схема размещения замкнутых понижений в бассейне р. Иртыша.

а — территория замкнутых понижений; *б* — водораздельная линия бассейна р. Иртыша; *в* — граница водосборной площади до конкретного гидрометрического створа; *г* — местоположение и название гидрологического поста (*1* — р. Иртыш — с. Семиярское, *2* — р. Иртыш — г. Омск, *3* — р. Иртыш — г. Усть-Ишим, *4* — р. Иртыш — г. Тобольск, *5* — р. Ишим — с. Каменный Карьер, *6* — р. Ишим — г. Ишим, *7* — р. Тобол — г. Кустанай, *8* — р. Тобол — г. Курган. *9* — р. Тобол — г. Ялуторовск).

которых климатических особенностей формирования поверхностного и подземного притоков в реки замкнутых понижений бассейнов Иртыша, Ишима и Тобола (по участкам).

С этой целью произведены расчеты средних по площади годовых норм элементов водного и теплового балансов и количественных показателей их структуры.

В целом для площади замкнутых понижений бассейна Иртыша, включая зарубежную их часть, характерен следующий водный баланс:

	мм (км³/год)		мм (км³/год)
Осадки	386 (234)	Поверхностный приток в реки	8,7 (5,25)
Снегозапасы	87 (53,0)	Подземный приток в реки	1,5 (0,92)
Общий речной сток	10,2 (6,17)	Суммарное испарение	376 (227,8)

Коэффициент общего речного стока составляет 0,026, т. е. лишь 2,6% выпадающих осадков формируют речной сток, а подавляющая их часть (97,4%) расходуется на испарение. В формировании поверхностного притока в реки участвует 2,2, а подземного — лишь 0,4% годовых осадков. Таким образом, с точки зрения условий формирования речного стока, в особенности подземной его составляющей, структура водного баланса этих территорий явно неблагоприятна. К аналогичному выводу можно прийти, если рассматривать структуру водного баланса замкнутых понижений по отдельным участкам бассейнов рек Иртыша, Ишима и Тобола. В частности, коэффициенты общего речного стока по участкам в бассейне Иртыша изменяются от 0,015 до 0,070 (значение 0,07 для зарубежной части Иртыша взято приближенно), в бассейне Ишима — от 0,020 до 0,046, а в бассейне Тобола — от 0,013 до 0,041. Коэффициенты подземного притока в реки по участкам бассейнов Иртыша, Ишима и Тобола меняются соответственно от 0 до 0,014 (величина 0,014 для зарубежной части также является приближенной), от 0 до величин менее 0,001 и от 0 до 0,008.

Тепловой баланс всей площади замкнутых понижений в бассейне Иртыша характеризуется следующими данными (ккал/см² · год): радиационный баланс 32,9; затраты тепла на испарение 22,6 и на снеготаяние 0,7; турбулентный теплообмен поверхности суши с атмосферой 9,6. Коэффициенты φ, ζ и ψ равны соответственно 0,69; 0,02 и 0,29. Эти данные показывают, что 71% тепловых ресурсов расходуется здесь на испарение и снеготаяние, а 29% — на нагревание атмосферы. Аналогичная картина наблюдается при рассмотрении коэффициентов φ, ζ и ψ для замкнутых понижений по отдельным участкам Иртыша (в пределах СССР, Ишима и Тобола. Например, величина ψ изменяется в бассейне Иртыша от 0,19 до 0,34, в бассейне Ишима — от 0,20 до 0,31 и в бассейне Тобола — от 0,06 до 0,38. Исключением является зарубежная часть замкнутых понижений бассейна Иртыша, для которой ψ составляет 0,68, т. е. на турбулентный теплообмен с атмосферой там расходуется преобладающая часть тепловых ресурсов.

Средний для всей территории замкнутых понижений в бассейне Иртыша (включая зарубежную их часть) индекс сухости климата, равный 1,85, свидетельствует о том, что для многолетних условий потенциальная возможность испарения при оптимальном увлажнении испаряющей поверхности суши (z_0) на 85% превышает величину выпадающих здесь атмосферных осадков (x). Особенно высоким значением индекса сухости (3,91) характеризуется (хотя и приближенно) зарубежная часть замкнутых понижений бассейна Иртыша. Для советской территории он равен в среднем 1,69, изменяясь по отдельным участкам Иртыша от 1,56 до 2,06, Ишима — от 1,62 до 1,96, Тобола — от 1,36 до 2,23.

Таким образом, тепловые ресурсы замкнутых понижений бассейна Иртыша значительно превосходят наличные ресурсы влаги, что обуслов-

ливает засушливость климата этих территорий и неблагоприятные условия формирования речного стока, особенно подземной его составляющей.

Природное несоответствие между ресурсами тепла и влаги этих территорий может быть несколько сглажено лишь путем искусственного привлечения воды из смежных речных бассейнов. Именно поэтому рассматриваемые районы занимают видное место в перспективных планах освоения земель под регулярное и лиманное орошение. В первую очередь это относится к Кулундинской степи, находящейся неподалеку от полноводной Оби. Значительные площади в пределах замкнутых понижений бассейна Иртыша предполагается оросить путем переброски части стока Оби в данный бассейн и далее—в Казахстан и Среднюю Азию. В качестве первого этапа таких перебросок может рассматриваться уже функционирующий несколько лет канал Иртыш — Караганда. Проходя по территории рассматриваемых замкнутых понижений, он уже орошает прилегающие к нему земли. При создании оптимальных условий увлажнения орошаемых сельскохозяйственных полей величина испарения (z) может достичь величины испаряемости (z_0). Различие между этими величинами на большей части рассматриваемых территорий значительное. В целом для всей площади замкнутых понижений величина z/z_0 составляет 0,58, т. е. испарение на 42% меньше испаряемости из-за недостатка влаги в почве в естественных условиях ее увлажнения. Для зарубежной части территории отношение z/z_0 равно 0,24, а для советской — 0,58. По участкам значение z/z_0 колеблется в бассейне Иртыша (в пределах СССР) от 0,47 до 0,62, в бассейне Ишима — от 0,49 до 0,59 и в бассейне Тобола — от 0,44 до 0,70. Зная различие между испарением и испаряемостью, а также площадь намечаемого орошения, можно приближенно рассчитать объем воды, дополнительно расходуемой на испарение при орошении. Он составляет, по нашим данным, 0,57 км^3/год для советской части замкнутых понижений в бассейне Иртыша. В качестве расчетных площадей регулярного орошения приняты те, которые могут быть освоены в пределах этих понижений при реализации мероприятий по переброске части стока р. Оби в Казахстан и Среднюю Азию (1660 км^2). Сравнивая эту величину со значениями объема речного стока (5,00 км^3/год), поверхностного (4,31 км^3/год) и подземного (0,69 км^3/год) притоков в реки советской части этих понижений, видим, что она составляет от последних соответственно 11,4; 13,2 и 82,6%. Таковы сравнительные размеры величин возможного изменения суммарного испарения, а следовательно, и стока в целом для данной территории в результате влияния лишь одного фактора хозяйственной деятельности — орошения. В действительности величины общего речного стока, поверхностного и подземного притоков в реки могут измениться лишь в пределах фактически преобразуемых или примыкающих к ним территорий. Приведенное сопоставление сделано лишь для более наглядного показа размеров возможных преобразований естественных водных ресурсов данной территории за счет использования перебрасываемой из Оби воды для целей регулярного орошения.

В заключение следует отметить, что приводимые в статье впервые данные о водном и тепловом балансах замкнутых понижений в бассейнах Иртыша, Ишима и Тобола (по участкам) позволили отметить характерные черты структуры этих балансов и некоторые климатические особенности формирования поверхностного и подземного притоков в реки рассматриваемой территории. Особый интерес эти данные представляют для практики в связи с переброской части стока Оби и Иртыша в Казахстан и Среднюю Азию и с намечаемым более полным хозяйственным использованием природных ресурсов засушливых районов (бессточных площадей) бассейна Иртыша.

ЛИТЕРАТУРА

Абрамович Д. И. О замкнутом стоке рек Кулундинской степи, его величине и возможном изменении.— В кн.: Региональные исследования водных ресурсов бассейна р. Оби. Новосибирск, «Наука», 1968, с. 58—67.

Бейром С. Г. Особенности подземных вод по географическим зонам Западной Сибири.— В кн.: География Сибири в условиях научно-технического прогресса. Новосибирск, «Наука», 1975, с. 5—18.

Воскресенский К. П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. Л., Гидрометеоиздат, 1962. 545 с.

Кузин П. С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР. Л., Гидрометеоиздат, 1960. 455 с.

Плиткин Г. А. Пространственные изменения элементов водного и теплового балансов Западно-Сибирской равнины.— В кн.: Труды ГГИ. Вып. 157. М., 1969, с. 34—65.

Плиткин Г. А. Поверхностный и подземный приток в реки Западно-Сибирской равнины.— В кн.: Труды ГГИ. Вып. 182. М., 1970, с. 128—137.

Л. К. Малик

ЗАДАЧИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ПЕРЕБРОСКИ ЧАСТИ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК НА ЮГ

Основная задача исследований, проводимых Институтом географии АН СССР по проблеме переброски стока, заключается в разработке научного прогноза изменений природных условий в районах изъятия, транспортирования и распределения стока. Назначение прогноза — использование его для оптимального решения задач перераспределения водных ресурсов: выбора оптимального варианта, установления допустимых объемов изъятия стока, возможной интенсификации водного хозяйства и предупреждения отрицательных воздействий переброс стока на окружающую среду.

Решение поставленной перед институтом задачи очень сложно как в методологическом отношении, так и в связи со сжатыми сроками, отведенными для организации и проведения научно-исследовательских работ. В конце 1978 г. необходимо дать первые ответственные выводы о географических последствиях переброс главным образом 1-й очереди, а в конце 1980 г. представить основные результаты проведенных исследований.

Однако ряд важных обстоятельств позволяет надеяться, что возложенные на институт обязательства будут выполнены. А именно: 1) конструктивное направление географических исследований последних лет, основные задачи которых сформулированы в начале 70-х годов (Герасимов, 1971); 2) накопленный опыт комплексных прогнозов, например, в связи с проектированием Нижне-Обской ГЭС (Вендров и др., 1966); многолетние исследования в институте в связи с разработкой научных основ преобразования природы крупных регионов, в частности Западной Сибири, итогом которых явилась коллективная монография (Научные предпосылки освоения болот..., 1977).

Точность прогноза последствий переброс, их влияния на природную среду зависит прежде всего от выработки правильных методических подходов.

Институту географии АН СССР предстоит выполнить комплексные географические исследования таких компонентов природы, как климат, воды, рельеф, почвы, с целью выяснения возможных изменений каждого из них и природных ландшафтов в целом. Предполагается также дать

отенку экологических и социально-экономических последствий этих изменений.

Одна из главных задач исследований — создание общей модели (схемы) преобразования природы всей территории, затрагиваемой переброской, и частных моделей для отдельных районов и природных компонентов. Такие модели должны не только выявить возможные изменения в природной среде по сравнению с уже сложившимся ее состоянием, но и дать представление о том, каким должно быть оптимальное состояние природы в рассматриваемых районах с позиций наиболее рационального освоения их природных ресурсов. В частности, гидрологи, наряду с решением многих других задач, должны дать для Западной Сибири такую схему преобразования водного режима рек, которая отвечала бы потребностям устранения или смягчения ряда его неблагоприятных черт, ослабляющих их дренирующую способность, и соответствовала бы целям расширения возможностей использования рек или приречных территорий в процессе освоения этого региона (Малик, 1976).

Кроме выработки правильных методических подходов успех выполнения задачи прогноза во многом будет зависеть также от того, насколько верно будут определены важнейшие направления исследований. А они различны в разных районах и зависят от природных особенностей, а также от той роли, которая принадлежит данному району в планах переброски стока. Например, Западная Сибирь является районом изъятия речного стока. И здесь главное — это прогноз, связанный не только с перспективой перераспределения водных ресурсов, но, в первую очередь, с задачами водохозяйственного благоустройства территории, ослабления процесса заболачивания путем проведения гидромелиоративных мероприятий, с преобразованием ее природы и с освоением заболоченных пространств. «Она (проблема осушения заболоченных пространств Западной Сибири.— *Авт.*) должна в настоящее время составлять часть крупной программы преобразования природы всего Срединного региона на основе межбассейновой переброски речных вод из Сибири в Среднюю Азию. При этом количество речной воды, которое может и должно быть переброшено из Западной Сибири в Среднюю Азию, должно определяться не только потребностями Казахстана и Средней Азии, но также и возможностями Западной Сибири, имея в виду ее собственные интересы в области водного хозяйства и экологические интересы улучшения окружающей среды» (Герасимов, 1975, с. 13—14).

С учетом всего сказанного выше формулировка темы по проблеме переброски стока для региона Западная Сибирь звучит в планах нашего института следующим образом: «Преобразование природы Западной Сибири в связи с объемом воды и освоением территории».

Для направленного изменения географической обстановки в Западной Сибири с целью максимального использования ее природных богатств необходимо, в первую очередь, изменение естественных условий увлажнения в зонах с избытком влаги. Это возможно путем преобразования прежде всего одного из важнейших компонентов географической среды — водных ресурсов посредством комплекса мероприятий, объединяемых термином «водные мелиорации». Цель этих мероприятий — упорядочение водного режима рек и изменение условий стока на водораздельных пространствах, занятых обширными болотными массивами и заболоченными лесами, т. е. коренное изменение естественных условий дренирования территории (включая водораздельные пространства) путем искусственного увеличения густоты речной сети (канализация междуречных пространств) и изменения с помощью гидротехники дренирующей способности существующей речной сети.

Отвод избыточных вод в искусственные, а затем естественные водоприемники является единственно возможным средством, могущим изменить современное состояние условий увлажнения Западно-Сибирской

равнины, создать оптимальное сочетание тепла и влаги и дать толчок к последующему направленному изменению развития природных процессов. Очевидно, что в комплекс мелиоративного благоустройства земель Западной Сибири должны входить мероприятия не только по сбросу, но и по задержанию стока, особенно в южных районах и на повышенных элементах рельефа, т. е. необходимо создание мелиоративных систем двустороннего действия. Конкретные районы осуществления мелиораций и их назначение являются предметом специального обсуждения. Однако многочисленными исследованиями установлено, что, например, основным видом мелиорации верховых болот лесной зоны Западно-Сибирской равнины должно быть лесоосушение. Лесомелиорация не только задерживает процесс агрессивного наступления болот, но и является мощным стимулом прироста древесины, улучшения ее качества, увеличения производительности древостоя и создания условий для возобновления и роста лесов. Большую ценность имеют в связи с этим работы лаборатории лесного болотоведения и мелиорации Института леса и древесины СО АН СССР, показавшие высокую эффективность осушительных и лесовосстановительных работ в Западной Сибири на примере болот Томской области.

Проблема мелиорации заболоченных районов требует осуществления глубоких разносторонних научных исследований по выявлению и прогнозу сложного взаимодействия различных компонентов природной среды и возможных неблагоприятных последствий мелиораций. В связи с этим необходимо также изучить возможности получения дополнительных источников водных ресурсов за счет высвобождения вековых запасов воды, сосредоточенных в болотах Западной Сибири, т. е. речь может уже пойти о высвобождении дополнительной воды для питания рек и возможной компенсации речного стока, частично забираемого на переброску. Специалисты Института географии АН СССР отчетливо представляют себе, что в ходе этой работы нужно тщательно проанализировать всю цепь взаимосвязанных, взаимообусловленных природных факторов для того, чтобы дать ответ на вопрос целесообразности проведения в Западной Сибири широкого фронта гидромелиоративных мероприятий. В частности, необходимы исследования теплобалансового комплекса на различных угодьях (лес — болото — осушенное болото — сельскохозяйственный посев) с целью изучения режима элементов радиационного и теплового балансов в условиях осушенной и неосушенной территории.

Для решения задач, связанных с прогнозированием воздействия переброс стока на природную среду и координации исследований в Институте географии АН СССР создана Комплексная экспедиция по проблеме переброски стока (КЭПС)*, к которой прикомандированы сотрудники из различных профилирующих отделов института. Однако, несмотря на это, не все участки работ обеспечены исполнителями, например, нет гидрогеологов, гидробиологов и многих других специалистов. По существу, возможности экспедиции весьма ограничены. Отсюда — острая необходимость в ознакомлении с результатами близких к нашей теме исследований таких организаций, как Институт водных проблем АН СССР, Государственный гидрологический институт, Государственный химический институт, Арктический и Антарктический НИИ, Гидрорыбпроект и др.

Официально в соответствии с координационным планом нашими соисполнителями являются 9 организаций, из них 4 занимаются вопросами прогноза природы для территории Западной Сибири: ЛГУ, геофак (физико-географические последствия осушительных мелиораций в райо-

---

* Кроме Западной Сибири, прогноз дается для южного склона Среднего региона — Казахстана и Средней Азии.

нах, затрагиваемых переброскими стока); МГУ, геофак (физико-географические последствия переброски части стока сибирских рек). Западная Сибирь охватывается также исследованиями «Союзгипролесхоза» (динамика состояния лесов в районах изъятия стока) и частично сектором прогнозов последствий антропогенных воздействий на природную среду Комифилиала АН СССР (географический прогноз преобразования комплексов природных условий при изъятии части стока из бассейнов Печоры и Нижней Оби). Что касается сибирских учреждений и, в частности, институтов СО АН СССР, то в прогнозе последствий переброски участвует вместе с нами лишь Институт географии Сибири и Дальнего Востока, его тема — прогноз структуры природно-территориальных комплексов Нижнего Иртыша под влиянием мероприятий по перераспределению речного стока. Как видим, Институт географии Сибири и Дальнего Востока ограничился лишь поймой Нижнего Иртыша, несомненно, важного и интересного участка работы, но, как нам думается, не исчерпывающего возможностей института. Это было отмечено в решении научно-координационного совещания, проводившегося Институтом географии АН СССР в конце июня 1977 г. в Москве и рекомендовавшего расширить круг исследований Института географии Сибири и Дальнего Востока по проблеме переброски стока в целом и, в частности, расширить район его работ до устья р. Оби *.

Мы пошли далее по линии налаживания контактов с сибирскими организациями, не включенными в координационный план, но в получении материалов от которых наш институт заинтересован. Так, у нас складывается творческое сотрудничество с географическим факультетом ТГУ, с Западно-Сибирским филиалом Института гидротехники и мелиорации, с СибрыбНИИпроектом. Мы очень заинтересованы в результатах работ Института леса и древесины СО АН СССР по возобновлению лесов в заболоченных районах Западно-Сибирской равнины, которые могут помочь нам сориентироваться в вопросах эффективности лесомелиоративных мероприятий в районах широкого распространения болот; в результатах работ Биологического института, лаборатории прикладной гидродинамики Института гидродинамики; институтов почвоведения и агрохимии, геологии и геофизики и других.

Научный комплексный прогноз изменения природных условий под влиянием перераспределения водных ресурсов не исключает альтернативных подходов к проблеме. Но альтернативные подходы должны состоять не в том, чтобы решать — быть или не быть сибирским переброскам стока. Этот вопрос сейчас достаточно ясен. Задача заключается в оптимизации проекта. И этой задаче должно служить изыскание дополнительных водных ресурсов, а также, например, изучение вопроса о возможности сохранения Арала в первозданном виде. Поэтому в Институте географии АН СССР изучаются возможности увеличения резервов местного стока рек Средней Азии путем создания в горных районах системы водохранилищ многолетнего регулирования стока. Расчеты показали, что создание системы водохранилищ ирригационного типа с полезной емкостью около 100 км^3 может способствовать увеличению в Средней Азии в маловодные годы доступных для использования водных ресурсов на 20—30 км^3 (Львович, 1977а). Далее, наряду с исследованиями по стабилизации уровня Аральского моря за счет развития орошения на базе перебрасываемого стока и увеличения стока в Арал сбросных и дренажных вод с орошаемых земель, а также за счет чистых сибирских вод, задача сохранения Арала решается и с позиций его возможной реконструкции. А именно, путем уменьшения его действующей активной части, т. е. отчленения его восточной мелководной области и тем самым

* Задачи и результаты научно-координационного совещания, организованного Институтом географии АН СССР по проблеме территориального перераспределения стока, освещены в соответствующей публикации (Коронкевич, 1977).

уменьшения его испаряющей поверхности и превращения Арала в проточный опресненный водоем.

В связи с ущербом рыбному хозяйству, который нанесет изъятие стока из Оби и Иртыша зимой, в период заморов, предполагается изучить вопрос о компенсационных мероприятиях. А именно, оценить регулирующую способность существующих водохранилищ на Оби, Иртыше и их притоках и проанализировать возможность расширения системы водохранилищ в верховьях Оби и Иртыша для компенсации уменьшающихся зимних расходов и предотвращения губительных для рыбного хозяйства заморных явлений.

При составлении комплексного прогноза влияния изъятия стока на природные условия Институт географии придерживается следующей позиции. Переброска стока — это наиболее сложный вид его регулирования, который в принципе необходимо рассматривать не только как дополнение к регулированию стока водохранилищами, но и как возможность альтернативного решения вопроса — изъятия части стока взамен наращивания регулирующих емкостей и увеличения площадей затопления и подтопления. Однако при решении вопроса о допустимости изъятия определенной части стока из рек Западной Сибири должны быть тщательно изучены и взвешены не только возможности реки, из которой изымается сток, но и возможности Обского бассейна в целом. Лишь при учете всех природных и экономических обстоятельств не только южного, но и северного склона Срединного региона можно дать окончательный ответ о целесообразности перераспределения водных ресурсов.

В разработке комплексного прогноза влияния переброс стока на природную среду большая роль принадлежит институтам СО АН СССР, ведомственным институтам и вузам Сибири, берущим на себя обязательства по обоснованию научными исследованиями целесообразности осуществления проекта перераспределения стока в Срединном регионе.

Осуществление грандиозных проектов, преобразующих природу, почти никогда не обходится совершенно без отрицательных последствий, без издержек. Нужно стремиться к тому, чтобы общегосударственный эффект от мероприятий по переброске стока был положительным, а издержки — минимальными.

ЛИТЕРАТУРА

Вендров С. Л., Герасимов И. П., Куницын Л. Ф., Нейштадт М. И. Влагооборот на равнинах Западной Сибири, его роль в формировании природы и пути преобразования.— «Изв. АН СССР. Серия геогр.», 1966, № 5, с. 3—17.

Герасимов И. П. Человек и среда. Современные аспекты проблемы.— «Изв. АН СССР. Серия геогр.», 1971, № 1, с. 5—13.

Герасимов И. П. Современная природа Европейской территории и Срединного региона нашей страны и пути крупномасштабного преобразования.— В кн.: Влияние межбассейнового перераспределения речного стока на природные условия Европейской территории и Срединного региона. М., «Наука», 1975, с. 3—16.

Коронкевич Н. И. Всесоюзное научно-координационное совещание по вопросам оценки вероятных изменений природных условий в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов.— «Изв. АН СССР. Серия геогр.», 1977, № 6, с. 139—141.

Львович М. И. Географнческие аспекты территориального перераспределения водных ресурсов.— «Изв. АН СССР. Серия геогр.», 1977а, № 2, с. 22—37.

Львович М. И. Вступительное слово (Матер. научно-координац. совещ. в Ин-те геогр. АН СССР).— «Изв. АН СССР. Серия геогр.», 1977б, № 5, с. 23—26.

Малик Л. К. Гидрогеологический аспект проблемы преобразования природы Западно-Сибирской равнины.— «Водные ресурсы», 1976, № 3, с. 35—49.

Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. Серия «Проблемы конструктивной географии». М., «Наука», 1977. 227 с.

Г. В. Бачурин

ПРОБЛЕМА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СРЕДИННОМ РЕГИОНЕ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДЫ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Критерием для осуществления технических проектов должно служить оптимальное состояние природной среды. Следует иметь в виду крайне недостаточную изученность обширных пространств Сибири. Это в полной мере относится к большей части Срединного региона, особенно его северным районам (таежная зона, лесотундра, тундра). Им свойственны резкие сезонные, погодичные и многолетние колебания термики, увлажнения и продуктивности; сильная зависимость природного комплекса от одного или нескольких лимитирующих факторов (например, избытка влаги, недостатка тепла, мерзлотных условий); очень динамичное сочетание последних в рамках временны́х и пространственных структур геосистем. Этим обусловлена чрезвычайная множественность реакций природной среды на освоение.

В связи со сказанным мы считаем важнейшей задачей научно обосновать представление об оптимуме функционирования природных ландшафтов в долине Нижнего Иртыша, а также в нижних частях долин его главных притоков. Без этого не может быть рекомендаций по рациональному природопользованию, освоению естественных ресурсов территории.

Речные долины на севере Западной Сибири занимают огромные площади. Именно долины, в особенности поймы рек, являются здесь первостепенными и наиболее важными объектами хозяйственной деятельности людей.

Природные богатства и возможности речных долин и пойм можно наиболее рационально использовать при условии максимально комплексного подхода к их изучению и освоению. К сожалению, до сих пор по-настоящему комплексных исследований этих сложных природных образований с неустойчивыми экологическими режимами не проводилось.

Чтобы получить представление об оптимальном состоянии природы, надо раскрыть структуру ландшафтообразующих связей, установить главные и второстепенные факторы в этих связях, получить данные о динамических свойствах и динамических тенденциях природных компонентов и их систем, оценить чувствительность природных комплексов к внешним воздействиям. Исследование этих вопросов целесообразно проводить путем сочетания стационарных (режимных) наблюдений на эталонных массивах (ключевых участках) с маршрутными работами, в частности с наблюдениями на профилях.

Ориентировка на углубленное изучение эталонных участков, характеризующих типичные условия в геосистемах пойм, террас, придолинных территорий, позволит дать типовые решения поставленной задачи применительно к основным региональным подразделениям природной среды.

Такие исследования начаты Институтом географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР в 1973 г. Была организована Иртышская экспедиция в составе стационарного и регионального отрядов и определена тема ее работы — «Долина Нижнего Иртыша: географические прогнозы рационального и эффективного использования». Изучению подлежит отрезок Иртыша от устья Ишима до впадения в Обь (протяженность свыше 1000 км), а также низовья Тобола, Тавды, Носки, Алымки, Тартаса, Демьянки, Конды. Особое внимание в программе обращается на исследование пойменных геосистем, имеющих наиболее важное народнохозяйственное значение.

Целью исследования является, таким образом, разработка методического подхода к эколого-географическому прогнозированию на основе экспериментальных данных и теоретических обобщений и подготовка рекомендаций по рациональному использованию земель, охране и оптимизации окружающей среды.

Эта широкая и большая тема мыслилась независимо от проблемы перераспределения речного стока в Срединном регионе, она не связана непосредственно с вопросами переброски вод на юг. Но очевидно, что без ее решения нельзя дать предложений о возможных оптимальных вариантах преобразования природы.

Задача природоведческих исследований должна состоять, далее, в том, чтобы разработать прогноз трансформации природно-территориальных комплексов под влиянием тех или иных антропогенных воздействий, в том числе при направленном (прямом или косвенном) изменении гидрологического режима территории, т. е. изменении условий увлажнения (и следовательно, режима теплообеспеченности) как во временно́м, так и в пространственном аспектах и т. д.

В 1976 г. по распоряжению Государственного Комитета Совета Министров СССР по науке и технике институт приступил к работам в качестве соисполнителя по части, касающейся изменения природных условий в долине Нижнего Иртыша при изъятии части стока. Предстоит дать прогноз изменения структуры природных комплексов, в частности геоморфологических и почвообразовательных процессов, гидрологического режима, климатических характеристик, биологической продуктивности земель.

Для стационарных исследований выбран ряд эталонных участков на пойме, низкой террасе и на прилегающей к долине Иртыша территории Тобольского «материка». Намечены профили для проведения маршрутных работ. Наблюдениями охвачены основные региональные подразделения Нижнего Прииртышья, непосредственно входящие в долинную систему или имеющие близкий контакт с долиной.

Программа исследований предусматривает анализ данных о рельефе и геоморфологических процессах в Нижнем Прииртышье, выявление закономерностей развития долинной системы, установление количественных характеристик типов и форм рельефа, составление геоморфологической среднемасштабной карты, легенда которой строится по структурно-динамическому принципу.

Большое внимание уделяется ландшафтно-геохимическим и почвенным исследованиям. С точки зрения разработок по оптимизации и прогнозированию, выбранный для изучения биоорганоминеральный комплекс — наиболее управляемое звено в геосистемах. Внимание сосредоточено на основных его показателях: масса и состав органического вещества, вовлекаемого в ежегодные циклы обмена в системе растительность — почва, накопление в почвах органического вещества и его трансформация через подвижные формы до CO_2. Как основной представитель минеральной составляющей геосистемы рассматривается типоморфный элемент — железо, образующее с органическим веществом комплексные соединения. В основном цикле исследуется воздействие факторов среды на метаболизм органоминеральной системы: гидротермический, окислительно-восстановительный, кислотно-щелочной режимы.

Геоботанические исследования регионального плана направлены на выявление закономерностей пространственного распределения, состава и динамических свойств пойменной растительности в связи с приуроченностью к различным гидролого-геоморфологическим условиям путем маршрутных работ и крупномасштабного картирования пойменных массивов; на сбор данных по прудуктивности фитомассы различных типов пойменных земель; на составление карт кормовых угодий на отдельные пойменные массивы (в крупном масштабе).

Стационарные геоботанические исследования проводятся на эталонном участке поймы. Выполняются режимные наблюдения за сезонной и погодичной динамикой надземной фитомассы травостоя на экспериментальных площадках в разных условиях рельефа (вершина гривы, склон, ложбина, береговая отмель). Выявляются связи между показателями продуктивности, водного режима почв и режима поемности.

Проводится изучение микробиологических режимов в почвах пойменных геосистем. Определяются: численность и биомасса микроорганизмов; структура микробиоценозов; состав микробов-доминантов и их экологические особенности; динамика микробиоценозов; актуальная биологическая активность почв, оцениваемая по интенсивности разложения растительных остатков и входящих в их состав отдельных компонентов; почвенные ферменты.

Целью метеорологических наблюдений является всестороннее изучение особенностей поступления солнечной радиации и ее расхода в различных по увлажнению и водному режиму геосистемах. В пойме Иртыша проводятся наблюдения для получения материала по радиационному, температурному режимам, влажности приземного слоя воздуха и температурному режиму почвы. На примере одного из массивов рассматриваются вопросы теплового баланса, а также особенности радиационного режима соснового леса на пойме.

Начаты исследования водного и теплового режимов болот и заболоченных лесов. Выбор объектов определился как условиями доступа к ним, так и их репрезентативностью в отношении охвата наиболее типичных ландшафтов долины. В частности, наблюдения за уровнями воды проводятся на двух болотах, расположенных на низких террасах (правобережной и левобережной), на пойменном болоте и в заболоченном лесу в прибрежной части Тобольского «материка». В местах расположения скважин проведены исследования микрорельефа болот, древостоя, составлены геоботанические описания. На болотах низких террас организованы наблюдения за испарением с водной поверхности. Эти работы увязываются с изучением ветрового, термического и радиационного режимов болот.

На одном из пойменных массивов проводятся наблюдения за уровнями грунтовых вод (на гриве, склоне, межгривном понижении). В теплый сезон ведутся наблюдения за уровнем воды на пойменном озере.

Традиционны исследования по водному балансу и режиму стока таежного Прииртышья. Речь идет о натурных наблюдениях за условиями формирования и особенностями стока малых рек (Бартак, Червянка) и временных водотоков. Материалы наблюдений по Бартаку с 1967 г. публикуются в гидрологических ежегодниках. Изучаются вопросы термического и ледового режимов рек, наледеобразования.

Проводится работа по экономической оценке земель долины и придолинных участков Нижнего Иртыша. Это земли 48 хозяйств Тюменской области и 6 хозяйств Усть-Ишимского района Омской области. В числе задач исследований — выявление экономического потенциала земельных ресурсов; изучение истории их освоения; анализ современного состояния сельскохозяйственного производства; расчет замыкающих затрат производства на землях разного качества, ландшафтной принадлежности, административного подчинения; выражение экономической оценки единицы угодий разных категорий в стоимостных показателях.

Совершенно очевидно, что для оценки изменения природных условий на рассматриваемой территории (оценки природоведческой и экономической) на основе выявления различных взаимосвязей — функциональных и пространственных, для разработки научно обоснованных выводов относительно возможных вариантов освоения применительно к изучаемым эталонным участкам, равно как и суждений о поведении геосистем при том или ином виде освоения, потребуются долговремен-

ные детальные исследования (стационарные и региональные) на всех выбранных объектах в полном объеме.

Надо подчеркнуть, что теория и методика географического прогнозирования долинных, пойменных ландшафтов находятся в стадии становления; стандартных приемов здесь не существует, а опыта такого рода исследований в Западной Сибири нет. Все это определяет поисковый характер работ.

В связи с намечаемым «Союзводпроектом» изъятием части речных вод из пределов таежной зоны Западной Сибири и созданием здесь регулируемых емкостей ряд сотрудников Института географии Сибири и Дальнего Востока, в том числе автор настоящей статьи, высказывали свои предварительные соображения относительно неизбежных последствий (главным образом негативных) осуществления такого рода мероприятий на природу долинных и прилегающих к ним территорий (Сочава, 1975; Михайлов, 1975; Бачурин и др., 1975; Петров, 1975; Петров, Бачурин, 1976).

Эти соображения основываются не только на работах Иртышской экспедиции, но и на выполненных ранее стационарных исследованиях на уровне таежных фаций в пределах эрозионно-расчлененной полосы Тобольского «материка» с целью познания пространственной структуры геосистем и закономерностей их функционирования в сезонном и многолетнем разрезе. Параллельно с этим изучались компоненты природной среды территории южнотаежного Прииртышья как широкого физико-географического фона для ограниченной площади режимных наблюдений (Южная тайга Прииртышья, 1975). Представление о природных условиях освоения северных районов Западной Сибири получено нами также в результате еще более ранних работ института (Материалы II семинара-конференции..., 1970).

Уже имеющиеся материалы, а также данные, которые будут получены Иртышской экспедицией в ближайшие годы, позволят представить более конкретную и детальную информацию об оптимальном состоянии природной среды для оценки качественных и количественных изменений природных явлений, процессов и ландшафтов разного ранга в случае осуществления проектных предложений по переброске части стока сибирских рек на юг, хотя, как отмечено выше, действительно научно обоснованный прогноз может быть дан лишь после многолетних комплексных исследований.

На юге Срединного региона вода издавна была «проблемой». В последнее время в связи с ростом населения, развитием промышленности и сельского хозяйства эта проблема в республиках Средней Азии и в Казахстане обостряется. Встал вопрос о «помощи» Аральскому морю и оз. Балхаш. В будущем приход туда воды «с севера» неизбежен. Канал Иртыш — Караганда — лишь первый шаг на длинном пути в этом направлении. Однако отказ от расширения производства зерна на орошаемых землях (возможно, даже некоторое сокращение площадей под посевы пшеницы) резко изменит картину потребности в воде на юге региона в сторону уменьшения. К тому же возможности экономии воды здесь весьма значительны. Это, в частности, более полное и рациональное использование местных водных ресурсов, включая атмосферные осадки в засушливых районах (их магазинирование), подземные и ледниковые воды (в определенные годы и периоды); регулирование стока; реконструкция оросительных систем; правильный выбор оросительных систем; правильный выбор оросительных норм; совершенствование агротехнических приемов, в том числе с целью регулирования непродуктивного испарения и т. д. Именно здесь в первую очередь должны внедряться безотходная и бессточная технология, новые методы очистки промышленных и коммунальных стоков. Необходимо усиление научных разработок по искусственному увеличению осадков в горах. Усилия уче-

ных и инженеров должны быть направлены на решение прежде всего именно этих проблем.

По-видимому, придет время, когда в Казахстан и Среднюю Азию будет перебрасываться и 25, и даже 60 км³ сибирской воды в год. Но только далеко за пределами нынешнего столетия. «Учитывая сложность осуществления этих проблем, огромные масштабы работ и капиталовложений, неготовность проектно-изыскательских работ и научного обоснования мероприятий с оценкой вторичных последствий столь крупного вмешательства в природную обстановку, подача воды сибирских рек в Среднюю Азию, по-видимому, не может быть осуществлена ранее 2000 г.» (Вознесенский, 1972, с. 7). К тому времени наша страна будет располагать несравненно большими материалами и другими ресурсами и, мы полагаем, переброска вод будет возможна без создания регулирующих гидроузлов на севере Срединного региона и без каналов в земляных руслах.

ЛИТЕРАТУРА

Бачурин Г. В., Михайлов Ю. П., Петров И. Б. Межбассейновое перераспределение стока и проблемы использования таежных территорий в Срединном регионе.— В кн.: Влияние межбассейнового перераспределения речного стока на природные условия Европейской территории и Срединного региона СССР. М., «Наука», 1975, с. 121—128.

Вознесенский А. Н. Вода — ресурсы и потребление.— «Водные ресурсы», 1972, № 1, с. 3—14.

Материалы II семинара-конференции Обь-Иртышской экспедиции. Вып. 2. Иркутск, 1970. 50 с.

Михайлов Ю. П. Географические аспекты охраны природы Обского Севера в связи с перераспределением стока Оби и Иртыша.— В кн.: Влияние перераспределения стока рек бассейна Оби на природу тайги Срединного района. Иркутск, 1975, с. 121—129.

Петров И. Б. Результаты исследования поймеиных земель Иртыша в пределах Тюменской области.— В кн.: Влияние межбассейнового перераспределения речного стока на природные условия Европейской территории и Срединного региона СССР. М., «Наука», 1975, с. 36—37.

Петров И. Б., Бачурин Г. В. Гидролого-геоморфологические условия освоения пойм Средней Оби и Нижнего Иртыша.— В кн.: Сибирский географический сборник. Вып. 12. Новосибирск, «Наука», 1976, с. 75—112.

Сочава В. Б. О перспективах использования водных ресурсов Обь-Иртышской тайги.— В кн.: Влияние перераспределения стока рек бассейна Оби на природу тайги Срединного региона. Иркутск, 1975, с. 5—13.

Южная тайга Прииртышья (опыт стационарного исследования южнотаежиых топогеосистем). Новосибирск, «Наука», 1975. 248 с.

И. А. Волков

ПРОБЛЕМА ПЕРЕБРОСКИ ЧАСТИ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК НА ЮГ И ТРАНССИБИРСКИЙ РЕЧНОЙ ПУТЬ

Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление, в котором обязали АН СССР и ряд других научных организаций провести в течение 1976—1980 гг. комплексные исследования для научного обоснования объемов и очередности работ по территориальному перераспределению водных ресурсов с учетом влияния этого перераспределения на окружающую среду и социально-экономические процессы по программе, утвержденной Государственным Комитетом Совета Министров СССР по науке и технике.

Близок к завершению начальный этап подготовки технико-экономического обоснования первой очереди переброски части стока сибирских рек на юг. Проектными организациями разработаны основные положения технико-экономического обоснования переброски, в котором из

многих вариантов схемы выбран один, обладающий лучшими технико-экономическими и социальными показателями. Таким образом, приближается момент, когда проблема переброски приобретет форму конкретного проекта, в котором существенно изменить что-либо станет весьма трудно или даже невозможно. Сейчас — самое время еще раз пристально рассмотреть и всесторонне обсудить достоинства и недостатки предлагаемой схемы переброски.

Речные и озерные воды являются важнейшим природным ресурсом, во многом определяющим характер хозяйственного использования всех природных богатств и общую картину экономики страны. Водные ресурсы используются в народном хозяйстве в трех основных направлениях: водоснабжение (включая и мелиорации), водный (речной и озерный) транспорт и гидроэнергетика. Они имеют и некоторые иные хозяйственные функции (среда обитания растений и животных, среда поглощения промышленных и хозяйственных стоков и др.). Перспективный план комплексного преобразования водного хозяйства должен в одинаковой мере учитывать все аспекты хозяйственного использования водных богатств страны, а не отдавать предпочтение какому-либо одному из них.

История гидротехнического строительства свидетельствует о том, что ведомственный подход здесь иногда неоправданно преобладал над комплексным. Так, было время, когда гидротехнические сооружения возводились главным образом в транспротных целях (Беломоро-Балтийский канал, Волго-Донской и др.). В другое время все предавалось забвению ради гидроэнергетического строительства (яркий пример — крупная сибирская р. Ангара, оказавшаяся разбитой плотинами ГЭС на изолированные друг от друга бьефы). Теперь намечается новая тенденция, когда на первый план выдвигается только перераспределение водных ресурсов. Между тем преобразование водного хозяйства всегда было и будет комплексной природно-хозяйственной проблемой.

Необходимость преобразования водного хозяйства Сибири, азиатской части Союза и всей страны в целом определяется следующими основными причинами: общая вытянутость территории СССР в широтном направлении, вытянутость в этом же направлении наиболее густо населенных и удобных для дальнейшего хозяйственного освоения территорий, что ясно видно, например, на карте плотности населения, преимущественная концентрация полезных ископаемых, лесных богатств, водных масс и запасов гидроэнергии в Сибири и на Дальнем Востоке, исторически сложившаяся концентрация основных хозяйственных объектов, а значит, и объектов использования водных ресурсов, потребление энергии и сырья в западных и юго-западных регионах страны.

Эти основные предпосылки разработки комплексного плана преобразования водного хозяйства являются вместе с тем и важным вопросом всей стратегии хозяйственно-экономического планирования. От правильного выбора оптимальных перспективных вариантов здесь в значительной мере зависит и общая эффективность дальнейшего использования производительных сил страны в целом.

В последнее время хозяйственное развитие Сибири приобрело стремительные темпы. Возникли и быстро развиваются новые промышленные комплексы на Урале, юге и юго-востоке Западной Сибири и в Центральной Сибири. Фантастическими темпами растет промышленность в ранее почти безлюдных северных районах. Наращивается энергетическая мощь азиатской части страны. Все эти экономические сдвиги сопровождаются непрерывным возрастанием здесь роли транспортных коммуникаций. При этом наиболее остро стоит вопрос об укреплении транспортных связей между восточными районами и европейской территорией Союза. Укрепление и дальнейшее развитие Северного морского пути, строительство БАМа, все новых широтно протягивающихся нефте- и газопроводов, железных дорог, автострад и линий электропередач — все

это яркие штрихи, иллюстрирующие остроту транспортной проблемы. На этом фоне особенно выступает отставание развития сибирского речного пути. Между тем для дальнейшего развития хозяйства Сибири и Дальнего Востока совсем не безразлично, какое место будет занимать в общем грузообороте самый дешевый и самый грузоподъемный водный транспорт. Часто приходится слышать, что его развитие в Сибири якобы невыгодно из-за суровых климатических условий, однако жизнь свидетельствует, что такое мнение глубоко ошибочно. Так, освоение большой нефти и газа Западной Сибири сопровождается беспрецедентно быстрым хозяйственным освоением ранее слабо обжитых пространств, практически лишенных каких-либо транспортных коммуникаций, кроме речного транспорта и авиации. Следует иметь в виду, что основная часть грузов доставлялась, доставляется и будет доставляться в отдаленные нефтегазоносные районы именно водой. Героические будни речников-транспортников на Иртыше и Оби явились одним из главнейших факторов невиданно быстрого освоения нефтяных и газовых богатств Западной Сибири. Этому не помешали ни суровые климатические условия, ни короткие сроки навигации. Не менее убедительный пример — использование Северного морского пути. Здесь сроки навигации еще более короткие, чем на юге Сибири, однако это не является препятствием для успешной эксплуатации этой транспортной артерии. Совершенно очевидно, что не длительность навигации определяет ту роль, которую играет водный транспорт, а его доля в общем грузообороте. По мере дальнейшего бурного развития хозяйства Сибири перед транспортом будут вставать все новые и новые задачи. Водный транспорт может и должен занять подобающее место в решении этих задач. Было бы непростительной близорукостью решать любые крупные водохозяйственные проблемы без надлежащего учета перспектив развития сибирского речного пути и, тем более, вопреки этим перспективам. В связи с этим представляется совершенно естественным, что и проблема переброски стока сибирских рек должна учитывать задачи улучшения речных систем Сибири в транспортных целях.

Насущные потребности экономики Сибири (и, в известной мере, всей страны) в сочетании с особенностями ее географического и геологического строения приводят к заключению, что основным содержанием преобразования водного хозяйства здесь должно явиться создание широтного водомагистрального и судоходного пути, объединенного воедино с речными системами Средней Азии и европейской части Союза. Этот путь позволит, во-первых, организовать перераспределение и регулирование в необходимых масштабах стока всех основных сибирских рек для сохранения и рационального использования природных богатств в интересах народного хозяйства, во-вторых, осуществить переброску необходимого количества сибирской воды в южную часть центрального региона (а в дальнейшем также и в европейскую часть страны) для развития орошаемого земледелия, а также для стабилизации уровней Арала и Каспия, и, в-третьих, открыть широкий выход сибирскому энергетическому и прочему сырью в западные и южные районы страны, резко повысить эффективность работы водного транспорта в самой Сибири. Так, представляется весьма перспективным использование водного транспорта для перевозки грузов — в основном сибирского угля в районы Средней Азии, Приуралья и европейской части Союза. Такой постоянно действующий грузопоток в сочетании с созданием зимних запасов угля непосредственно в местах его использования позволит резко повысить энергообеспеченность (прежде всего посредством строительства теплоэлектростанций, работающих на привозном топливе) хозяйственных объектов всех этих районов. Важное значение могут приобрести перевозки и многих других грузов (леса, руды, нефтепродуктов, зерна, стройматериалов и т. д.).

Все сказанное позволяет заключить, что создание единого транспортного водного пути в Сибири является насущной самостоятельной проблемой преобразования водного хозяйства, экономический эффект от решения которой может оказаться соизмеримым с таковым от самой переброски стока, а возможно, и превзойти его. Крайне выгодно поэтому совместно решать обе проблемы. При этом нужно учитывать также, что чем больше речных систем Сибири будет использоваться в качестве источников для переброски стока, тем менее значительными будут изменения природной среды в этих речных бассейнах. Таким образом, решение проблемы переброски вод должно обязательно учитывать и решение проблемы транссибирского речного пути.

Важной предпосылкой разработки оптимального варианта проекта комплексного преобразования водного хозяйства Сибири является правильный учет особенностей строения и истории формирования ее гидросети. Для основных долин здесь характерна преобладающая меридиональная ориентировка. Главные долины (Оби, Енисея и Лены) протягиваются с юга на север. Такой план, однако, сохранялся не всегда. Во время основных ледниковых стадий в низовьях главных рек неоднократно возникали ледниковые преграды. Сток Оби и Енисея на север временно прекращался, а Лены — затруднялся. Возникла широтная система стока, состоящая из рек, озер и озерных проток. Эта великая система стока приледниковах вод протягивалась от Монголии до Черного моря. После исчезновения ледниковых преград основной меридиональный план гидросети восстанавливался.

Широтные долины, входившие в систему стока приледниковых вод, в сочетании с современными субширотно ориентированными долинами существенно облегчают межбассейновое перераспределение стока главных рек Сибири и создание единой широтно ориентированной водомагистральной и транспортной системы. Важнейшее значение при этом будут иметь межбассейновые древние сквозные долины, образовавшиеся отчасти в результате речных перехватов, а отчасти под влиянием периодического стока из одного озерного бассейна в другой. Такие сквозные долины представляют собой наиболее сниженные участки междуречий, где водоразделы обладают минимальным превышением над дном главных долин.

Из многих возможных вариантов соединения бассейнов основных рек Сибири с использованием древних сквозных долин следует отдать предпочтение тому, который имел бы минимальную протяженность и в то же время соединял все основные хозяйственные районы Сибири. С учетом этого план транссибирской водомагистральной и транспортной системы вырисовывается в следующем виде*. На западе — канал Иртыш — Амударья с использованием сквозной Убаган-Тургайской долины, в центральной части Западной Сибири — канал Тобол — Иртыш (каналы Тобол — Ишим с использованием долины р. Суери и межгривных понижений Ишим-Тобольского междуречья и Ишим—Иртыш с использованием древней долины Камышловского лога). В восточной части Западной Сибири — канал Иртыш—Обь с использованием долины Оми и Чаи (левый приток Оби) и Обь-Енисейский канал с использованием сквозной Кеть-Касской долины. Наконец, в Восточной Сибири — Лено-Енисейский канал с вероятным использованием долины Илима и Кута. Обрисованная общая схема преобразования водного хозяйства Сибири после ее реализации не только позволит организовать рациональное плановое перераспределение стока всех главных сибирских рек в интересах народного хозяйства, но также облегчит решение многих местных водохозяй-

* И. А. Волков. Некоторые вопросы преобразования водного хозяйства Сибири и решение проблемы переброски.— В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Новосибирск, «Наука», 1975, с. 168—175.

ственных проблем, создаст единый транссибирский широтный речной путь, который в дальнейшем посредством осуществления одного из вариантов канала Иртыш — Каспий или Иртыш—Волга войдет в единую транспортную водомагистральную систему страны. Единый водный путь будет протягиваться от Якутии до Черного и Балтийского морей.

Совершенно очевидно, что экономическое значение отдельных звеньев транссибирского речного пути неравноценно. Различны также и трудности в возведении этих коммуникаций. Так, для соединения бассейнов Енисея и Лены по наиболее вероятному направлению Илим—Кут потребуется построить судопропускные устройства на гидроузлах Ангары, улучшить и вновь организовать судоходство по системе притоков Илима и Кута и, наконец, построить сам канал. Соединение же бассейнов Енисея и Оби по Кас-Кетьской сквозной долине не представляет больших технических трудностей. Как известно, здесь уже был построен и некоторое время эксплуатировался судоходный канал. Более трудно, осуществим, но зато весьма важен в экономическом отношении уже предлагавшийся проект соединения каналом Оби и Иртыша в районе рек Шегарки или Чаи (левые притоки Оби) и Оми (правый приток Иртыша). Тем не менее, как это будет показано ниже, Обь-Иртышский канал следует считать первоочередным объектом преобразования водного хозяйства Сибири, так как он имеет прямое отношение не только к созданию широкого речного пути, но и к рациональному решению проблемы переброски стока местных водохозяйственных проблем.

Канал на Иртыш-Тобольском междуречье особенно важен для развития судоходства между Восточной Сибирью и восточной частью Западной Сибири, с одной стороны, Казахстаном и Средней Азией — с другой. Восточная часть этого канала пройдет по древней долине Камышловского лога, протягивающейся почти прямо от Омска до района Петропавловска, а западная — по межгривным понижениям Ишим-Тобольского междуречья, древней и современной долине Суери (правый приток Тобола). На западе недалеко от г. Кургана он соединится с каналом Ишим—Тургай и после ввода в строй станет играть важное значение в местных мелиорациях Ишимской степи, а также как водная транспортная артерия между Сибирью, Казахстаном и Средней Азией. На поздних этапах переброски этот канал может успешно использоваться также и как водомагистральный.

С учетом географических, геолого-геоморфологических, гидрогеологических, палеогеографических, социально-экономических и гидротехнических предпосылок очередность создания каналов транссибирского речного пути вырисовывается в следующем виде: 1 — Иртыш—Амударья; 2 — Обь — Иртыш (Чая — Омь). На этом этапе будет осуществлена 1-я очередь переброски со всеми ее последствиями, получат также решение некоторые местные водохозяйственные проблемы Западной Сибири (ирригации Кулунды, проблема оз. Чаны и др.); 3 — Кас-Кетьский канал, решение 2-й очереди переброски; 4 — Тургай—Каспий или Тургай—Волга, воссоединение Сибирского речного пути с речной системой европейской части Союза, создание единой речной транспортной системы страны, переброска части стока сибирских рек в реки бассейна Каспия; 5 — Иртыш — Тобол, улучшение судоходства между Сибирью и Средней Азией, развитие мелиораций в Ишимской степи; 6 — Енисей — Лена (Илим — Кут или иной вариант), воссоединение речных систем Якутии и Восточной Сибири с единой сетью речного пути страны. По мере ввода каждого звена системы будет беспрерывно нарастать экономический эффект от эксплуатации системы в целом.

Как же сочетается предлагаемый «Союзводпроектом» вариант переброски с общими перспективами комплексного преобразования водного хозяйства страны? Проект канала «Тургайский-1» на всем его протяжении к югу от Тобольска, по-видимому, наиболее целесообразен, од-

нако его северная часть, между Тобольском и Ханты-Мансийском, предполагает возведение гидротехнических сооружений на тех участках Оби и Иртыша, по которым осуществляется перевозка основной части грузов к нефте- и газоносным районам Западной Сибири. Весь этот проект составлен в основном для решения лишь самой проблемы переброски стока. Вопросы же дальнейшего развития водного транспорта и решения местных водохозяйственных проблем Сибири фактически оставлены в стороне. Между тем эти вопросы, как указывалось, органически переплетаются с самой проблемой переброски, и поэтому их нельзя не принимать во внимание.

С учетом необходимости сочетать решение проблемы переброски с другими задачами комплексного преобразования водного хозяйства представляется целесообразным существенно изменить северную часть схемы переброски, предлагаемой проектными организациями. Вместо отбора вод для переброски в устье Иртыша имеется также возможность использовать воду Оби и ее притоков в районе Колпашева для переброски ее в Иртыш выше Тобольска. Тогда необходимость в Антииртыше отпадет, что резко упростит всю схему. Ниже Колпашева Обь, принимающая довольно многоводные притоки (Томь, Чулым и Кеть), достаточно многоводна, чтобы вместе с Иртышом обеспечить у Тобольска водозабор в объеме 1-й и, вероятно, отчасти 2-й очереди переброски. После строительства Кас-Кетьского канала наращивание объемов переброски будет осуществляться за счет воды Енисея.

Для переброски воды Оби в Иртыш должен быть построен магистральный канал длиной около 800 км, который будет также и судоходным. Его трасса будет использовать долины Чаи, ее притока Парбига и Оми. Большая часть трассы пройдет по руслам рек. Благодаря этому выполнение основного объема земляных работ будет вестись самым дешевым способом, земснарядами «с воды». В низовьях, на общей протяженности около 400 км реки Чая и Омь в настоящее время доступны для прохода мелких судов в высокую воду. Здесь строительство канала будет носить характер улучшения условий судоходства. Ниже устья Чаи для регулировки уровня Оби в районе водозабора должно быть создано небольшое водохранилище с подпором до уровня половодья, соединяющееся с Кетью. На восходящей ветви канала будет расположено пять насосных станций с судопропускными устройствами, а на нисходящей — несколько шлюзов для прохода судов. Насосные станции будут использовать электроэнергию мощных ГЭС Енисея или специально построенных ГЭС средней мощности на Чулыме, Кети и Оми. Эту же энергию в дальнейшем будут использовать и насосные станции Кас-Кетьского канала.

Основное достоинство предлагаемого варианта водозабора заключается в его комплексном характере. Строительство канала на Обь-Иртышском междуречье не только решит проблему забора воды для переброски, но также откроет самые широкие перспективы для решения местных водохозяйственных проблем и дальнейшего комплексного преобразования водного хозяйства Сибири.

А. З. Амусья

ПОДЗЕМНЫЙ СТОК ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Исследованная площадь с учетом оценки естественных ресурсов подземных вод охватывает бассейны Верхней Оби (кроме водосборов рек Бии и Катуни), Средней Оби, Иртыша ниже Семипалатинска, включая водосборы нижних участков его наиболее крупных притоков — Тобола и Ишима. Основную часть территории занимает Западно-Сибирская

равнина, к которой на юго-востоке примыкают горные кряжи и Кузнецкая котловина.

Основным методом оценки естественных ресурсов подземных вод принят расчет их величины по данным о подземном притоке в реки и озера территории.

При определении подземного притока в реки в основном использовался метод генетического расчленения речного стока на поверхностную и подземную составляющие. Определение подземного стока в озера производилось Т. М. Черной путем анализа многолетнего водного баланса бессточных озер.

Подземный сток в реки и озера рассматриваемой территории Западной Сибири формируется главным образом за счет водоносных комплексов четвертичных отложений, песчаных отложений неогена, песков и алевролитов континентального олигоцена, песчано-глинистых пород палеоцен-эоцена, песков и алевритов меловых отложений.

Естественные ресурсы подземных вод зоны свободного водообмена исследуемой территории ранее оценивались при составлении Карты подземного стока СССР (1955) и позднее В. А. Всеволожским (1973).

В периоды устойчивой зимней менежи, характерной для территории, подавляющее большинство рек питается практически подземными водами дренируемых водоносных комплексов. Минимальный речной сток для основной части территории наблюдается обычно в конце зимнего периода, когда запасы подземных вод уже истощаются. В летне-осенний сезон на значительной части территории реки питаются преимущественно дождевыми и болотными водами. Лишь на ограниченных по площади участках района исследований (южная часть территории, левобережные притоки Иртыша) основная роль в формировании летне-осеннего меженного стока на реках принадлежит подземным водам.

В периоды половодья и паводков на реках направленность стока подземных вод и его величина определяются особенностями взаимодействия речных и подземных вод на водосборе — соотношением положения уровней подземных и речных вод и его изменением под влиянием поступающих поверхностных вод в реку в процессе инфильтрации.

Изучение особенностей взаимодействия речных и подземных вод производилось для отдельных речных створов при наличии данных комплексных гидролого-гидрогеологических режимных наблюдений на прирусловых участках рек, выбранных по следующим гидрологическим постам: р. Бергамак — дер. Рязаны, р. Аремзянка — дер. Чукменка, р. Тартас — с. Северное, р. Тара — с. Муромцево. На первых двух постах применялся аналитический метод, на двух других — метод электромоделирования по С. В. Завилейскому.

Для трех из исследуемых створов установлен подпорный тип режима подземного притока в реку (Попов, 1969) из основного водоносного горизонта без образования «обратных» уклонов поверхности подземных вод (реки Аремзянка, Тартас) и с развитием берегового регулирования (р. Тара). Такой тип режима подземного стока в реки в периоды высоких вод, по-видимому, наиболее характерен для водосборов средних и крупных рек равнинной части исследуемой территории. При подпорном типе режима подземного стока как подпорное, так и береговое регулирование стока обычно прекращается к периоду установления осенне-зимней межени.

В пределах равнины на отдельных водосборах малых рек наблюдается нисходящий тип подземного питания рек в течение всего года (р. Бергамак). Для таких водосборов изменение уровня подземных вод основного водоносного горизонта и, следовательно, режим подземного питания реки характеризуются плавным подъемом к концу года.

Анализ внутригодовой изменчивости расхода единичного потока подземных вод в рассмотренных створах за различные по водности

годы показал, что среднегодовая динамичность стока подземных вод по отношению к зимнему речному стоку (сформированному подземными водами) невелика и колеблется от 0,80 до 1,20.

Для массовых расчетов по всем гидрометрическим створам рассматриваемой территории использованы схематизированные приемы оценки годовой величины подземного притока в реки на основании интерполяции на гидрографе реки данных о речном стоке в периоды устойчивой межени, не нарушаемой дождевыми водами или стоком болотных вод, с учетом времени возможного руслового добегания вод поверхностного происхождения (рис. 1). В этом случае степень достоверности годовых величин подземного притока в реки анализировалась путем сопоставления их с данными, полученными для наиболее изученных водосборов методом электромоделирования на основании учета особенностей взаимодействия речных и подземных вод. Такой анализ показал незначительное расхождение величин подземного притока, полученных разными методами. Так, для водосбора р. Тартас у с. Северное средняя годовая величина подземного притока за период совместных наблюдений за режимом речных и подземных вод (1965—1973 гг.), полученная с помощью электромоделирования, составляет 0,08 л/с·км^2 при условии, что внутригодовое распределение подземного стока на водосборе аналогично полученному для единичного потока подземных вод на основании колебаний уровней в одном створе скважин. Средняя величина подземной составляющей речного стока, рассчитанная схематическим способом за тот же период лет,— 0,10 л/с·км^2.

Существует мнение, что зимний речной сток, принимаемый в настоящей работе за подземный, сформирован в значительной степени также и болотными водами (Куприянова, 1967). С помощью накопленных за последние годы данных наблюдений экспедиционных исследований ГГИ (Болота Западной Сибири, 1976) оказалось возможным провести количественный анализ режима стока поверхностного происхождения в течение года и с олиготрофных болот.

В Отделе болот ГГИ Н. А. Королевой был проведен расчет стока с болотных массивов зоны распространения олиготрофных болот для отдельных наиболее заболоченных водосборов по методике К. Е. Иванова (1975) на основании данных экспедиционных наблюдений и исследований ГГИ. В табл. 1 приводятся результаты расчетов за зимний период, показывающие, что величины стока с болот в зимние месяцы пренебрежимо малы в сравнении с величиной подземной составляющей стока рек рассматриваемых водосборов.

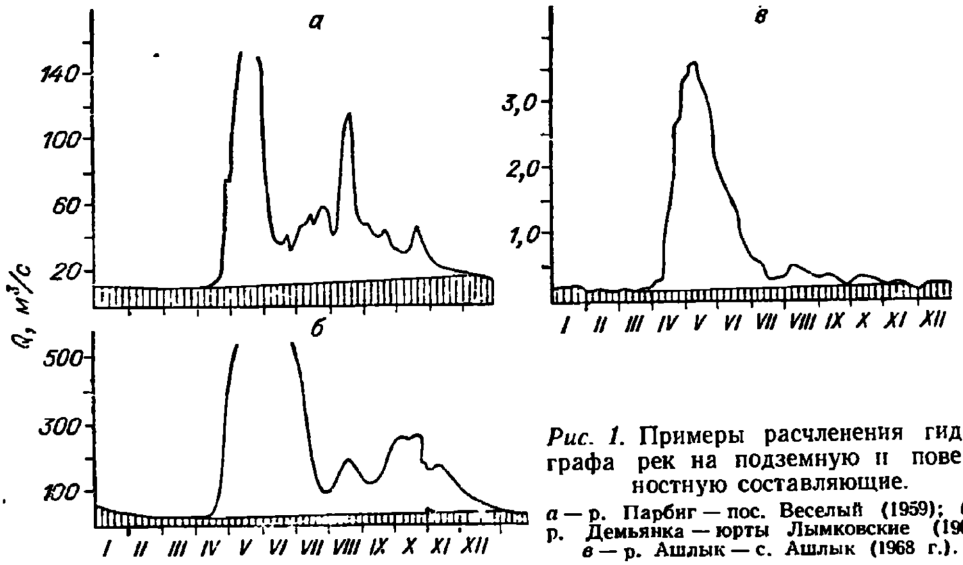


Рис. 1. Примеры расчленения гидрографа рек на подземную и поверхностную составляющие.

а — р. Парбиг — пос. Веселый (1959); *б* — р. Демьянка — юрты Лымковские (1960); *в* — р. Ашлык — с. Ашлык (1968 г.).

Таблица 1

Средние многолетние значения подземного притока в реки и фильтрационные характеристики стока с болот в зимний период для отдельных водосборов

Река—пункт	Площадь водосбора, км²	Площадь болот*, км²	Средний многолетний подземный приток в реки, л/с·км²	Водность года	Фильтрационные характеристики стока с болот в зимний период									
					ноябрь		декабрь		январь		февраль		март	
					м³/с	л/с·км²	м³/с	л/с·км²	м³/с	л/с·км²	м³/с	л/с·км²	м³/с	л/с·км²
Лямин — факт. Горшково	12 800	9980	2,90	Макс.	1,25	0,125	0,912	0,091	0,154	0,015	0,088	0,009	0,023	0,002
				Средн.	0,186	0,019	0,042	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Мал. Юган — Юрты Киняминны	8 130	2440		Макс.	0,075	0,031	0,051	0,021	0,008	0,003	0,005	0,002	0,000	0,000
				Средн.	0,010	0,004	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Тым — с. Напас	24 500	6850		Макс.	0,300	0,044	0,188	0,027	0,032	0,005	0,018	0,003	0,005	0,001
				Средн.	0,038	0,006	0,009	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Васюган — с. Майск	3 730	2380		Макс.	0,175	0,074	0,132	0,056	0,023	0,010	0,014	0,006	0,004	0,002
				Средн.	0,026	0,011	0,006	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Чузик — пос. Осипово	7 090	4880		Макс.	0,295	0,060	0,187	0,038	0,032	0,007	0,018	0,004	0,005	0,001
				Средн.	0,037	0,008	0,009	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

* Площадь болот определена в Отделе картографии ГГИ.

Многолетние характеристики подземного притока в реки определялись на основе обобщения данных о его годовых величинах существующими в гидрологии способами (Указания по определению..., 1972). Среднемноголетние значения подземного притока в реки устанавливались путем анализа разностных интегральных кривых модульных коэффициентов подземного притока в реки по наиболее продолжительным наблюдениям и методам гидрологической аналогии с использованием графических и аналитических приемов приведения ряда кратковременных наблюдений к многолетнему периоду.

Примеры разностных интегральных кривых модульных коэффициентов годовых величин подземного притока в реки для отдельных водосборов территории с наиболее продолжительными рядами наблюдений приводятся на рис. 2.

Полученные в результате приведения к многолетним значениям минимального речного стока величины контролировались по связям этих значений с годовым подземным питанием рек за соответствующие годы, при этом учитывались и использовались проработки А. М. Комлева (1973).

Анализ точности выполненных расчетов показал, что ошибка определения среднемноголетних величин

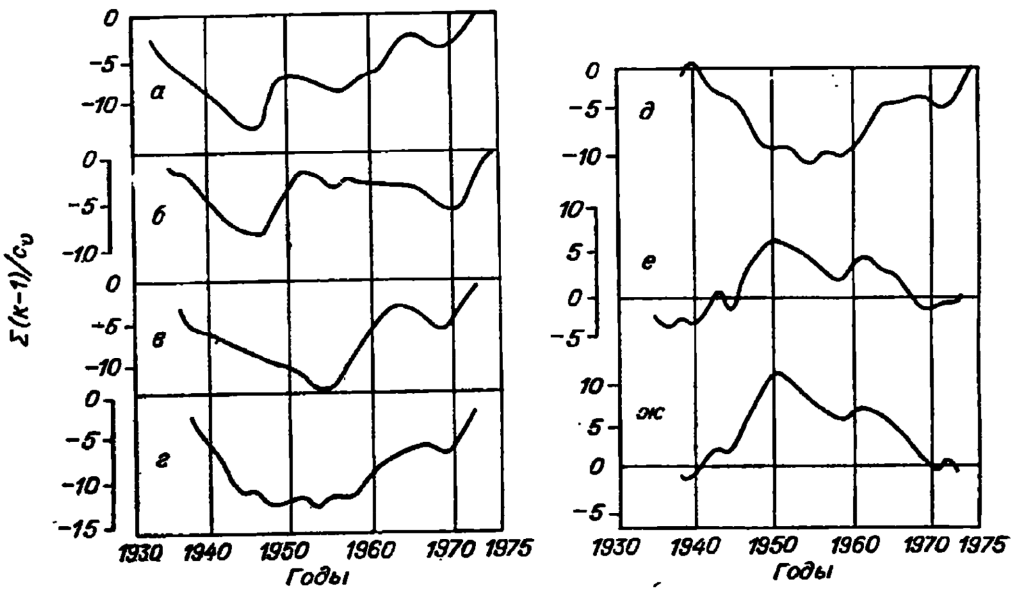


Рис. 2. Совмещенные разностные интегральные кривые модульных коэффициентов подземного притока в реки.

а — р. Пышма — дер. Богодинское; *б* — р. Конда — с. Болчары; *в* — р. Васюган — с. Средний Васюган; *г* — р. Тым — с. Напас; *д* — р. Кеть — пос. Максимкин Яр; *е* — р. Омь — г. Калачинск; *ж* — р. Тартас — с. Венгерово.

подземного стока на водосборах с периодом наблюдений более 5 лет (приводимых к многолетнему ряду графическим способом) для лесной зоны не превышает 15%, для лесостепной и водосборов всей территории в целом при наблюдениях их менее 5 лет — 20—25%.

Расчет подземного притока в реки по многолетним данным позволил определить характеристики многолетней изменчивости подземного стока. Параметры биномиальной кривой обеспеченности — коэффициенты изменчивости и асимметрии подземного притока в реки, а также его величины — с различной вероятностью превышения (50, 75, 95%) рассчитывались стандартными способами с учетом особенностей режима рек различных участков территории. Нами приводятся здесь лишь результаты среднемноголетних значений.

Средняя многолетняя величина подземного притока в реки на рассматриваемой территории изменяется под влиянием комплекса физико-географических факторов от 0 до 3 л/с·км^2 и более.

С помощью метода линейной множественной корреляции на ЭВМ исследовалось количественное влияние различных факторов на величину подземного притока в реки на примере обширного района Обь-Иртышского междуречья в пределах лесной зоны. За показатель общей увлажненности как проявления климатических условий принят средний многолетний модуль общего речного стока — q_0, л/с·км^2. Для характеристики условий подстилающей поверхности использованы: $\lg F$ — размер площади водосбора (в логарифмическом виде) как интегральный показатель влияния суммы факторов и косвенный показатель дренирующей и регулирующей способности речного бассейна; $\alpha_б$ — заболоченность водосбора, %; $\alpha_л$ — лесистость водосбора, %; $H_{вр}$ — показатель эрозионного вреза, определяемый по разности средневзвешенной высоты водосбора и абсолютной отметки уреза воды в замыкающем створе; м.

Недостаточная гидрогеологическая изученность территории, к сожалению, не позволила учесть прямые показатели гидрогеологических особенностей отдельных водосборов (к примеру, водопроводимость водоносных горизонтов — k_m). Опыт предшествовавших исследований минимального речного стока той же территории (Герасименко, 1973) показал нецелесообразность включения в анализ таких факторов, как озерность и средневзвешенный уклон рек.

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа зависимости величины подземного притока в реки от физико-географических факторов

Район	Расчетные уравнения связи	Полный коэффициент корреляции, его средняя квадратическая ошибка $K \pm \delta R$	Погрешность уравнения	
			л/с·км, $\pm$	%
Iа	$q_п = 0{,}33q_0 - 0{,}007\alpha_б + 0{,}01H_{вр} - 0{,}16\lg F + 0{,}28$	$0{,}955 \pm 0{,}025$	0,122	14
Iб	$q_п = 0{,}18q_0 - 0{,}04\alpha_б - 0{,}036\alpha_л + 3{,}58$	$0{,}844 \pm 0{,}084$	0,120	14
Iв	$q_п = 0{,}42q_0 + 0{,}045\alpha_б - 0{,}33\lg F - 1{,}72$	$0{,}834 \pm 0{,}140$	0,091	9

Таким образом, рассматриваемая зависимость имеет вид $q_п \sim f(q_0, F, H_{вр}, \alpha_б, \alpha_л)$. На основании ее корреляционного анализа с расчетом парных и частных коэффициентов корреляции получены зависимости величины модуля подземного стока от основных определяющих факторов для трех участков территории в пределах исследуемого района (табл. 2).

Полученные уравнения позволяют определить среднемноголетнюю величину годового подземного стока для недостаточно гидрометрически изученных рек по нормам общего речного стока и характеру подстилающей поверхности для отдельных участков Обь-Иртышского междуречья с ошибкой менее 15% и увеличить количество исходных данных при обобщении характеристик подземного питания рек территории исследований.

Помимо оценки влияния суммы природных факторов на величину подземного притока в реки, нами совместно с Н. Я. Протасовой специально исследовался вопрос о снижении подземного питания рек в зоне распространения низинных болот под влиянием испарения с их поверхности. Анализ водного баланса низинных болот южной части территории в маловодные годы показал, что испарение с поверхности низинных болот за счет подземных вод (порядка 10 мм в год) составляет довольно значительную величину в сравнении с общим объемом подземного питания рек зоны неустойчивого и недостаточного увлажнения, которую следует учитывать при детальной оценке подземного стока.

Для уточнения схемы территориального распределения подземного притока в реки дополнительно к оценке по замыкающим гидрометрическим створам были рассчитаны его величины для участков рек или по частным водосборам (для 50) методом разности на основании решения уравнения руслового водного баланса.

При определении величин подземного стока по разности расходов между створами для большинства частных водосборов выполнялось требование к достаточному приращению расходов (примерно в 2 раза), обеспечивающее расчет с ошибкой менее 40% (Ратнер, 1972).

Для отдельных участков крупных транзитных рек (Обь на участке Камень-на-Оби — Новосибирск, Иртыш на участке Омск — Усть-Ишим, Ишим) определение приращений стока по частным водосборам дополнялось расчетами подземного притока в придолинные зоны. Такие расчеты выполнены с пониженной точностью из-за относительно малых приращений стока на придолинных участках.

Подземный приток в озёра, дренирующие основные водоносные комплексы южной части территории, определялся Т. М. Черной как остаточный член уравнения многолетнего водного баланса бессточных озёр по данным об осадках на зеркало озера (с учетом поправок на приведение к показаниям осадкомера, смачивание его ведра и ветровой

недоучет), испарении с зеркала и поверхностном притоке в озеро. Оценка подземной составляющей водного баланса произведена для 123 озер. Ошибка выполненных расчетов составляет примерно 30% от средней многолетней величины подземного притока в озеро. По отдельным озерам (Кучукское и Карачи) величины, полученные водобалансовым способом, контролировались гидрогеологическим расчетом расхода подземных вод по данным наблюдений за их уровнями в районе озера.

Для обобщения величин подземного притока в реки и озера на карте (масштаб 1:1 500 000) принят метод картограммы или площадного картирования. Использование этого метода позволяет не только проследить зональность в распределении притока по территории под влиянием климатических условий, но и выявить его дискретную природу. При картировании величин подземного притока в реки основой служили главным образом данные по водосборам с площадями более 2000 км², но использовались и данные о реках с меньшими водосборами, полностью дренирующих основной природный комплекс.

Вопрос о размерах репрезентативных площадей водосборов решался на основании анализа изменения среднемноголетних величин подземного притока в реки в зависимости от площадей их бассейнов в пределах отдельных участков территории с однородными гидрогеологическими условиями.

Приведенные на рис. 3 примеры (юг лесной и северная часть лесостепной зон) иллюстрируют относительную стабильность величин подземного притока в реки с площадью водосбора 1500—2000 км² и больше. Для водосборов меньшей площади характерны часто неполное дренирование основного водоносного комплекса и более выраженное проявление влияния местных азональных факторов. На повышенных, наиболее дренированных участках территории, например в предгорных районах, а также при близком к поверхности земли залегании подземных вод относительно полное дренирование водоносных комплексов присуще рекам с площадями водосборов менее 1000 км².

На юге территории, в бессточном районе Обь-Иртышского междуречья, наблюдается в основном уменьшение подземного стока по длине реки, т. е. с увеличением площади водосборов (реки Кулунда, Чулым, Каргат); очевидно, это объясняется потерями на испарение вод, принимающих участие в формировании подземного стока, а также недоучетом стока в связи с наледообразованием. Оценка подземного стока этого района производилась приближенно на основании данных по верх-

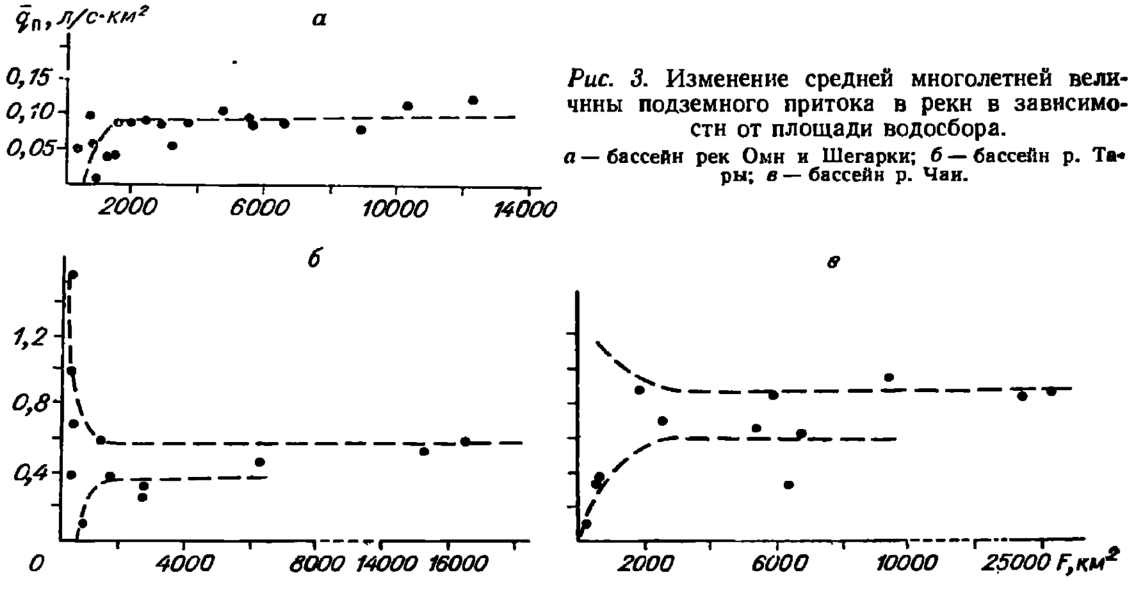


Рис. 3. Изменение средней многолетней величины подземного притока в реки в зависимости от площади водосбора.

а — бассейн рек Омн и Шегарки; *б* — бассейн р. Тары; *в* — бассейн р. Чаи.

ним створам рек, а также данных о подземной составляющей водного баланса озер.

Для характеристики гидрогеологических условий формирования подземного стока и определения уровня дренирования гидрографической сетью отдельных участков района исследовались карты дренирования (вреза долин рек и котловин озер в водоносные горизонты), составленные для отдельных административных областей гидрогеологами геологических управлений Министерства геологии.

С учетом амплитуды рассчитанных среднемноголетних значений подземного притока в реки и озера, точности их определения, а также гидрометрической изученности территории приняты следующие основные градации модуля подземного притока при картировании (в л/с·км^2): 2,0—3,0; 1,5—2,0; 1,0—1,5; 0,5—1,0; 0,3—0,5; 0,1—0,3; 0—0,10. Для участков территории, где при картировании использовались в основном данные о подземном притоке, рассчитанные по разности расходов на участках водосборов, использовалась градация 1,0—2,0. Для предгорных участков водосборов рек Чарыша и Алея с резкой сменой гидрогеологических условий формирования подземного стока в пределах незначительной площади дополнительно учитывалась градация 0,1—1,0. Данные расчетов для придолинных участков на Оби между городами Камнем-на-Оби и Новосибирском и на Иртыше между Омском и Усть-Ишимом могут быть распространены и на другие участки с аналогичными гидрогеологическими условиями формирования подземного стока. На бесприточном участке Иртыша между селами Семиярское и Черлак специальным знаком показана придолинная область потерь речных вод на инфильтрацию, что подтверждается многолетними данными о величинах годового и минимального речного стока.

В пределах основной части территории лесной зоны области избыточного и умеренного увлажнения реки в значительной мере дренируют водоносные комплексы свободного водообмена, и объем подземного притока в них практически соответствует естественным ресурсам подземных вод этой части территории. Средние многолетние величины подземного стока здесь изменяются от 0,3 до 3 л/с·км^2, четко прослеживается климатическая зональность их распределения по территории.

В лесостепной и степной зонах, характеризующихся неустойчивым и недостаточным увлажнением и распространением с поверхности слабопроницаемых суглинистых отложений, величина модуля подземного стока обычно не превышает 0,5 л/с·км^2, ее изменения по территории зависят главным образом от геоморфологических особенностей.

В условиях плоского рельефа немногочисленные реки и мелкие озера дренируют лишь верхние водоносные комплексы неоген-четвертичных отложений. Лежащие ниже водоносные комплексы (палеогеновые — верхнемеловые) зоны свободного водообмена разгружаются в наиболее глубоко врезанные озерные котловины (озера Теке, Кызылках, Жалаулы, Эбейты, Маралды, Кулундинское).

На участке Иртыша от с. Семиярское до с. Черлак, где наблюдается уменьшение расходов реки, по данным специальных исследований (Формирование подземного стока..., 1970), в придолинной зоне шириной ~ 15 км сосредоточены значительные запасы подземных вод (модуль подземного стока в среднем 1,5 л/с·км^2), образовавшиеся в основном за счёт фильтрации речных вод в аллювиальные отложения. Площадь распространения песчаных аллювиальных отложений, примыкающих с юго-востока к придолинному участку Иртыша, характеризуется также относительно высокими значениями модуля стока подземных вод (0,5—1,0 л/с·км^2), формирующихся за счет фильтрации поверхностных вод и дренируемых местными озерами.

Оценка подземного притока в реки с отдельных водосборов, а также специально составленная карта послужили основой для расчета ес-

Таблица 3

Естественные ресурсы подземных вод территории исследований

Административная единица	Площадь, км²	Объем стока, млн·м³/год	Модуль стока, л/с·км²	Слой стока, мм	Расход	
					тыс·м³/сут	м³/с
Тюменская область	492 525	22 497,3	1,45	46	61 706,9	714
Томская »	316 900	16 663,5	1,67	53	45 705,6	529
Кемеровская, »	13 275	626,8	1,50	47	1 719,4	19,9
Омская * »	139 700	1 348,2	0,31	10	3 697,9	42,8
Новосибирская * »	178 200	1 830,2	0,33	10	5 019,8	58,1
Алтайский край	132 412	2 731,9	0.66	21	7 490,9	86,7
Казахская ССР *	115 937	1 057,1	0,29	9	2 899,5	33,6
Итого	1 388 949	46 754,1	1,07	34	128 240,0	1484,3

* Области с участками распространения подземных вод повышенной минерализации.

тественных ресурсов подземных вод исследуемой области (табл. 3).

На территории умеренного и избыточного увлажнения с постоянной речной сетью естественные ресурсы подземных вод рассчитывались по данным о величинах подземного стока в замыкающих створах (или на отдельных участках) крупных речных водосборов притоков Оби, Иртыша, Тобола и интерполяции между величинами для площадей, не освещенных этими данными.

Для южной части территории ресурсы подземных вод определялись непосредственно по карте (масштаб 1:1 500 000) путем планиметрирования участков с различными величинами подземного стока.

В зоне распространения подземных вод пестрой минерализации, сложенной с поверхности относительно водоупорными породами, оценка естественных ресурсов произведена приближенно из расчета условно принятого модуля подземного стока 0,05 л/с·км² (в пределах градации 0—0,10).

Для участка придолинной зоны Иртыша между селами Черлак и Семиярское величина естественных ресурсов подземных вод принималась по данным С. М. Мухамеджанова — 425,2 млн. м³ в год на площади 9 тыс. км².

На территории гидрологических исследований площадью 1,4 млн. км² естественные ресурсы подземных вод равны примерно 46,8 км³ в год, что соответствует модулю подземного стока порядка 1 л/с·км² и составляет около 25% объема ее общих водных ресурсов, рассчитанных по данным о среднемноголетних значениях речного стока всей территории.

Результаты расчетов подземного стока для отдельных водосборов и территории исследований в целом в настоящее время находят широкое применение при прогнозной оценке запасов подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна и могут быть, вероятно, использованы при разработке схем комплексного использования и охраны водных ресурсов Западной Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

Болота Западной Сибири, их строение и гидрологический режим. Л., Гидрометеоиздат, 1976. 447 с.

Всеволожский В. А. Ресурсы подземных вод южной части Западно-Сибирской низменности. М., «Наука», 1973. 88 с.

Герасименко В. П. Применение множественной линейной корреляции к анализу и расчетам минимального стока рек Западно-Сибирской равнины.— В кн.: Труды ГГИ. Вып. 196. М., 1973, с. 185—208.

Иванов К. Е. Основы гидрологии болот лесной зоны. Л., Гидрометеоиздат, 1957. 500 с.

Карта подземного стока СССР (зоны интенсивного водообмена). М-б 1 : 5 000 000. М., ГУГК, 1955.

Комлев А. М. Исследования и расчеты зимнего стока рек (на примере Западной Сибири). М., Гидрометеоиздат, 1973. 200 с.

Куприянова Е. М. Водный баланс Западно-Сибирской равнины. М., «Наука», 1967. 63 с.

Попов О. В. Развитие исследований подземного притока в реки.— В кн.: Труды ГГИ. Вып. 166. М., 1969, с. 5—28.

Ратнер Н. С. О размещении сети при гидрометрической оценке подземного стока.— В кн.: Труды ГГИ. Вып. 188. М., 1972, с. 153—170.

Указания по определению расчетных гидрологических характеристик. СН 435-72. Л., Гидрометеоиздат, 1972. 18 с.

Формирование подземного стока на территории Казахстана. Алма-Ата, «Наука», 1970. 148 с.

Т. М. Черная

ПОДЗЕМНЫЙ СТОК НА ТЕРРИТОРИИ ОЗЕРНЫХ ВОДОСБОРОВ СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЧАСТЕЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

Общие водные ресурсы крупных речных бассейнов принято характеризовать величиной речного стока в замыкающих створах изучаемой территории. При этом в подземном притоке (подземной составляющей речного стока) по расчетным створам практически учитываются и естественные ресурсы подземных вод зоны свободного водообмена этих бассейнов.

Но иногда в пределах речных водосборов могут быть междуречные пространства, поверхностный и подземный сток с которых не принимает участия в речном стоке, учитываемом в замыкающих створах крупных речных бассейнов. Для таких территорий при оценке естественных ресурсов подземных вод должен дополнительно учитываться подземный сток на указанных междуречных пространствах.

В южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна, преимущественно в его степных и лесостепных районах, такими бессточными участками являются озерные водосборы Обь-Иртышского, Ишим-Иртышского и Тобол-Ишимского междуречий. Для определения естественных ресурсов подземных вод зоны свободного водообмена была произведена оценка подземного притока в отдельных озерных водосборах этих междуречий.

На рассматриваемой территории речная сеть развита чрезвычайно слабо и основная разгрузка подземных вод осуществляется в глубоких долинах рек Оби, Иртыша, Ишима, Тобола, и также в отдельных наиболее глубоко врезанных озерных котловинах, расположенных на междуречных пространствах. К таким наиболее крупным бессточным озерам с подземным питанием относятся, например, Кулундинское, Кучукское, Сартлан, Бол. Яровое, Маралды, Теке, Кызылкак, Жалаулы, Селетытенгиз, Киши-Карай, Эбейты, Шурекcор с площадями зеркала более 50 км^2.

Глубины вреза котловин озер Маралды, Теке, Кызылкак, Жалаулы, Селетытенгиз достигают 80—110 м по отношению к водораздельной линии поверхности выравнивания, а абсолютные отметки уреза воды последних на 20—50 м ниже отметок основной дрены этого района — р. Иртыша. Котловины остальных перечисленных выше озер врезаны на 20—30 м. Глубины озер, в питании которых принимают участие подземные воды, составляют 4—7 м и более; озера обычно не пересыхают и не промерзают.

Однако не во все озера поступают подземные воды. Анализ фактических материалов показал, что даже такие большие озера, как Чаны и Убинское, с площадями водной поверхности 1990 и 440 км², практически не имеют подземного притока и питание их осуществляется поверхностными водами снегового происхождения.

Основной фазой уровенного режима озер изучаемой территории является весенний подъем воды, начинающийся бычно в апреле, на некоторых озерах — в конце марта. Период нарастания уровня длится 5—10 дней в озерах без грунтового питания и 1,5—2 мес при питании. Затем, после некоторого стояния высоких уровней, наступает летне-осенний спад, обусловленный испарением с поверхности озера, продолжающийся обычно до августа—сентября, а практически на большинстве озер с подземным питанием — до начала замерзания их. У озер без подземного притока продолжительность стояния высоких уровней и летне-осеннего спада обычно короче, и часты пересыхание или промерзание, особенно на небольших озерах. Высота же весеннего подъема уровня зависит от формы чаши озера и общей величины притока в него. Например, для перечисленных выше крупных озер с подземным притоком она составляет 20—50 см, а для озер Чаны и Убинское — 10—30 см. Многолетняя амплитуда колебаний уровня воды в озерах значительно больше из-за много- и маловодных периодов.

В большинстве случаев подземные воды в озера изучаемой территории поступают из маловодоносных, преимущественно супесчаных и песчаных отложений четвертичного и неогенового возраста. В пределах расположения таких глубоко врезанных озер, как Теке, Кызылкак, Жалаулы, Селетытенгиз, Эбейты, Маралды, дополнительно к дренированию четвертичных и неогеновых отложений происходит разгрузка подземных вод палеогеновых толщ, а в котловинах озер Теке, Кызылкак и Жалаулы возможен подземный приток также из меловых отложений.

В условиях слабой гидрометеорологической изученности рассматриваемой территории и отсутствия достаточно полных режимных данных о подземных водах в массовых расчетах оценка подземного стока может быть произведена путем составления среднего многолетнего водного баланса озер.

Результаты оценки подземного притока в озерные котловины этого региона дают следующую картину его распределения по площади.

На значительной территории степной и лесостепной частей Обь-Иртышского, Ишим-Иртышского и Тобол-Ишимского междуречий подземный приток в озера сравнительно невелик: там, где преобладают суглинистые и глинистые породы, он составляет до 0,1, а в зонах распространения преимущественно супесчаных и песчаных отложений — от 0,1 до 0,3 л/с · км².

Однако выделяются здесь и районы с повышенным подземным притоком в озера, достигающим 1 л/с · км² и более. Примером могут служить расположенные на правобережье Иртыша, на самом юге территории исследований, озера Тлеуберды, Шарбакты, Малыбай, Бурлю, Казы, Калатуз, Аксор, Сейтень, Сор, Туз и некоторые другие, обильное подземное питание которых объясняется относительно глубоким их врезом в хорошо обводненные древние аллювиальные отложения, сложенные разнозернистыми, преимущественно среднекрупнозернистыми песками с включением гравийно-галечных отложений. Песчаные грунты определяют благоприятные условия инфильтрации. Относительно большая водоносность пород этого участка подтверждается выходом подземных вод в многочисленных родниках.

Значительный подземный приток 0,3—0,5 л/с · км² отмечается для района глубоких котловин озер Ишим-Иртышского междуречья (Теке, Кызылкак, Жалаулы), дренирующих водоносные толщи зоны свободного водообмена до меловых пород. На окружающей территории этого меж-

дуречья подземный приток в озера характеризуется величинами модулей до 0,3 л/с·км². В пределах площади распространения суглинистых и глинистых отложений (модуль 0—0,1 л/с · км²) повышенный подземный сток в оз. Эбейты (до 0,3 л/с · км²) можно объяснить разгрузкой здесь подземных вод палеогеновых толщ. По-видимому, то же происходит и в бассейне оз. Маралды на Обь-Иртышском междуречье, где подземный приток составляет 0,3—0,5 л/с · км².

Полученные результаты согласуются с общей оценкой подземного стока зоны интенсивного водообмена, приведенной в работах В. А. Всеволожского (1965, 1973) и Е. М. Ивановой (1976).

О степени достоверности этих результатов можно судить по описанию методики выполненных расчетов водного баланса.

Уравнение водного баланса озера за любой период времени имеет вид

$$h_{пр} + h'_{пр} + h_{ос} - h_{ис} - h_{ст} - h'_{ст} \pm \Delta h = 0, \quad (1)$$

где $h_{пр}$ — поверхностный приток; $h'_{пр}$ — подземный приток; $h_{ос}$ — осадки, поступающие на зеркало озера; $h_{ис}$ — испарение с зеркала озера; $h_{ст}$ — поверхностный сток из озера; $h'_{ст}$ — подземный сток из озера; Δh — изменение уровня озера за расчетный период.

Все элементы водного баланса в уравнении (1) обычно выражаются в виде слоя воды (мм), отнесенного к средней площади зеркала озера.

По условиям формирования водного баланса озера подразделяются на две основные категории: сточные и бессточные. Для бессточных в условиях отсутствия подземного оттока из них составляющие $h_{ст}$ и $h'_{ст}$ равны нулю, а для многолетнего периода равна нулю также и величина Δh, поэтому уравнение водного баланса для бессточного озера за многолетний период принимает вид

$$h_{пр} + h'_{пр} + h_{ос} = h_{ис}. \quad (2)$$

Суммарный (поверхностный и подземный) приток в озеро P_0 равен

$$P_0 = h_{ис} - h_{ос}. \quad (3)$$

Значение величины P_0 является исходным для определения подземного притока в озеро по уравнению

$$h'_{пр} = P_0 - h_{пр}. \quad (4)$$

Допуская совпадение границ поверхностного и подземного водосборов, величину подземного притока слоя ($y_{подз}$, мм) и модуля ($q_{подз}$, л/с·км²) определяем по формулам

$$y_{подз} = \frac{h'_{пр}\omega_0}{F}, \quad (5)$$

$$q_{подз} = \frac{y_{подз}}{31{,}5}, \quad (6)$$

где ω_0 — средняя площадь зеркала озера, км²; F — площадь водосбора озера, км².

Расчет подземного притока в озеро производится по средним многолетним величинам испарения с его водной поверхности, осадков, выпадающих на поверхность, и поверхностного стока в него. Ниже кратко описывается методика определения указанных составляющих уравнения водного баланса озер.

Оценка испарения с водной поверхности озер произведена путем приближенных расчетов и использования карт испарения. Наиболее точные результаты могут быть получены при раздельном учете испарения за теплый (с водной поверхности) и холодный (со льда и снега на

Расчет средней многолетней величины испарения с поверхности озер по месяцам, мм

Озеро	Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма испарения за безледоставный период, мм	Сумма испарения за зимний период, мм	Сумма испарения за год, мм	Отношение суммы испарения за безледоставный период к сумме за зимний период, %	Испарение по карте, мм
Бол. Островное	Мамонтово	4,6	5,2	8,0	22,0*/13,0	97,5	144	154	118	79,3	44,7	10,0	5,7	650	55	705	8	720
Кучукское	Благовещенка	4,6	3,1	8,0	12,6*/40,0	120	155	171	135	105	55,0	3,6*/5,9	4,6	785	39	824	5	750
Карачи	Чаны	3,4	3,1	5,7	26,6	140	157	165	130	77,0	43,0	6,7	3,4	712	49	761	6	600
Иткуль	Чулым	3,4	3,1	6,9	22,2	85,5	151	184	134	97,0	69,5	5,6	3,4	721	44	765	6	600
Бол. Тороки	Каргат	3,4	2,1	5,7	23,3	50,0	110	125	87,3	55,8	29,0	4,4	3,4	457	42	499	8	570
Чаны	Квашнино	2,3	3,1	4,6	4,1*/7,3	64,1	129	151	112	71,7	44,6	4,0*/19,7	3,4	583	37	620	6	620
»	Чистоозерное	2,3	3,1	4,6	17,8*/8,5	117	128	145	109	69,2	39,6	5,5	3,4	617	37	654	6	620
Убинское	Каргат	3,4	2,1	5,7	23,3	36,4	100	117	85,0	58,5	38,2	4,4	3,4	435	42	477	9	560
Бол. Бердюжье	Бердюжье	3,4	4,1	6,9	26,6	92,7	137	164	88,8	55,9	54,6	6,7	3,4	593	51	644	8	650

* Величина испарения: числитель — за зимний, знаменатель — за безледоставный месяц.

поверхности озера) периоды года. К сожалению, такие расчеты были обеспечены гидрометеорологической информацией лишь для 8 озер исследуемой территории. Результаты расчетов приведены в таблице, данные которой показывают, что величина испарения с поверхности озера за зимний период составляет лишь 5—9% от испарения за год, т. е. близка к погрешности расчета величин испарения и может не учитываться.

Для определения испарения за безледоставный период использованы рекомендации, изложенные в «Указаниях по расчету испарения с поверхности водоемов» (1969), где в качестве основы принята обобщенная расчетная формула ГГИ, полученная Б. Д. Зайковым, А. П. Браславским, З. А. Викулиной:

$$E_0 = 0{,}14n\,(e_0 - e_{200})(1 + 0{,}72U_{200}). \qquad (7)$$

Здесь E_0 — испарение с водоема за расчетный интервал времени, мм; e_0 — среднее значение максимальной упругости водяного пара, вычисленное по температуре поверхности воды в водоеме, мб; e_{200} — среднее значение упругости водяного пара (абсолютной влажности воздуха) над водоемом на высоте 200 см, мб; U_{200} — среднее значение скорости ветра над водоемом на высоте 200 см, (м/с); n — число суток в расчетном интервале времени, за который принимается месяц, а в начале и в конце безледоставного периода — соответствующее число суток от даты вскрытия до конца данного месяца и от начала последнего месяца безледоставного периода до даты замерзания водоема.

Испарение со снега и льда в детальных расчетах по приведенным в таблице озерам определялось по формуле П. П. Кузьмина в зависимости от дефицита влажности воздуха:

$$E = 0{,}37 \cdot n \cdot d_2, \qquad (8)$$

где E — испарение со снега и льда за расчетный интервал времени, мм; d_2 — среднесуточный дефицит влажности воздуха, мб; n — число суток в расчетном интервале времени.

В случае недостаточности данных оценка средних многолетних величин испарения с водной поверхности озер производилась по карте многолетней испаряемости с водной поверхности бассейна площадью 20 м² (Указания по расчету испарения..., 1969).

При сравнительном анализе данных, полученных путем расчета по формулам и по карте, видны небольшие расхождения (до 8%) в случае непосредственной близости к озерам метеостанций, информация с которых использована в расчетах (оз. Бол. Островное и м/с Мамонтово, оз. Кучукское и м/с Благовещенка, оз. Чаны и м/с Квашнино и Чистоозерное, оз. Бол. Бердюжье и м/с Бердюжье и др.). При значительном удалении метеостанций от расчетных объектов расхождение величин может достигать 22%, что в значительной мере определяется нерепрезентативностью гидрометеорологических данных. Последнее наблюдается, например, для оз. Карачи и м/с Чаны в 15 км от озера, оз. Иткуль и м/с Чулым — в 5, оз. Бол. Тороки и м/с Каргат — в 20, оз. Убинское и м/с Каргат — в 10 км от озера.

В связи с изложенным, во всех случаях нерепрезентативности гидрометеорологических данных средние многолетние величины испарения с водной поверхности озер определялись по карте. Для территории Павлодарской области подобные расчеты произведены на основе более подробной карты, составленной при работах ГГИ в районах освоения целинных и залежных земель.

В расчетах величин испарения сильно минерализованных озер с известными величинами минерализации введена поправка на уменьшение испарения вследствие солености воды согласно «Рекомендациям...» (1976).

Распределение атмосферных осадков по изучаемой территории равномерное вследствие равнинного характера местности. Влияние же плоских междуречных пространств и небольших по площади акваторий озер незначительно. Поэтому в расчетах водного баланса средние многолетние величины осадков на поверхность озер принимались такими же, как для суши, и определялись по карте норм готовых сумм осадков, построенной с учетом поправок — на смачивание прибора, приведение прибора к показаниям осадкомера и ветровой недоучет жидких и твердых осадков (Плиткин, 1976).

Определение средней многолетней величины поверхностного притока в озеро $h_{пр}$ не представляет трудности, если в устьях впадающих в него рек и ручьев ведутся многолетние наблюдения за стоком.

Для 8 озер расчеты поверхностного притока произведены на основе данных многолетних наблюдений, а по отдельным озерам Павлодарской области — данных наблюдений на логах в период работы экспедиции ГГИ. В остальных случаях, когда поверхностный приток озер оказывался не изученным, использовались карты. Для бóльшей части территории величина слоя поверхностного стока с водосборов озер ($y_{пов}$, мм) получена по карте среднего слоя стока половодья, приведенной в «Указаниях по определению...» (1972).

По наиболее засушливой юго-западной части территории Павлодарской области, где поверхностный приток в озера осуществляется преимущественно действующими только в весенний период логами и мелкими пересыхающими речками, для определения $y_{пов}$ использована карта поверхностного стока с малых водосборов (площадью до 100 км^2).

Слой поверхностного притока в расчете на водную поверхность озера определялся по формуле

$$h_{пр} = \frac{y_{пов} \cdot F_д}{\omega_0}, \qquad (9)$$

где $F_д$ — действующая площадь водосбора озера, км^2.

При совместном анализе всех составляющих водного баланса озера с целью получения характеристики подземного притока как остаточного члена уравнения баланса в каждом отдельном случае учитывались особенности его гидрологического режима — глубина, пересыхание и промерзание и частота этих явлений, характер хода уровня, влияние хозяйственных мероприятий и др. Как показали результаты многолетних экспедиционных исследований ГГИ, обычно озера, пересыхающие и промерзающие ежегодно или в течение ряда лет, не имеют подземного притока.

Для озер Кучукского и Карачи, где, кроме гидрологических, находятся и гидрогеологические посты, имеющие ряд режимных скважин и для которых известны исходные фильтрационные параметры (коэффициенты фильтрации, водопроводимости, гидравлической емкости и др.), одновременно с воднобалансовой оценкой подземного притока произведены специальные гидрогеологические расчеты*. Для оз. Карачи рассчитаны величины инфильтрационного питания подземных вод и единичного фильтрационного потока по известным формулам Г. Н. Каменского. В результате установлено, что подземный приток в оз. Карачи в расчете на площадь зеркала составил за 1969 и 1970 гг. 21 и 24 мм соответственно, что подтверждает среднюю многолетнюю величину в 30 мм, полученную балансовым способом.

Единичный расход подземного притока к оз. Кучукское рассчитан по формуле Дюпюи. Величина подземного притока в расчете на площадь зеркала озера составила 90 мм, что, если принять во внимание

* Выполнены в Отделе подземного стока ГГИ Г. П. Колесовым.

приближенность гидрогеологического расчета, незначительно отличается от величины 135 мм, полученной балансовым способом.

Величины подземного притока, найденные воднобалансовым способом, согласуются с результатами исследований, выполненных ранее для отдельных озер данной территории. Так, А. В. Шнитниковым (1948) величина подземного притока в расчете на площадь зеркала для озер Кулундинское и Кучукское оценивается в 172 и 156 мм (0,16 и 0,28 л/с · · км^2) соответственно.

В работе А. А. Соколова (1964) приведены сведения о водном балансе озер Чаны и Убинское. Первое из них подземного притока не имеет, во втором обнаружен даже подземный отток в 76 мм (на площадь поверхности озера).

При дальнейшем уточнении величин подземного притока в озера могут быть использованы разработки И. Б. Вольфцуна, методика которых (Смирнов, Вольфцун, 1963; Вольфцун, 1972) предусматривает детальные воднобалансовые исследования. Однако возможности применения этой методики без специальных полевых наблюдений ограничены. Точность определения подземного притока в озера по уравнению водного баланса зависит от погрешностей расчета его элементов: испарения, осадков и поверхностного притока.

Погрешность определения средних многолетних величин испарения с водной поверхности можно принять равной 5%, годовых сумм осадков с учетом поправок — 10 %, а среднюю ошибку расчета поверхностного притока — 10%. Принимая в среднем для рассматриваемой территории величины испарения, осадков и поверхностного притока, отнесенные к средней площади зеркала озера, равными соответственно 700, 400 и 150 мм, и вычислив абсолютные погрешности σ (мм) расчетных компонентов водного баланса ($\sigma_{исп} = 35$ мм, $\sigma_{ос} = 40$ мм, $\sigma_{пов.\,пр} = 15$ мм), можно определить среднюю квадратичную ошибку подземной составляющей водного баланса (в мм):

$$\sigma_{подз} = \sqrt{\sigma^2_{исп} + \sigma^2_{ос} + \sigma^2_{пов.пр}} = \sqrt{35^2 + 40^2 + 15^2} = \sqrt{3050} = 55, \quad (10)$$

что составляет 27% от средней многолетней величины подземного притока для озерного водосбора изучаемой территории.

Учитывая различное сочетание отдельных составляющих для конкретных озер, следует иметь в виду, что в некоторых случаях ошибка может превышать эту величину.

ЛИТЕРАТУРА

Вольфцун И. Б. Расчеты элементов баланса грунтовых вод (на основе гидрометеорологической информации). Л., Гидрометеоиздат, 1972. 272 с.

Всеволожский В. А. Подземный сток в озерные котловины южной части Западно-Сибирской низменности.— В кн.: Труды ГГИ. Вып. 122. М., 1965, с. 142—152.

Всеволожский В. А. Ресурсы подземных вод южной части Западно-Сибирской низменности. М., «Наука», 1973. 88 с.

Иваиова Е. М. Распределение подземного стока в реки по территории Западной Сибири и некоторые особенности его формирования.— В кн.: Труды ГГИ. Вып. 139. М., 1976, с. 99—111.

Плиткин Г. А. Водный баланс Западной Сибири.— В ки.: Труды ГГИ. Вып. 228. М., 1976. 247 с.

Рекомендации по расчету испарения с поверхности суши. Л., Гидрометеоиздат, 1976. 98 с.

Смирнов К. И., Вольфцун И. Б. Опыт расчета притока грунтовых вод в озеро методом водного баланса.— В кн.: Труды ГГИ. Вып. 104. М., 1963, с. 75—84.

Соколов А. А. Гидрография СССР (воды суши). Л., Гидрометеоиздат, 1964. 536 с.

Указания по определению расчетных гидрологических характеристик. СН 435-72. Л., Гидрометеоиздат, 1972. 18 с.

Указаиия по расчету испарения с поверхности водоемов. Л., Гидрометеоиздат. 1969. 83 с.

Шнитников А. В. Водный баланс озер Кулундинского и Кучук.— В кн.: Труды ГГИ. Вып. 4 (58). М., 1948, с. 96—121.

В. М. Савкин

РАЗВИТИЕ БЕРЕГОВ СИБИРСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ В ПЕРИОД ИХ ЗАПОЛНЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Хозяйственное освоение береговой полосы искусственных водоемов Сибири в настоящее время требует все большего внимания. Если еще до 1970 г. исследования прибрежных зон водохранилищ и их водных ресурсов в основном ограничивались интересами гидротехнического и транспортного строительства, то уже к 1977 г. остро назрела, а в 1980—1990 гг. станет безотлагательной необходимость решения вопросов, связанных с использованием водохранилищ и их прибрежных зон для размещения крупных территориально-производственных комплексов, орошения прилегающих сельскохозяйственных угодий, а также переброски части стока сибирских рек для обводнения засушливых районов Сибири, Казахстана и Средней Азии.

Протяженность береговой линии сибирских водохранилищ к настоящему времени составляет около 22 тыс. км. Из них более 25% приходится на берега, подверженные воздействию различных геодинамических процессов. Наибольшая протяженность разрушающихся берегов наблюдается на Новосибирском, Братском и Красноярском водохранилищах. Так, на Новосибирском водохранилище около 40, а на Красноярском — 60% общей протяженности их береговой линии подвергается разрушению.

После заполнения Саянского водохранилища большая часть его берегов будет представлена скальными склонами, сложенными палеозойскими и изверженными породами различной прочности (Кусковский, 1977). Однако в верховьях водоема — Тувинской котловине берега сложены рыхлыми отложениями и подвергнутся интенсивному разрушению, особенно в первые годы существования водохранилища (Савкин, Сергеенков, 1977).

При планируемой переброске части стока Оби в засушливые области страны возникает необходимость строительства ряда гидроаккумулирующих водохранилищ, что в значительной степени может изменить природные условия прилегающих территорий.

Как показывают предварительные проработки, зарегулированные воды в бассейне Оби будут находиться в контакте с высокими террасами, сложенными лессовидными суглинками и песками. Наблюдения, проведенные на существующих водохранилищах (Новосибирском, Красноярском и др.), дают основания ожидать, что при этом возникнут и будут развиваться интенсивные процессы формирования берегов новых искусственных водоемов. Так, в случае создания Каменского, Батуринского и Колпашевского водохранилищ в течение их 25-летней эксплуатации ширина зоны переработки может достигнуть 350—400 м (Бейром, Широков, 1974).

Исследования на сибирских водохранилищах (Бейром и др., 1977; Вендров, Широков, 1977) показывают, что большое значение в определении интенсивности переработки берегов имеют их зональные особенности. К числу наиболее существенных можно отнести климатические, гидрологические и биологические условия. Развитие береговых склонов водохранилищ Якутии, например. тесно связано с влиянием зарегулированных водных масс на многолетнемерзлые толщи (Арэ, 1977; Константинов, Суходровский, 1977). Кроме того, с юго-запада на северо-восток сокращается безледоставный период и соответственно продолжительность воздействия ветрового волнения на берега в течение года. Зональный характер имеет и процесс выветривания пород, выходящих на дневную поверхность, что связано с особенностями температурного и ветрового режимов региона.

Расположение таких крупных водохранилищ, как Новосибирское и Красноярское, в лесостепной зоне, а Братского — в лесной позволяет установить различную степень влияния древесной растительности на формирование их берегов. Наличие значительного количества затопленных лесных массивов в прибрежной полосе Братского водохранилища дает основание говорить о сдерживающем ее влиянии на размыв относительно пологих берегов. В то же время этот фактор совершенно не характерен для Новосибирского водохранилища. Из пяти основных типов развития берегов водохранилищ — абразионный, эрозионно-денудационный, аккумулятивный, биогенный и нейтральный — в сибирских условиях преобладают два первых. Значительно меньше распространен здесь нейтральный тип, что резко отличает водохранилища Сибири от крупных водохранилищ европейской части страны (Широков, 1974). Наиболее интенсивная абразия берегов водохранилищ отмечается там, где склоны сложены рыхлыми четвертичными отложениями. Широкое распространение при этом приобретают оползневые процессы, усложняющиеся оживлением старых оползней. Падение коренных пород, перекрытых толщами рыхлых отложений, в сторону водохранилища и выходы водоносных пластов способствуют интенсивности оползания. В развитии берегов, сложенных трещиноватыми коренными породами, определяющую роль играет фильтрационное, химическое и термическое воздействие воды в совокупности с процессами выветривания. Разрушение скальных берегов наблюдается в виде сдвигов и сколов.

В период заполнения Братского водохранилища затоплению подвергались склоны, представленные в основном делювиальными и аллювиальными толщами, слагающими уступы террас Ангары и ее притоков. В первую очередь на берегах водохранилища стали развиваться абразионно-оползневые и абразионно-осыпные процессы, результатом чего явилось отсутствие прибрежных отмелей, так как скорость подъема уровня воды во много раз превышала скорость их формирования (Пуляевский, 1970). Такая же картина наблюдалась и при заполнении Красноярского водохранилища. Именно этими процессами обусловливаются большие объемы размыва берегов в начальной стадии заполнения глубоководных сибирских водохранилищ.

Так, на участке Куртак Красноярского водохранилища береговой склон представлен высокой террасой, сложенной мощной толщей супесей, залегающих на палеозойских породах. Приглубый берег, большие разгоны для ветровых волн, значительный подъем уровня воды — все это в сочетании с литологическими условиями участка определило значительные подвижки склона в первые годы заполнения водоема.

При подъеме уровня воды выше границы палеозойских пород в рыхлых отложениях берегового склона участка Куртак интенсивно образовывались оползни. Только за первый год существования водохранилища разрушение берега составило 5 тыс. м^3 на пог. м при отступании его на 95 м. Это почти в 3 раза превышало объем обрушения наиболее высокого берега, сложенного супесями, за три года заполнения Новосибирского водохранилища.

В период заполнения Иркутского водохранилища происходил размыв берегов, сложенных аллювиальными песчано-галечными отложениями и трещиноватыми песчаниками. Отступание бровки берегов в начальную стадию составляло 6—10 м в год, а в последующее время не более 2 м в год. Переработка берегов отмечалась в основном по левобережью, правый же подветренный берег, сложенный суглинками, почти не размывался (Гречищев, 1961).

Усть-Каменогорское водохранилище на Иртыше, как и Иркутское на Ангаре, принадлежит к русловому типу. Контуры водоема в плане практически воспроизводят русло реки, а площадь водного зеркала почти не отличается от естественной. На значительном протяжении берега

водохранилища сложены скальными породами — кристаллическими и филлитовыми сланцами. На многих участках скальные породы в нижней части береговых склонов перекрыты сверху линзообразно залегающими галечниками, песками и мощным слоем лессовидных суглинков. При заполнении водохранилища разрушению подверглись в основном берега, сложенные суглинками, с высотой уступа 6—8 м; с дальнейшим подъемом уровней воды эти абразионные участки оказались затопленными, однако отмечалось увеличение размывов пологих берегов (Целиков, 1958).

Формирование берегов на водохранилищах руслового типа происходит иначе, чем на водохранилищах долинного типа. Обычно для узких и длинных русловых водохранилищ свойственно незначительное ветровое волнение. Даже при сильных ветрах максимальная высота волны 1%-ной обеспеченности не превышает 1,2 м. Процесс становления берегов здесь, по сравнению с долинными водохранилищами, более замедленный. Вероятно, развитие берегов водохранилищ руслового типа с относительно устойчивым уровнем воды в течение безледоставного периода больше связано с процессами обводнения склоновых отложений и их последующей неустойчивостью, чем с воздействием на них ветрового волнения. По такому пути развиваются берега на отдельных участках Красноярского водохранилища (р. Шумиха — р. Езагаш, Белыкский, Бузуновский районы). В дальнейшем аналогично будут формироваться берега Саянского водохранилища на протяжении от створа плотины до р. Беделик.

Интенсивность и направленность процессов, формирующих берега водохранилищ, зависит от особенностей литологии берегов, а также от гидрометеорологического и гидрологического режимов. Незначительное развитие оползней при формировании берегов равнинного Новосибирского водохранилища обусловило отсутствие в типизации его берегов обрушений абразионно-оползневого типа. Выделенные генетические типы берегов Новосибирского водохранилища — абразионный (обвальный и осыпной), нейтральный (пологий, задернованный) и неразмываемый, сложенный коренными породами,— характерны для большинства равнинных водохранилищ. В процессе исследований за 20 лет эксплуатации водохранилища выявлен аккумулятивный тип берегов, что дополнило их ранее разработанную классификационную схему берегов (Формирование береговой зоны..., 1968).

Длительное изучение переработки берегов Новосибирского водохранилища, проводимое лабораторией гидрологии водохранилищ СибНИИэнергетики, показывает, что в последние годы она происходит отдельными вспышками при сочетании продолжительного стояния высоких уровней воды в сильных господствующих ветрах юго- и северо-западного направлений в течение безледоставного периода.

Наибольшему разрушению подвергаются участки береговых склонов нижней озеровидной части водохранилища. На правобережье это — лесопарковая зона Академгородка СО АН СССР, Бердский мыс, Верхняя Ельцовка, с. Сосновка, по левому берегу — с. Ленинское. Именно эти участки признаны первоочередными при разработке технико-экономического обоснования берегоукрепительных мероприятий по Новосибирскому водохранилищу.

Береговой склон лесопарковой зоны Академгородка сложен пылеватыми песками и супесями, прикрытыми сверху почвенно-растительным слоем. В 1962 г. здесь намыта искусственная отмель-пляж для гашения волн водохранилища. Однако к настоящему времени отдельные участки пляжа подверглись переформированию. У разрушающегося берега ширина прибрежной отмели (пляжа) более 100 м, угол ее наклона 1°20′. В 1975 г. покрытый сосновым бором берег отступил на 9 м, а в 1976 г.— на 6 м.

На участке Бердского мыса, открытого только для воздействия волн от ветра северо-западного направления, отступание берега составляет до 3 м в год.

Отступание берега, сложенного суглинками и имеющего высоту до 7 м над НПУ, на участке Верхняя Ельцовка в течение 1959—1976 гг. составило 190 м (за 1975 г. 16 м, за 1976 г. — 11 м). Разрушение берега происходит интенсивно, несмотря на то, что сформировавшаяся абразионно-аккумулятивная отмель имеет ширину до 170 м и уклон менее 2°. Фактическое отступание берега на этом участке значительно превысило величину, прогнозировавшуюся при проектировании водохранилища.

Берег у с. Сосновка сложен легкими пылеватыми суглинками с высотой абразионного уступа над НПУ до 2 м. Сформировавшаяся прибрежная отмель имеет ширину до 190 м, а наклон менее 1°. Общее отступание берега за период существования водохранилища составило 247 м, при этом в 1975 г.— 12, в 1976—11 м, что также превысило прогнозные значения.

У с. Ленинское береговой склон сложен легко размываемыми суглинками и супесями макропористыми со столбчатой структурой. Прибрежная отмель на всем протяжении участка широкая и пологая. На расстоянии до 120 м от уреза наклон ее менее 1°, наклон свала глубин до 2°. При НПУ урез водохранилища находится в контакте с абразионным уступом берега, вследствие чего даже в штилевую погоду происходит подмачивание подошвы откоса, сложенного легко размываемыми текучими грунтами. За 1967—1976 гг. берег отступил на 150 м, что превысило прогнозное значение и привело к аварийному выносу из зоны обрушения ряда жилых домов. Фактически берег из нейтрального в период заполнения и первых лет эксплуатации водохранилища превратился в абразионный обвально-осыпного типа.

В средней части водохранилища, где его ширина и глубины меньше, высота волн снижается, отступание берегов составляет не более 3 м в год.

Наиболее слабая переработка берегов в течение всего периода существования Новосибирского водохранилища отмечается в его верхней части. Здесь широко развиты мелководья, местами заросшие кустарниковой и травяной растительностью. Максимальное отступание берега в основном не превышает 1 м в год.

Берега глубоководного Красноярского водохранилища формируются не только в рыхлых, но и в скальных породах, перекрытых иногда тонким плащом аллювиально-делювиальных отложений или непосредственно выходящих на дневную поверхность. В силу ряда геологических и гидрологических особенностей здесь сложились типы берегов, свойственные как равнинным, так и горным водохранилищам. Однако при изучении их геодинамики выявлены и специфические черты развития, характерные лишь для глубоководных водоемов Сибири (Кусковский и др., 1974).

Сопоставляя характер переработки берегов на Новосибирском и Красноярском водохранилищах, можно видеть, что на первом из них размеры абразии резко снижаются от плотины к верховьям водоема в связи с уменьшением глубины и соответственно высот волн, в то время как на втором разрушение берегов происходит достаточно интенсивно почти на всем их протяжении, что связано с геоморфологическими особенностями долины и глубоководностью водоема.

Отступание берега и объемы обрушения на участках, расположенных на различном удалении от плотины Красноярской ГЭС, приведены в таблице. Кратко остановимся на характеристиках некоторых участков.

Береговой склон участка Ижуль сложен палево-желтыми макропористыми супесями. Разрушение склона происходит в виде осыпей

Переработка берегов на характерных участках Красноярского водохранилища за 1967—1976 гг.

Участок	Расстояние от плотины ГЭС, км	Характеристика берегового склона		Переработка берега за период заполнения (1967—1970 гг.)		Переработка берега за период эксплуатации (1971—1976 гг.)	
		слагающие породы	высота уступа над НПУ, м	отступание бровки, м	объем переработки, м³/п·м	отступание бровки, м	объем переработки, м³/п·м
Даурское	110	Пески, суглинки	1,5	37	18	19	21
Ижуль	130	Супеси	4,0	Наблюдений не велось		40*	170*
Куртак	140	»	25,0	274	12 378	127	3231
Новоселово	180	»					
		Суглинки	5,0	104	529	35	193
Сыда	290	Супеси и суглинки с дресвой	9,0	47	1 480	15	147

* Наблюдения ведутся с 1973 г.

и обвалов, а также просадок, наблюдающихся как у бровки абразионного уступа, так и на отдалении от нее в глубь берега. Максимальное разрушение берега отмечено при уровнях воды, близких к НПУ водохранилища.

Характерным в формировании прибрежной отмели участка является то, что на затопленной части абразионные и оползневые процессы продолжаются. В течение 1975—1976 гг. размыв отложений отмели по высоте составил несколько метров, при этом переформированию подверглась практически вся подводная часть отмели шириной до 100 м от уреза при НПУ.

Интенсивный размыв прибрежной отмели создал условия и для последующей абразии надводных уступов. Если в период низких уровней воды в водохранилище при безледоставном сезоне 1974 г. бровка берега практически не изменилась, а абразионные процессы происходили только на отмели, то за 1975—1976 гг. берег отступил на 33 м.

Берег участка Куртак, как уже указывалось, при стадийном заполнении водохранилища подвергся наиболее сильной переработке. Наблюдения 1975 и 1976 гг. показали, что к этому времени темпы разрушения берега снизились, причем основное обрушение сместилось из восточной части от залива р. Чана в центральную и западную части участка (рис. 1). Обусловлено это тем, что в центральной части в пре-

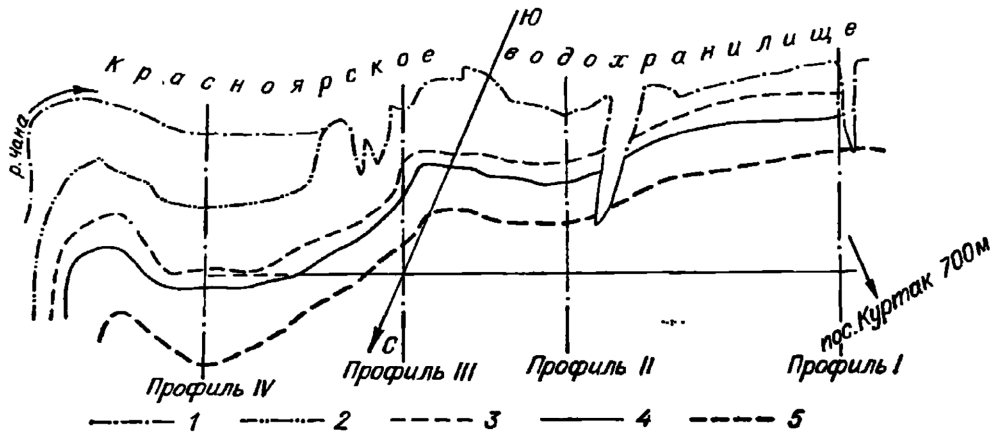


Рис. 1. Отступание бровки абразионно-оползневого уступа на участке Куртак за период существования Красноярского водохранилища.

Положение бровки берега: *1* — 17/VI 1967 г.; *2* — I/X 1968 г.; *3* — 25/IX 1969 г.; *4* — 17/IX 1970 г.; *5* — 4/X 1977 г.

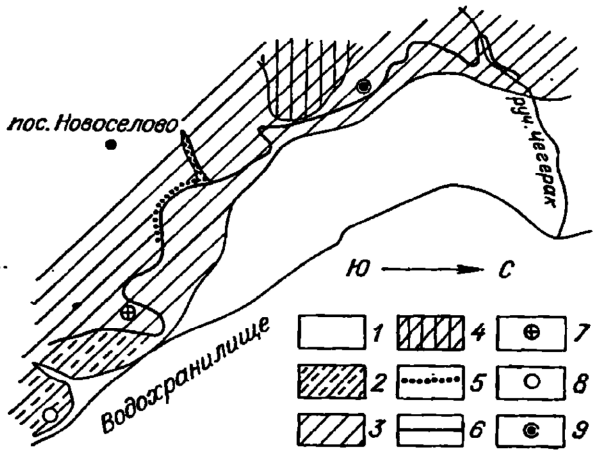


Рис. 2. Схематический план береговой полосы участка Новоселово.
1 — пойменная терраса р. Енисея, высота 2—6 м; *2* — надпойменная терраса, высота 70 м; *3* — делювиальный склон; *4* — выходы коренных пород; *5* — пологие нейтральные берега; *6* — граница уреза воды при НПУ водохранилища; *7* — участок абразионного берега, сформировавшегося после наполнения водохранилища до НПУ; *8* — участок интенсивного разрушения берега в период наполнения водохранилища; *9* — абразионный обвально-осыпной берег, развивающийся с периода заполнения водохранилища.

дыдущие годы произошли значительные подвижки склона. Отдельные блоки грунта берегового массива отделились, просели и сдвинулись, бровка нависла, а береговая линия приобрела выпуклую форму. Одновременно в западной части осыпи уступов были размыты и урез воды подошел к отвесному уступу. Все это и создало предпосылки к вспышке размыва надводных склонов.

Прибрежные отмели участка Куртак находятся еще в стадии формирования и практически мало влияют на высоту волн при подходе их к уступу надводного склона.

Следует заметить, что у пос. Куртак берег разрушается и от неволновых факторов. Так, в весенний период размыву подвергаются осыпи у берегового уступа. Под воздействием стока талых вод на осыпях образуются глубокие промоины, при этом происходит вынос частиц грунта откоса.

Последствия весенних размывов наблюдаются на осушенной части отмели в виде натеков и конусов выноса грунта. В результате сезонного оттаивания, наряду с размывом осыпей, происходит разрушение верхней части отвесного берегового уступа. Однако отступание бровки берега за весенний период не превышает 1,5—2 м.

Несколько различных типов берегов водохранилища формировалось на участке у пос. Новоселово (рис. 2). В южной части поселка абразионные уступы, возникшие в начальный период заполнения водохранилища, в последующие годы практически не развивались в связи с обнажением в приурезовой части коренных пород. В районе пассажирского причала пристани Новоселово берега из нейтральных в начальной стадии заполнения в период эксплуатации водохранилища превратились в абразионные. При этом интенсивность разрушения их с годами возрастает. Сформировавшиеся здесь уступы в суглинках имеют высоту до 3,5 м, ежегодное отступание их достигает 4 м.

Вдоль капитальной застройки поселка берега в основном пологие. На затопленной части склонов отмечаются слабые аккумулятивные процессы, способствующие сохранению устойчивости надводных склонов.

Севернее поселка от горы Яновской до залива р. Чегерак в 1973—1976 гг. сформировались обвально-осыпные берега, сложенные суглинками с различной высотой абразионного уступа. Наиболее интенсивно они обрушаются при уровнях воды, близких к НПУ, ветрах юго- и юго-западного направлений со скоростью более 5 м/с, создающих условие для возникновения волнения, направленного под различными углами к берегу.

Устойчивость берегов крупных заливов, характерных в меньшей степени для Новосибирского водохранилища и в большей — для Красноярского, зависит главным образом от режима уровней воды в безледоставный период. При высоких уровнях воды берега заливов, сложенные рыхлыми отложениями, интенсивно разрушались под воздействием процессов смачивания и абразии, при понижении уровней —

в результате высыхания и осыпания рыхлых пород. При длительном стоянии на водохранилище в течение безледоставного периода низких уровней разрушение берегов в заливах практически прекращалось.

Многолетние исследования показывают, что в результате создания крупных сибирских водохранилищ (при безусловной их полезности в отношении к основной цели создания) происходит ряд отрицательных изменений в природных условиях прилегающих территорий. Одним из наиболее серьезных последствий создания искусственных водоемов является переработка берегов, вызывающая потери освоенных и осваиваемых в народнохозяйственных целях земель. Процесс этот возникает с подъемом уровня воды при заполнении чаши водохранилища и продолжается в течение длительного времени. Наибольшие изменения берегов наблюдаются на долинных водохранилищах, меньшие — на водоемах руслового типа. Максимальная вспышка переработки берегов отмечается в начальный период существования водохранилища в связи с замоканием ранее сухих отложений береговых склонов и их гидродинамическим несоответствием новому гидрологическому режиму водного объекта. Разрушение берегов вследствие намокания рыхлых отложений может происходить не только в водохранилищах, но и в крупных каналах, откосы которых сложены естественным грунтом. Процессы оползания откосов в каналах могут вызвать их значительное заиление и снижение уровней воды. Поэтому прогнозы формирования берегов и динамики береговой зоны внутренних водоемов, создаваемых по трассам переброски стока сибирских рек, должны основываться на материалах наблюдений за изменением берегов существующих водохранилищ и их нижних бьефов.

Как первая, так и вторая очередь перераспределения водных ресурсов, вероятно, будет связана с созданием каскада водохранилищ-регуляторов, включающих уже существующие водоемы и построенные вновь. Для водохранилищ каскадного регулирования срок относительного затухания переработки берегов будет значительно больше, чем для одиночных, что может повлечь значительные потери освоенных территорий.

При комплексном использовании существующих энергетических водохранилищ Сибири и перспективном освоении их береговой полосы в промышленном, сельскохозяйственном и рекреационном отношениях ранее выполненные прогнозы развития берегов нуждаются в корректировке результатами фактических наблюдений за предшествующий период. Создание водоемов, связанных с территориальным перераспределением водных ресурсов, должно сочетаться с охраной природы и ее рациональным использованием.

ЛИТЕРАТУРА

Арэ Ф. Э. Современное состояние и задачи изучения берегов водохранилищ, сложенных многолетнемерзлыми горными породами.— В кн.: Изучение берегов водохранилищ Сибири. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 15—27.

Бейром С. Г., Широков В. М. Предполагаемые изменения гидрогеологических и гидрологических условий в земельном фонде Сибири при переброске стока рек в Среднюю Азию.— В кн.: Земельные ресурсы Сибири. Новосибирск, «Наука», 1974, с. 182—190.

Бейром С. Г., Кусковский В. С., Савкин В. И., Широков В. М., Титова Ю. В. Формирование берегов и подпора подземных вод на водохранилищах в бассейнах Оби и Енисея.— В кн.: Изучение берегов водохранилищ Сибири. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 27—47.

Вендров С. Л., Широков В. М. Изучение берегов при создании и эксплуатации водохранилищ в Сибири.— В кн.: Изучение берегов водохранилищ Сибири. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 5—15.

Гречищев Е. К. Метод расчета ширины зоны размыва берегов на примере Братского водохранилища.— «Изв. Вост.-Сиб. геол. ин-та», Иркутск, 1961, с. 47—59.

Константинов И. П., Суходровский В. Л. О формировании берегов в области вечной мерзлоты.—В кн.: Изучение берегов водохранилищ Сибири. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 62—72.

Кусковский В. С. Геодинамика берегов крупных глубоководных водохранилищ Сибири.— В кн.: Географические проблемы при сельскохозяйственном освоении Сибири. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 133—156.

Кусковский В. С., Подлипский Ю. Н., Савкин В. М., Широков В. М. Формирование берегов Красноярского водохранилища. Новосибирск, «Наука», 1974, 236 с.

Пуляевский Г. М. Берега Братского водохранилища в период его наполнения.— «Изв. Вост.-Сиб. отд. ГО СССР», Иркутск, 1970, т. 67, с. 15—25.

Савкин В. М., Сергеенко И. С. Формирование прибрежных отмелей и берегов в верхней части Саянского водохранилища.— В кн.: Географические проблемы при сельскохозяйственном освоении Сибири. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 113—117.

Формирование береговой зоны Новосибирского водохранилища. Новосибирск, «Наука». 1968. 195 с.

Целиков Ф. И. Переформирование берегов Усть-Каменогорского водохранилища в районе железнодорожной линии.— «Сообщения ЦНИИС», М., 1958, № 98, с. 21—30.

Широков В. М. Формирование берегов и ложа крупных водохранилищ Сибири. Новосибирск, «Наука», 1974. 169 с.

П. С. Панин, В. А. Казанцев, Х. Х. Мелеск

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПОСТУПЛЕНИЯ И ПЕРЕНОСА ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Одним из ведущих факторов поступления водорастворимых веществ на территорию лесостепной зоны Западной Сибири являются атмосферные осадки. Соли атмосферных осадков в зоне аэрации частично трансформируются и поступают в грунтовые воды, некоторая доля их выносится поверхностными водотоками в речную сеть, а также в понижения, где они являются одной из причин засоления почв. В холодное время года (ноябрь — март) водорастворимые вещества поступают в основном с твердыми осадками на мерзлую поверхность почвы и аккумулируются в толще снегового покрова. Сублимация снега способствует увеличению их концентрации в нем. Динамика миграции водорастворимых веществ (в том числе и солей) со снеготалыми водами, вынос с речным стоком, аккумуляция в понижениях и их роль в засолении почв до настоящего времени изучены очень слабо.

Нами первоначально в лабораторных условиях, а затем на стационаре по изучению эрозии почв Института почвоведения и агрохимии СО АН СССР в с. Хайрюзовка Алтайского края в начале апреля 1977 г. исследовалась динамика выщелачивания солей из снега и выноса их с талыми водами.

На южном склоне возвышенности ниже стоковой площадки № 1 был вырезан монолит из снега на всю мощность снегового покрова (50×50×50 см). Куб снега с ненарушенной структурой, уже давший усадку, был помещен на чистую, обработанную дистиллированной водой полиэтиленовую пленку. В процессе таяния снегового монолита в естественных условиях вода стекала по пленке и поступала в полиэтиленовые сосуды емкостью по 0,5 л. Отобранные пробы воды в Лаборатории мелиорации почв подвергались анализу. В них определялись: pH — на ламповом потенциометре ЛПУ-01 со стеклянным электродом, NO_3^- — колориметрически с салициловокислым натрием, HCO_3^- — обратным титрованием бурой избытка соляной кислоты, Cl^- — меркуриметрически, Ca^{2+} и Mg^{2+} — трилонометрически, K^+ и Na^+ — на пламенном фотометре, NH_4^+ — колориметрически с реактивом Несслера, SO_4^{2-} — иодометрически по методу Комаровского.

Таблица 1

Изменение концентрации водорастворимых веществ в талых водах в процессе таяния снегового монолита, мг/л

№ пробы	Дата отбора	Время отбора	pH	Анионы				Катионы					$\Sigma_и$
				NO_3^-	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	NH_4^+	
403	5/IV	15^{30}—16^{30}	7,25	2,48	16,47	4,25	8,17	2,61	1,70	4,30	3,68	1,08	44,74
404		16^{30}—17^{30}	6,97	3,10	11,59	2,48	4,80	2,20	1,82	1,56	1,84	0,54	29,93
405	6/IV	16^{30}—18^{30}	6,92	3,10	9,76	1,77	3,36	2,00	1,46	1,56	1,38	0,18	24,56
412	7/IV	19^{00}—21^{00}	6,65	0,62	7,93	0,71	1,92	0,80	1,09	1,17	0,92		15,18
413	8/IV	9^{30}—10^{30}	6,54	0,62	7,93	0,71	2,40	1,00	1,34	1,78	0,69		15,47
414		15^{30}—17^{30}	6,37	0,62	7,32	0,35	1,92	0,80	1,09	0,78	0,69		13,57
415	9/IV	17^{00}—18^{00}	6,32	0,62	6,71	0,35	1,92	0,80	0,97	0,78	0,69		12,84
416	10/IV	18^{00}—19^{00}	6,50	0,62	7,93	0,35	2,40	0,80	1,09	0,78	0,92	0,18	14,89

Анализы (табл. 1) свидетельствуют о том, что наиболее минерализованными являются первые порции талых вод. Аналогичные результаты получены в Грузии при исследовании миграции микроэлементов с талыми водами (Супаташвили, Карсанидзе, 1977).

Процесс формирования талых вод повышенной минерализации нам представляется следующим образом. В ходе перекристаллизации снега водорастворимые вещества вытесняются на внешние грани кристаллов — «вымораживаются» и затем вымываются талыми водами. Поэтому естественно, что первые порции талых вод оказались более минерализованными, так как ими соли смываются прежде всего с поверхности кристаллов льда. В составе первых порций преобладали главным образом аммоний и хлориды щелочных металлов. Но уже во вторых порциях талых вод концентрация Na^+, Cl^-, NH_4^+ была в 2 раза меньше, чем в первых пробах, а содержание K^+ снизилось почти в 3 раза. В меньшей степени изменялась концентрация других ионов. Со вторых суток снеготаяния концентрация отдельных ионов в водах уменьшалась незначительно. Обращает на себя внимание скачкообразное изменение общей минерализации воды. В вечерние часы температура воздуха понижалась до отрицательной, основная масса талой воды в снеговом монолите постепенно замерзала, а водорастворимые вещества из нее вытеснялись и вымывались остатками незамерзшей воды, вследствие чего уменьшение общей минерализации было менее резким. Особенно характерной в этом отношении является проба 413, отобранная утром, после того как вода в монолите полностью замерзла. Минерализация воды в ней оказалась даже выше, чем в предыдущей (см. табл. 1). Последняя порция снеготалой воды также оказалась более минерализованной, чем предыдущая, но это уже связано с вымыванием водорастворимых веществ из частичек пыли, которые находились в снеговом монолите и остались на полиэтиленовой пленке после его таяния.

В целом последние порции снеготалых вод по сравнению с первыми имеют общую минерализацию почти в 3,5 раза ниже, концентрация отдельных ионов в воде уменьшается в следующих пределах: Cl^- — в 12 раз, NO_3^- в 4 — 5, SO_4^{2-} — более чем в 4 раза, HCO_3^- — в 2,5 раза, K^+ и Na^+ — более чем в 5 раз, Ca^{2+} — в 3 раза, Mg^{2+} почти в 2 раза, NH_4^+ практически полностью вымывается в первые же сутки. Уменьшается также значение pH.

Наблюдениями за стоком талых вод в природных условиях на автоморфных почвах стационара в с. Хайрюзовка (почва темно-серая, лесная слабосмытая) выявлен еще ряд особенностей.

Таблица

Химический состав талых вод на темно-серой лесной слабосмытой почве (стационар, с. Хайрюзовка Алтайского края), мг/л *

№ пробы	Морфологическая привязка проб и характеристика стока	pH	Анионы				Катионы					$\Sigma_и$
			NO_3^-	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	NH_4^+	
418	Приводораздельная часть возвышенности, пашня, сток в виде ручья	6,62	1,24	9,76	1,06	5,28	2,20	1,58	1,56	0,69	0,18	23,55
420	Там же, целина	7,41	3,72	30,51	1,77	4,80	7,21	2,43	3,91	0,69	0,36	55,40
419	Средняя часть склона в 50 м ниже т. 420	7,50	6,82	48,81	2,48	9,13	13,03	3,77	5,87	0,92	0,36	91,19

* Дата и время отбора — 5/IV в 16 ч. 30 мин.

Например, талые воды, стекающие по мерзлой поверхности целинной почвы, имеют минерализацию выше, чем таковые в проделанном опыте, в условиях изоляции от поверхности почвы. Их минерализация дополнительно увеличивается в период добегания (пробы 419, 420, табл. 2). В то же время талые воды, стекающие по незадернованной поверхности мерзлых распаханных почв, по своей минерализации и химическому составу сходны со снеготалыми водами проделанного опыта (синхронно времени отбора проб от начала снеготаяния — пробы 405, табл. 1, и 418, табл. 2). Это доказывает, что поступление дополнительного количества водорастворимых веществ в снеготалые воды, стекающие по задернованной поверхности почвы, происходит в основном за счет выщелачивания солей из наземной биомассы. Подтверждением сказанному служит и химический состав талых вод. Они содержат в повышенных концентрациях ионы NO_3^-, HCO_3^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, т. е. те ионы, которые содержатся в отмерших растениях. Концентрация же Na^+ и Cl^-, а также NH_4^+ в водах незначительна и почти не увеличивается вниз по склону (см. табл. 2).

Полученный в ходе полевых работ 1976—1977 гг. фактический материал по Каргат-Чулымскому равнинному междуречью позволяет в общих чертах рассмотреть пути миграции солей, поступающих с атмосферными осадками на поверхность водосборной площади.

Поверхностный сток в пределах этого междуречья наблюдается только в весенний период за счет снеготалых вод и осуществляется по мелким задернованным ложбинам, редкой сети осушительных канав и другим местным понижениям. При этом минерализация стекающих вод за счет некоторого смывания солей с задернованной поверхности почвы заметно возрастает (табл. 3). В талых водах, стекающих в зоне распространения лугово-черноземных почв, солодей, глубокоореховатых солонцов, минерализация воды повышается за счет сульфатов. В зоне распространения засоленных луговых почв и солончаков минерализация склоновых вод возрастает до 0,5—0,7 г/л преимущественно за счет хлора, магния и натрия.

Талые воды, аккумулирующиеся в пределах междуречной равнины, а также летние осадки являются, по-видимому, основным источником поступления солей на дневную поверхность. На повышенных участках выпадающих осадков для промывки почв часто бывает недостаточно, и поступившие с атмосферными осадками соли накапливаются в верхней части зоны аэрации. Основная часть снеготалых вод поступает в замкнутые понижения, где служит источником пополнения грунтовых

Таблица 3

Минерализация и химический состав поверхностных вод, мг-экв/л, апрель 1977 г.

№ пробы	Характеристика проб	Расстояние до реки, км	Минерализация воды, г/л	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$K^+ + Na^+$
	Зона незасоленных почв								
16	Снег в березовом колке	7	0,06	0,26	0,41	0,16	0,10	0,07	0,09
17	Водонасыщенный снег, там же	7	0,07	0,29	0,47	0,19	0,10	0,04	0,05
18	Талая вода, там же	7	0,09	0,48	0,58	0,20	0,23	0,15	0,11
41	Талая вода из мелкой ложбины стока	4	0,16	1,36	0,53	0,28	0,44	0,52	0,55
60	Талая вода из осушительной канавы	1	0,24	1,30	1,60	0,50	0,68	0,76	0,67
	Зона засоленных почв								
09	Талая вода из западины	5	0,28	2,88	0,45	0,28	0,40	0,48	1, 90
52	» » из низины	2	0,69	7,09	0,85	1,64	1,48	2,48	4,81
49	» » из ложбины стока	1	0,54	3,06	2,03	2,94	1,72	2,52	3,19
43	Вода р. Каргат	—	0,29	1,66	1,49	1,10	1,20	1,28	1,17

вод. Впитывание этих вод местами продолжается более 1,5 мес. При этом минерализация их, особенно в зоне засоленных почв, за счет гидрокарбонатов повышается до 1—2 г/л. В результате инфильтрации происходит промывание пород зоны аэрации и подъем уровня грунтовых вод. На положительных формах рельефа пополнение водоносного горизонта инфильтрационными водами незначительно и минерализация грунтовых вод здесь практически остается неизменной.

Соли, поступившие с атмосферными осадками, на повышенных элементах рельефа в основном аккумулируются в почвах, в то время как по западинам и низинам они выносятся в грунтовые воды. Дальнейший перенос солей в пределах равнины определяется условиями перераспределения грунтовых вод.

Вынесенные в водонасыщенный горизонт соли вместе с грунтовыми водами движутся в направлении общего уклона поверхности к речным долинам. По повышенным элементам рельефа на водоразделе в грунтовые воды поступает незначительная часть выпавших осадков. В условиях постоянного оттока вод с этих повышений изменения минерализации грунтовых вод и засоления почв практически не прослеживаются. По западинам инфильтрационное питание грунтовых вод выражено более заметно, но благодаря оттоку их засоления почв не происходит и здесь.

В грунтовых водах водоразделов концентрация сульфатов и хлора обычно не превышает 1 мг-экв/л. В направлении к речным долинам уровень их повышается за счет как увеличения поступления местных инфильтрационных вод, так и притока грунтовых вод с повышенных элементов рельефа. Поступление солей с водораздела и усиление процессов внутрипочвенного испарения приводят к постепенному повышению их минерализации. В условиях сложного микрорельефа величины испарения и упаривания грунтовых вод сильно колеблются, что приво-

дит к пестроте их минерализации и химического состава. С уменьшением общего уклона местности к речным долинам замедляется скорость движения грунтовых вод, повышается их уровень, усиливается испарение и засоление почв и пород зоны аэрации. Основная часть поступивших вод расходуется в основном на испарение в пределах водосбора и только незначительная часть их поступает в виде грунтового стока в речную сеть.

Таким образом, соли атмосферных осадков частично выносятся весенним склоновым стоком в речную сеть, частично же достигают грунтовых вод и с подземным стоком поступают в речные поймы. Основная часть легкорастворимых солей со снеготалыми водами проникает в водоносный горизонт и аккумулируется в зонах распространения относительно застойных подземных вод. Современное формирование таких зон вблизи речных долин приводит к усилению процессов осолонцевания и засоления почв лесостепной зоны, аккумуляции солей в породах зоны аэрации и в грунтовых водах.

ЛИТЕРАТУРА

Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л., 1970.

Панин П. С. Гидрохимический сток с территории Западной Сибири и особенности его формирования.— В кн.: Географические проблемы при сельскохозяйственном освоении Сибири. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 66—75.

Супаташвили Г. Д., Карсанидзе Н. К. Распределение бора, брома и иода в поверхностных водах Грузии.— «Геохимия», 1977, № 3, с. 461—470.

II. ЛАНДШАФТЫ И ОХРАНА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

В. А. Николаев, Д. В. Пучкова

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Особенности строения рельефа любой территории во многом предопределяют пути народнохозяйственного освоения ее природных ресурсов. К большому сожалению, они не всегда принимаются во внимание при решении проблем комплексного развития равнинных регионов нашей страны. Между тем результаты последних исследований наглядно показали, что даже предельно равнинный рельеф многих районов обладает рядом специфических черт, которые нередко играют большую роль в решении вопросов, связанных с антропогенными воздействиями на природу. Наглядным примером в этом отношении могут служить многие районы Западно-Сибирской равнины. Геоморфологические аспекты их освоения весьма разнообразны, и в настоящем сообщении мы не можем их рассмотреть с желаемой полнотой. К числу первоочередных вопросов следует отнести геоморфологические аспекты освоения нечерноземной зоны, проблемы улучшения водного хозяйства и очередные задачи поисково-разведочных работ, которые могут быть успешно решены только при условии всестороннего учета всех новейших данных об истории развития рельефа Западно-Сибирской равнины.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В связи с выполнением принятых решений по освоению нечерноземной зоны на территории европейской части нашей страны сейчас осуществляются мелиоративные работы большого масштаба. В значительно меньшей степени они проводятся в пределах однотипных природно-хозяйственных районов Западной Сибири, хотя по потенциальным возможностям, по мнению ведущих специалистов, они значительно выше многих административных подразделений Русской равнины, которые причислены к мелиоративным объектам первостепенной важности. Говоря об этом, мы отдаем себе полный отчет в том, что в ряде случаев при определении некоторых направлений в развитии сельского хозяйства тех или иных областей принимаются во внимание не только их природные ресурсы, но и чисто экономические соображения, и им нередко отдается определенное предпочтение. Иногда принятие необходимых решений по главнейшим проблемам мелиорации отдельных регионов Советского Союза значительно задерживается из-за недостаточной изученности их природных условий или вследствие несвоевременной подготовки исходных данных.

Правоту высказанных положений можно подтвердить на примере анализа природных условий нечерноземной зоны Западной Сибири. Ее большие мелиоративные возможности были вполне обоснованы еще в самом начале текущего столетия благодаря проведению первых гидротехнических работ. В наши дни опыт строительства осушительных кана-

лов дореволюционного периода успешно используют передовые совходы и колхозы и получают весьма значительные доходы даже при проведении самых простейших мелиоративных мероприятий. При этом себестоимость проведенных работ нередко окупается за один год. Следует напомнить, что первым очагом развития земледелия в Западной Сибири явилась ее нечерноземная зона. Еще при Петре I между г. Тобольском и Омской крепостью (1716 г.) были построены укрепленные поселения, крестьянские хозяйства которых затратили значительные усилия на сельскохозяйственное освоение нечерноземных районов Среднего Прииртышья.

В наше время за послевоенные годы на территории нечерноземной зоны Западной Сибири были проведены значительные исследования в области всестороннего изучения ее природных условий. К сожалению, полученные материалы опубликованы в самых различных изданиях и еще не проанализированы с позиций их широкого использования в мелиоративной практике. Поэтому в настоящем сообщении мы в самой сжатой форме осветим исходные данные по мелиоративному районированию нечерноземной зоны Западной Сибири и проведем необходимые сравнения с однотипными сельскохозяйственными угодьями европейской части нашей страны.

Нечерноземная зона Западной Сибири и европейской части Союза занимает в умеренных широтах весьма большую территорию и на севере заходит за Полярный круг. Однако в настоящее время основным объектом мелиоративных работ там и тут является относительно нешироκая полоса развития осиново-березовых и смешанных лесов, лежащая к югу от обширной зоны развития темнохвойной тайги. Земная поверхность полосы смешанных лесов в европейской части страны характеризуется ярко выраженным холмистым рельефом, который осложнен наличием заболоченных низин самых различных размеров и очертаний. Особенности рельефа этой территории предопределяют большую пестроту ее почвенного покрова, в составе которого обычно преобладают дерново-подзолистые почвы. В четвертичных отложениях моренных равнин находится множество валунов.

Геолого-геоморфологические условия зоны осиново-березовых лесов Западной Сибири резко отличаются от приведенной характеристики географических ландшафтов европейской части страны. От восточного склона Урала эта зона непрерывно прослеживается до р. Енисея на расстоянии 2000 км. Ее средняя ширина достигает 150 км, а в районах Тюменской области возрастает до 250 км. На всем этом огромном пространстве в основном развиты древние и молодые аллювиальные равнины прарек и современных речных артерий. Террасированный рельеф, весьма ограниченное распространение гривного ландшафта, отсутствие замкнутых озерных систем локальной аккумуляции и широкое развитие лугово-черноземных и серых лесных почв создают исключительно благоприятные условия для успешного развития мелиоративных работ. Лишь на весьма ограниченной территории в зону осиново-березовых лесов Западной Сибири заходят денудационные равнины, в строении которых принимают участие третичные и мезозойские континентальные отложения, перекрытые сверху покровом четвертичных образований. В основном они развиты в пределах правобережной части Тарского Прииртышья и в районах Чулымо-Енисейской впадины, где их равнинный рельеф по сравнению с устройством поверхности аллювиальных равнин имеет значительно более высокие показатели горизонтального и вертикального расчленения и более повышенные значения уклонов пахотных полей. В связи с этим денудационные равнины сравнительно слабо заболочены и в этом отношении отличаются от соседних районов террасовых равнин. В числе первоочередных работ здесь надо проводить не осушение, а комплексные мелиорации по борьбе с водной эрозией почв.

Охарактеризованная полоса первоочередного освоения нечерноземной зоны Западной Сибири имеет неисчерпаемые запасы торфа — важнейшего органического удобрения. К ее территории приурочен Средне-Иртышский торфо-вивианитовый бассейн, который сможет удовлетворить потребности сельского хозяйства в фосфорно-кислых удобрениях. Тысячи озер осиново-березовой зоны Западной Сибири обладают весьма значительными запасами сапропеля. Это поистине универсальное удобрение. Широкое использование сапропеля способствует значительному повышению плодородия почв. Кроме перечисленных местных удобрений на территории осиново-березовых лесов Западной Сибири разведаны месторождения озерно-болотных мергелей и пресноводного мела. Трудно переоценить их значение в решении проблемы освоения подзолистых почв.

В связи с ускоренным развитием нефтедобывающей промышленности Западной Сибири многие районы ее нечерноземной зоны вовлекаются сейчас в сферу активного народнохозяйственного освоения. Согласно плановым предначертаниям, Западная Сибирь в самые ближайшие годы станет основным поставщиком нефти и газа в нашей стране, и нет никаких сомнений в том, что дальнейшее развитие сельского хозяйства ее нечерноземной зоны будет проходить по резко восходящей линии. Поэтому максимальные усилия сибирских ученых должны быть направлены сейчас на обобщение всех исходных материалов о природных условиях нечерноземной зоны Западной Сибири с тем, чтобы в короткий срок дать необходимое обоснование для постановки на ее территории больших мелиоративных работ. Кроме того, путем детального сравнения полученных данных с главнейшими итогами изучения природной обстановки нечерноземной зоны европейской части Союза нужно убедительно доказать значительный экономический эффект комплексных мелиораций как на территории Среднего Прииртышья и Северной Барабы, так и в сельскохозяйственных районах южной части Томской области. Можно дать обоснованные гарантии в том, что по завершении указанных исследований будут получены вполне объективные материалы для принятия правительственных решений о включении районов Западной Сибири в единый государственный план мелиоративного освоения нечерноземной зоны нашей страны.

РОЛЬ РЕЛЬЕФА В УЛУЧШЕНИИ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ЮЖНЫХ РАВНИН ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОД ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

В дореволюционный период освоения лесостепных районов Западной Сибири была широко распространена практика водоснабжения населенных пунктов за счет использования вод поверхностного стока. В наши дни она неоправданно забыта, несмотря на то, что высокая эффективность использования вод поверхностного стока может быть подтверждена соответствующими теоретическими расчетами и материалами многолетней практики. Достаточно указать на то, что благодаря своеобразию геоморфологических особенностей и климатических условий на территории Западной Сибири в лесостепные и степные реки попадает лишь малая часть талых вод, стекающих с ближайших склонов. Бóльшая часть их расходуется на заполнение межгривных понижений и многочисленных западин. Низкие температуры воздуха и его большая влажность в весенний период весьма способствуют аккумуляции талых вод в различных понижениях, так как потери на просачивание и испарение в это время незначительны.

Вследствие указанных причин основным источником водного питания для большей части озер лесостепной зоны Западной Сибири являются атмосферные осадки. В результате проведения специальных иссле-

дований установлено, что во всех бессточных понижениях, площадь водосбора которых превышает в 10—12 раз их размеры, неизбежно возникают невысыхающие водоемы. Таким образом, природные условия лесостепных и степных районов Западной Сибири вполне обеспечивают возможность широкого использования вод поверхностного стока путем строительства соответствующих водохранилищ. Практические предложения в этом направлении должны исходить из анализа геолого-геоморфологических и гидрогеологических данных. С указанных позиций вся территория южных равнин Западной Сибири может быть разделена на три зоны и для каждой следует рекомендовать определенную наиболее экономичную систему искусственных водоемов.

Восточная зона, охватывающая многочисленные районы Верхнего Приобья, характеризуется широким развитием овражно-балочной сети. Покровный комплекс здесь повсеместно представлен мощной толщей лессовидных отложений, обладающих очень слабой фильтрационной способностью. В связи с этим в пределах описываемой зоны можно уверенно рекомендовать строительство системы прудов путем устройства насыпных плотин в логах и суходолах. На территории наиболее возвышенных и равнинных водоразделов для сооружения водохранилищ можно использовать просадочные западины путем объединения их системой водосточных канав для увеличения водосборной площади.

В состав второй зоны мы включили все гривные равнины Новосибирской, Омской, Северо-Казахстанской и Тюменской областей. Поверхность грив покрыта системой западин и вытянутых понижений, общая площадь которых, по материалам детальных топографических работ, составляет одну шестую часть общей площади грив. Межгривные понижения также характеризуются большей частью ярко выраженными проявлениями мезорельефных образований. Наиболее низкие участки межгривных понижений обычно заняты озерами.

Наличие большого количества западин и понижений на поверхности грив и межгривных понижений создает благоприятные условия для аккумуляции вод поверхностного стока путем устройства копаней. Наиболее подходящими участками для их сооружения могут служить замкнутые западины и заболоченные займища. В целях ускорения стока талых вод в копани и улучшения хозяйственной ценности заболоченных займищ их необходимо копать вблизи заболоченных понижений с устройством канавы для сброса вод поверхностного стока в искусственное водохранилище. Копань должна иметь глубину не менее 2 м. При близком расположении двух заболоченных понижений сооружение копани можно приурочить к территории разделяющей их возвышенности, устроив при этом две подводящие канавы. В тех случаях, когда заболоченные займища имеют явный уклон в одну сторону, копань можно устроить вблизи области максимального понижения. Во всех случаях для усиления стока талых вод в копани магистральные подводящие каналы должны быть соединены с системой собирательных канав, пройденных на территории заболоченного понижения.

В состав последней — западной зоны входят районы Ишимской степи и Омского Прииртышья. На ее территории в основном развиты денудационные равнины. Они находятся в наиболее неблагоприятных условиях в отношении возможности их водообеспечения как за счет аккумуляции вод поверхностного стока, так и за счет грунтовых и подземных вод. Описываемая область представляет собой спокойную равнину с очень слабо развитыми формами плоскокотловинного рельефа.

Резкое ухудшение гидрогеологических и гидрологических условий в пределах западной зоны наряду с фактами общей равнинности рельефа связано также с широким развитием здесь глинистых, в разной степени минерализованных отложений третичного возраста, выходящих иногда непосредственно на дневную поверхность. Все же и в этих сложных

условиях есть все основания рекомендовать строительство водохранилищ для аккумуляции вод поверхностного стока. Для этой цели необходимо использовать долины древней речной системы, которая в границах Ишимской степи и Омского Прииртышья по сравнению с другими районами южной части Западной Сибири была весьма незначительной и не сформировала ярко выраженный флювиальный рельеф. Тем не менее в ряде районов западной зоны главнейшие элементы древних речных систем в той или иной форме всегда отражены на общем фоне равнинной степи. Поэтому они могут быть широко использованы для сооружения водохранилищ путем строительства земляных плотин.

Массовое строительство прудов и копаней наряду с улучшением водообеспечения колхозов и совхозов принесет также большую пользу и в области урегулирования поверхностного стока, особенно при строительстве их в пределах возвышенных участков. Несомненно, что наши рекомендации по сооружению прудов и копаней не исключают использования существующих природных водоемов и степных рек путем проведения сооответствующих мероприятий по их благоустройству. Наряду с этим мы считаем, что более целесообразно вместо углубления незначительных озерных котловин использовать их для сооружения береговых копаней. При этом искусственный водосбор необходимо максимально заглубить, а если нет этой возможности, то соорудить несколько копаней. Эти мероприятия помогут снизить потерю воды в результате испарения. Одновременно можно широко использовать и зарубежный опыт покрытия небольших водоемов алюминиевыми щитами и различными пленками. Фактическая стоимость таких покрытий оценивается в США в 0,2 доллара на 1 м^2. Эффективное использование вод поверхностного стока следует отнести к числу важнейших мероприятий в области водоснабжения, которые нужно проводить во всех степных и лесостепных районах Западной Сибири.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ И ИХ РОЛЬ В ПОЗНАНИИ ЕЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В январе 1932 г. в Омской областной газете «Рабочий путь» проф. П. Л. Драверт опубликовал статью о Прииртышском буроугольном бассейне. Он детально проанализировал разрезы многочисленных буровых скважин и пришел к определенному выводу о том, что на значительной территории северной части Ишимской степи и Омско-Тарского Прииртышья распространены третичные угленосные отложения, к которым приурочены горизонты бурых углей рабочей мощности. За прошедшие годы в районах Омской области неоднократно проводились разведочные работы, но, к сожалению, они не увенчались положительными результатами. В связи с этим невольно возникает вопрос о достоверности выводов П. Л. Драверта и о направленности ориентации проводимых поисковых работ. В результате внимательного изучения всех фактических материалов по затронутой теме следует сделать уверенное заключение о том, что отрицательные результаты разведки явились следствием отсутствия исходных данных об истории развития рельефа Западно-Сибирской равнины и об основных закономерностях его формирования на ее территории. Такие данные были получены лишь в самые последние годы и поэтому не могли быть учтены при постановке ранее проведенных поисковых работ.

Разведка месторождений Прииртышского буроугольного бассейна в основном проводилась в двух направлениях. С одной стороны, она была сосредоточена в пределах возвышенных участков Омского Прииртышья, а с другой — в долинах малых рек. В первом случае пласты бурого угля рабочей мощности были встречены на глубине 100—120 м.

В большинстве разрезов буровых скважин они перекрывались рыхлой толщей обводненных осадков, и из-за экономических соображений разведанные месторождения не стали объектом промышленной эксплуатации. Во втором случае третичные угленосные отложения фиксировались в разрезах низких эрозионных террас незначительных притоков Иртыша. Данные разведки установили наличие бурых углей и определили возможности их разработки открытым способом. Однако небольшая ширина долин малых рек не позволила развернуть разведочные работы на значительной территории с целью определения промышленных запасов.

За последние годы в результате проведения тематических исследований были выявлены две очень важные закономерности в истории развития рельефа Западно-Сибирской равнины, которые имеют прямое отношение к положительному решению поставленного вопроса. В настоящее время установлено, что на большей части ее территории прареки и современные речные системы унаследованно развивались на протяжении длительной геологической истории. В связи с этим можно сказать, что основу геоморфологического строения Западно-Сибирской равнины составляет соизмеримость площадного развития аллювиальных равнин и их древних водоразделов, в строении которых принимают участие третичные и более древние отложения. Максимальная ширина областей развития тех и других колеблется в пределах 300—500 км.

Выявленные закономерности в строении рельефа величайшей равнины мира открывают большие возможности не только в направлении целеустремленных поисковых работ на бурые угли, но и на многие другие полезные ископаемые. Прареки и современные речные системы в процессе своего развития уничтожили значительную часть более молодых покровных образований и на различной глубине обнажили многие перспективные горизонты. Зная хорошо геологическое строение Западно-Сибирской равнины, можно заранее предсказать, в каких районах древних и современных долин будут выступать те или иные продуктивные отложения.

В районах площадного развития мезозойских образований аллювиальные равнины прарек и современных речных систем могут служить объектом поисковых работ на различные виды огнеупорных и тугоплавких глин, стекольных и формовочных песков, бурых углей, осадочных железных руд и других полезных ископаемых. В областях развития морских осадков палеогена разведочные работы следует направить на поиски диатомитов и трепеловидных пород. В зоне широкого распространения континентальных образований среднего и верхнего олигоцена нужно искать бурые угли, сидеритовые руды, стекольные и формовочные пески, древние россыпи и, возможно, фосфориты. К осадкам неогена приурочены промышленные запасы конкреционного гипса, трепеловидных пород, цементного сырья и различных глин.

В настоящей статье мы не можем осветить все аспекты поставленного вопроса о значении геоморфологических данных в направленной организации поисковых работ в пределах различных районов Западно-Сибирской равнины. Между тем на приведенном примере разведки буроугольных месторождений Прииртышского бассейна совершенно очевидно, что поисковые работы следовало проводить в области развития широких долин прарек и современных речных систем, а не на территории древних водоразделов южной части равнины, где угленосные отложения перекрыты 120—150-метровой толщей рыхлых неогеновых отложений, и не в долинах малых рек. В центральных областях Западно-Сибирской равнины поиски можно вести также и в районах древних водоразделов, где угленосные отложения континентального палеогена во многих случаях обнажены в естественных разрезах (реки Васюган, Демьянка и др.).

Результаты поисковых работ последних лет наглядно показали, что

почти во всех случаях широкое использование геоморфологических данных приводит к открытию многих полезных ископаемых. Для необнаженных территорий, к которым относятся все районы Западно-Сибирской равнины, результаты геоморфологических исследований приобретают первостепенное значение, а реставрация истории развития рельефа является прочным обоснованием для постановки разведочных работ на различные виды минерального сырья.

Н. И. Михайлов

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ О ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЕ ЛЕСОБОЛОТНОЙ ЗОНЫ СРЕДИННОГО РЕГИОНА

Разрабатываемые в настоящее время проекты переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан должны учитывать особенности природы Срединного региона, естественные тенденции их развития, возможные изменения природных комплексов под воздействием проектируемых гидротехнических сооружений. На основании информации такого рода проектанты предполагают разработать меры по охране природы территорий, которые подвергнутся негативным воздействиям, и осуществить систему мероприятий по преодолению или нейтрализации ожидаемых отрицательных последствий создания и функционирования системы переброски (Михайлов, Николаев, Тимашев, 1977).

Естественно, что разработка таких мероприятий должна основываться на хорошем знании природы территории, характерных для нее ландшафтов, проведении их инвентаризации. С этой целью по заданию «Союзводпроекта» группой сотрудников кафедры физической географии СССР географического факультета МГУ были проведены выборочные ландшафтные исследования, составлена ландшафтная карта северной половины Срединного региона (к северу от р. Сырдарьи) в масштабе 1 : 2 500 000 и на основании ее анализа выявлены ареалы возможных воздействий сооружений переброски на природные комплексы зон их влияния (Михайлов и др., 1977).

В основу выявления ландшафтов и их группировок был положен структурно-генетический принцип (Николаев, 1973). Соответствующие измерения контуров с помощью электронного картографического планиметра позволили получить новую информацию о ландшафтной структуре региона и в первую очередь о соотношениях площадей характерных для него ландшафтов и их группировок для всех зон севера Срединного региона (Ивашутина, Николаев, 1976; Масленникова, Тимашев, 1977; Щербакова, 1977).

Результаты такого анализа территории лесоболотной зоны излагаются в настоящей статье. Эта зона целиком располагается в пределах Западно-Сибирской равнины между южным рубежом лесотундры и северной границей лесостепной зоны и охватывает более 60% площади равнины — 1847 тыс. км^2.

По разрабатываемым в настоящее время вариантам переброски реки лесоболотной зоны Иртыш и Обь рассматриваются в качестве основных водных источников с сооружением для этой цели водохранилищ или баражей, а также головной части Главного канала переброски.

Поверхность зоны сложена молодыми рыхлыми отложениями и, как выяснилось в последнее время, обладает достаточно разнородным рельефом. Ландшафты ее формируются в условиях континентального климата с суровой, многоснежной зимой и значительным количеством атмосферных осадков. Равнинный рельеф, преобладание плохо водопроницаемых

Структура ландшафтов подзон лесоболотной зоны Срединного региона по характеру их увлажнения

Подзона	Относительно дренированные		Слабодренированные		Переувлажненные		Общая площадь, тыс. км²
	площадь, тыс. км²	% общей площади	площадь, тыс. км²	% общей площади	площадь, тыс. км²	% общей площади	
Северотаежная	149,5	33,8	110,5	25	182,4	41,2	442,4
Среднетаежная	195,2	26,3	304,6	41,1	241,8	32,6	741,6
Южнотаежная	173,4	40,2	163	37,8	95	22	431,4
Подзона мелколиственных лесов	67,9	29,3	97	41,9	66,7	28,8	231,6
Всего по зоне	586	31,7	675,1	36,6	585,9	31,7	1847

отложений, обилие осадков и грунтовых вод, залегающих чаще всего близко к поверхности, высокие и длительные половодья на реках обусловливают избыточное увлажнение поверхности и весьма широкое распространение во всех подзонах болот и заболоченных лесов (см. таблицу).

Верховые и низменные болота, переувлажненные луга и заболоченные лесные массивы на слабодренированных местообитаниях занимают в пределах этой зоны по нашим подсчетам немногим меньше 70% ее площади, в связи с чем в последние годы эту зону все чаще называют лесоболотной. Однако ландшафты ее все же довольно разнообразны. Анализ ландшафтной карты показывает зависимость их характера прежде всего от весьма существенных внутризональных изменений условий увлажнения. По этому признаку различаются три основные группы ландшафтов, формирующихся на участках: 1) относительно дренированных, 2) слабодренированных и 3) плохо дренированных, обычно в значительной степени переувлажненных.

Две первые группы представлены главным образом различными вариантами лесных ландшафтов, преимущественно темнохвойными и светлохвойными лесами, занимающими в общей сложности более 80% площади ландшафтов лесного типа (1016,1 тыс. км²). Меньшие площади приходятся на долю мелколиственных (173 тыс. км²) и смешанных (72 тыс. км²) лесов. К третьей группе (переувлажненных ландшафтов) принадлежат комплексы различных болот, а также болотно-лесные, лугово-лесные и гидроморфные луговые ландшафты.

Лесные ландшафты особенно характерны для лесоболотной зоны Западной Сибири. В соответствии с различиями почвенно-климатических условий они разделяются на четыре подтипа: северотаежные, среднетаежные, южнотаежные и мелколиственных лесов крайних южных районов.

Характер лесных ландшафтов в условиях Западно-Сибирской равнины существенно зависит от местных особенностей и степени увлажнения, механического состава и физических свойств почв и грунтов. Как правило, на переувлажненных пространствах зоны — на обширных недренируемых междуречьях и на поймах заболоченных речных долин — ландшафты лесного типа не формируются: развитие лесов возможно лишь на естественно дренируемых реками территориях.

Густота речной сети в различных частях лесоболотной зоны изменяется в значительных пределах, что и служит важнейшей причиной различий лесных ландшафтов относительно дренированных и слабодренированных территорий. Как правило, на первых из них формируются типичные таежные почвы — подзолистые, иллювиально-железистые подзолы и дерново-подзолистые, а на юге — серые и темно-серые лесные. Процессы оглеения этих почв характеризуются небольшой интенсивно-

стью. Именно в таких местах, особенно на участках с пересеченным рельефом — на увалистых и пологоувалистых дренируемых склонах междуречных пространств и на расчлененных склонах речных долин развиваются ландшафты хвойных, березовых и березово-сосновых лесов, отличающихся наиболее высокой производительностью, преобладанием высокоствольных насаждений и значительными запасами древесины. К ним относятся среднетаежные березово-сосновые леса на иллювиально-железистых подзолах и подзолисто-глеевых почвах, среднетаежные кедрово- сосновые и осиново-березовые леса на подзолистых и дерново-подзолистых почвах, южнотаежные елово-пихтовые и сосновые леса на дерново-подзолистых почвах, а также березовые и осиново-березовые леса на серых и темно-серых лесных и дерново-подзолистых почвах, сочетающиеся с разнотравно-злаковыми лугами.

На относительно дренированных пологоволнистых равнинах зоны с несколько затрудненными условиями поверхностного стока и усилением процессов оглеения почв формируются разнообразные леса всех характерных для Западной Сибири подтипов. К ним принадлежат северотаежные редкостойные лиственничные леса на иллювиально-железистых подзолах или глеево-мерзлотных почвах, лиственнично-кедрово-еловые леса на подзолисто-глеевых почвах и елово-кедровые леса на подзолах иллювиально-железистых. Лесные массивы среднетаежного подтипа представлены лиственнично-сосновыми лесами на подзолистых почвах, березово-сосновыми лесами на иллювиально-железистых подзолах и подзолисто-глеевых почвах, сосновыми лесами на иллювиально-железистых почвах, кедрово-сосновыми и осиново-березовыми (обычно вторичными) лесами на подзолистых и дерново-подзолистых почвах.

Лесные ландшафты южнотаежного подтипа на пологоволнистых равнинах, сложенных песчаными, супесчаными и суглинистыми отложениями, состоят из елово-пихтово-кедровых лесов на подзолистых почвах, березово-сосновых лесов на дерново-подзолистых или серых лесных почвах и кедрово-сосновых лесов на дерново-подзолистых почвах с полянами разнотравных лугов. Подтип лесных ландшафтов на крайнем юге зоны образуют березовые и березово-осиновые леса на серых лесных почвах или березовые и сосново-березовые леса на серых лесных и дерново-подзолистых почвах в сочетании с разнотравно-злаковыми лугами на лугово-черноземных почвах.

В целом в пределах зоны на долю дренированных лесных и лугово-лесных ландшафтов приходится ~586 тыс. км² (31,7%) ее площади: наиболее высок их процент (40,2) в южнотаежной подзоне, а самый низкий (26,3) в среднетаежной.

Особенно типичны для зоны лесные ландшафты, развивающиеся на преобладающих в ее пределах пологоволнистых и плоских слабодренированных равнинах. Они характерны для многих удаленных от речных долин междуречных пространств, плоских поверхностей террас притоков главных рек и пологих склонов невысоких возвышенностей. В этих условиях обычно формируются существенно оглеенные почвы — подзолисто-глеевые, торфяно-подзолисто-глеевые, дерново-подзолисто-глеевые. Леса на таких местах чаще всего редкостойны, в напочвенном покрове их преобладают зеленые или сфагновые мхи, деревья отличаются меньшей высотой стволов и невысоким качеством древесины, а насаждения их заметно менее производительны.

Лесные ландшафты этой группы наиболее распространены во всех подзонах лесоболотной зоны, занимая в общей сложности 675,1 тыс. км², т. е. 36,6% площади зоны. Их северотаежный подтип образуют редкостойные елово-лиственничные леса на подзолисто-глеевых или глеево-мерзлотно-таежных почвах, редкостойные сосновые и кедрово-еловые леса на торфянисто-подзолисто-глеевых почвах, сосново-кедрово-еловые леса на иллювиально-железистых подзолах и торфянисто-подзолисто-глеевых почвах.

Среднетаежные варианты лесных ландшафтов слабодренированных территорий представлены елово-кедрово-пихтовыми лесами на торфяно-подзолисто-глеевых почвах, сосново-кедровыми лесами на подзолах, иллювиально-железистых или подзолисто-глеевых почвах, елово-сосновыми лесами на торфяно-подзолисто-глеевых почвах и сосновыми лесами на подзолисто-глееватых почвах.

Ландшафты южнотаежного подтипа состоят в Западной Сибири из массивов пихтово-кедрово-еловых лесов на подзолисто-глеевых почвах, березово-елово-кедровых на дерново-подзолистых и торфяно-подзолисто-глеевых почвах, кедрово-еловых лесов на подзолисто-глеевых почвах, елово-березовых насаждений на дерново-подзолистых глеевых почвах, а также сосновых и березово-кедровых сфагновых лесов на дерново-подзолисто-глеевых и подзолисто-болотных почвах.

На слабодренированных равнинах подзоны мелколиственных лесов преобладают березовые и осиново-березовые леса, занимающие участки с серыми лесными почвами и обычно сочетающиеся с полянами разнотравно-осоковых лугов на лугово-болотных почвах, березовые леса на серых лесных глеевых почвах в сочетании со злаково-разнотравными лугами на луговых почвах, сосновые и осиново-березовые леса на дерново-подзолисто-глеевых и дерново-глеевых почвах и, наконец, березовые и сосново-березовые леса на серых лесных и дерново-подзолисто-глеевых почвах.

Болотные, болотно-луговые и болотно-лесные ландшафты характерны для переувлажненных пространств избыточно влажных территорий лесоболотной зоны. В некоторых провинциях зоны (например, в Средне-Обской низменности) на их долю приходится более половины площади. Обилие на территории зоны ландшафтов, формирующихся в условиях атмосферного и грунтового переувлажнения, объясняется плоским, малорасчлененным рельефом, значительным количеством выпадающих здесь осадков, высоким уровнем грунтовых вод, затрудненными условиями стока, а на севере и широким распространением многолетней мерзлоты. По причине слабой дренированности территории процессы образования болот и торфяников протекают здесь намного интенсивнее, чем в какой-либо другой части Советского Союза, и площадь ландшафтов, формирующихся в условиях избыточного увлажнения, составляет в общей сложности около 586 тыс. км², т. е. 31,7% территории зоны.

Верховые болота занимают здесь обширные пространства плоских, слабодренированных водораздельных равнин и пологих склонов междуречных понижений, на севере нередко с мерзлотой, залегающей близко к поверхности. В таких местах заболочены и многие леса, особенно темнохвойные с их густым и мощным напочвенным моховым покровом, образующие своеобразные болотно-лесные ландшафты. Заболачивание территории идет на таких участках весьма интенсивно и в настоящее время в результате завоевания болотами прежде более сухих мест и за счет зарастания болотной растительностью многочисленных озер.

Низинные болота и болотно-луговые ландшафты характерны для многих речных долин, особенно для их широких ежегодно надолго затопляемых пойм и плоских поверхностей надпойменных террас. Встречаются они также и вне долин — в пределах многочисленных низин, практически не дренируемых протекающими по ним малыми реками с ничтожной скоростью течения.

Переувлажненные ландшафты плоских междуречий и террасовых комплексов приурочены обычно к местам, поверхность которых сложена более или менее мощным слоем торфа либо глинистыми и суглинистыми отложениями. Существенный отпечаток на характер болотных и болотно-луговых ландшафтов накладывают зональные условия их формирования, которые во многом определяют интенсивность и различную продолжи-

тельность сезонов процессов торфонакопления, видовой состав болотных растений, наличие или отсутствие вечной мерзлоты, размеры болотных массивов. В соответствии со сравнительно мелким масштабом ландшафтной карты и еще недостаточной изученностью болотных ландшафтов Западной Сибири они отображены на карте в обобщенном виде.

Группа болотных ландшафтов зоны включает в свой состав мохово-лишайниковые и травяно-моховые (плоскобугристые) болота плоских междуречий и долин северной тайги, где наряду с ними встречаются также и крупнобугристые болота с мощным слоем торфа. Южнее — на пространствах плохо дренируемых междуречий и долин северной и средней тайги — формируются преимущественно кустарничково-моховые и лишайниковые болота, чаще всего сильно обводненные выпуклые грядово-мочажинные, органогенная толща которых сложена слабо разложившимся сфагновым торфом. В южной половине лесоболотной зоны, где условия торфообразования на междуречьях становятся оптимальными, они сменяются выпуклыми кустарничково-сфагновыми («рямовыми») болотами, отличающимися обычно наиболее значительной мощностью торфяной залежи и наличием участков насаждений низкорослой («рямовой») сосны. Наиболее крупные массивы такие болота образуют в Кондинской низине, на Средне-Обской низменности и в Васюганье, где они занимают десятки тысяч квадратных километров. Для долин южной тайги и подзоны сосново-мелколиственных лесов более типичны травяные и ивняково-травяные болота.

Среди болотно-лесных комплексов переувлажненных речных долин различаются ландшафты заболоченных еловых лесов на пойменных торфяно-глеевых и перегнойно-глеевых почвах и разнотравно-осоково-злаковые луга с ивняками на пойменных дерновых и дерново-глеевых почвах, характерные для долин юга лесоболотной зоны.

Особо должны быть отмечены луговые и лугово-лесные пойменные ландшафты долин Оби, Иртыша и их крупных притоков, занимающие в двух южных подзонах более 21 тыс. км^2. Это наиболее молодые и динамичные природные комплексы, формирование которых связано с современным гидрологическим режимом рек. Особенно отчетливо его влияние проявляется в период весенне-летнего половодья, когда поймы залиты водой в течение 15—20, а местами 100—120 дней.

Луговые комплексы высокого уровня поймы — вейниковые, канареечниковые и разнотравно-злаковые луга — занимают участки преимущественно с дерновыми почвами, а на низких поймах и в понижениях доминируют осочники и канареечниково-осоковые луга. Пойменные луговые комплексы — наиболее ценные сенокосные и пастбищные угодья местных колхозов и совхозов.

Таким образом, современная ландшафтная структура лесоболотной зоны Западно-Сибирской равнины достаточно сложна и контрастна. В ее пределах в связи с направленными изменениями обеспеченности тепловыми ресурсами и различиями условий увлажнения с севера на юг формируется спектр природных подзон — от северотаежной на крайнем севере до подзоны мелколиственных лесов на юге. Каждая из этих подзон в свою очередь характеризуется определенным разнообразием ландшафтов. Внутризональная дифференциация природных комплексов в значительной мере обусловлена также неодинаковой степенью современной дренированности территории, в связи с чем здесь повсеместно четко обособляются кратко охарактеризованные нами ландшафты относительно дренированных, слабодренированных и недренированных (переувлажненных) участков.

Современная ландшафтная структура зоны формировалась на протяжении длительного периода — с самого начала послеледниковой эпохи. В течение этого времени ее ландшафты неоднократно подвергались преобразованиям под воздействием неотектонических движений различной

направленности (знака), под влиянием ритмических изменений климата, гидрологического и гидрогеологического режимов, а в последнее время и антропогенных нагрузок. Следы этих этапов развития ландшафтов нередко унаследованы и в современной структуре ландшафтов.

По господствующим в настоящее время представлениям, развитие ландшафтов большей части лесоболотной зоны в течение последних тысячелетий характеризуется четко выраженной общей тенденцией — прогрессирующим увлажнением территории. Это объясняется, с одной стороны, воздействием факторов климатических, а с другой — преобладанием в северных и центральных районах равнины участков, испытывающих вековые тектонические опускания либо крайне медленные поднятия с амплитудой в несколько сантиметров в столетие. Совокупное влияние этих факторов выражается в увеличении площади болот и заболоченных участков тайги за счет завоевания ими участков, прежде не испытывавших избыточного увлажнения. Начало современного этапа заболачивания равнины обычно датируется началом или серединой голоцена, т. е. он длится 5—10 тыс. лет (Научные предпосылки..., 1977). Естественно, что в течение этого времени циклы различной интенсивности процессов болотообразования неоднократно сменялись. Однако общая тенденция — прогрессивное заболачивание территории, вероятно, достаточно четко сохранялась. На основании исследований торфяников можно полагать, что последняя фаза особенно интенсивного заболачивания Западной Сибири, начавшаяся в конце XV — начале XVI века, продолжается и в настоящее время. Поэтому болотный процесс в полосе избыточного увлажнения весьма устойчив и агрессивен. Наиболее активно развивается он на участках, испытывающих новейшие тектонические опускания, которые обычно сопровождаются аккумуляцией минерального и органического материала. К ним относятся прогрессивно переувлажняющиеся болота речных долин, слабодренируемые участки болот междуречий и пологих склонов, прогрессивно заболачивающиеся или слабодренируемые темнохвойные и мелколиственные леса на плакорах и дне речных долин.

Избыток влаги аккумулируется главным образом в слоях торфа болотных массивов и торфянистом горизонте почв заболоченных лесов. Правда, имеющиеся в литературных источниках данные об интенсивности этих процессов все еще весьма противоречивы. Так, согласно исследованиям сотрудников Института географии АН СССР (Вендров и др., 1966), в торфяниках таежных районов Западной Сибири в настоящее время содержится не менее 1000 км^3 воды, ежегодный прирост торфа на таежных торфяниках достигает 2 см/год, а площадь болотных массивов увеличивается ежегодно примерно на 45 000 га. Другие исследователи, в частности Н. Я. Кац (1948), И. Ю. Долгушин (1972), М. И. Нейштадт (1971), считают, что интенсивность прироста торфа и увеличение площади таежных болот идет значительно медленнее и составляет не более 8—10 тыс. га в год.

Рассмотренные особенности ландшафтной структуры лесоболотной зоны Срединного региона требуют сугубой осторожности при проведении здесь крупных водохозяйственных мероприятий. И это необходимо учитывать в проекте перераспределения стока сибирских рек.

ЛИТЕРАТУРА

Вендров С. Л., Герасимов И. П., Куницын Л. Ф., Нейштадт М. И. Влагооборот на равнинах Западной Сибири, его роль с формировании природы и пути преобразования.— «Изв. АН СССР. Серия геогр.», 1966, № 5, с. 3—17.

Долгушин И. Ю. Современные болотообразовательные процессы в средиетаежном Приобье.— «Изв. АН СССР. Серия геогр.», 1972, № 2, с. 26—38.

Ивашутина Л. И., Николаев В. А. Ландшафтная структура Западносибирско-Казахстанской степной области (картометрические данные).— «Вестн. МГУ. Серия геогр.», 1976, № 4, с. 100—102.

Кац Н. Я. Типы болот СССР и Западной Европы и их географическое распределение. М., Географгиз, 1948. 320 с.

Масленникова В. В., Тимашев И. Е. Новые материалы о ландшафтной структуре тундровой и лесотундровой зон Западно-Сибирской равнины.— «Вестн. МГУ. Серия геогр.», 1977, № 1, с. 93—97.

Михайлов Н. И., Николаев В. А., Тимашев И. Е. Вопросы охраны природы в связи с проблемой переброски стока сибирских рек.— «Вестн. МГУ. Серия геогр.», 1977, № 5, с. 50—56.

Михайлов Н. И., Николаев В. А., Тимашев И. Е., Ивашутина А. И., Криволуцкий А. Е., Масленникова В. В., Скорняков В. О., Щербакова Л. И. Возможные изменения природных комплексов Западной Сибири и Казахстана при переброске части стока сибирских рек.— «Изв. АН СССР. Серия геогр.», 1977, № 6, с. 5—12.

Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. М., «Наука», 1977. 228 с.

Нейштадт М. И. Мировой природный феномен — заболоченность Западно-Сибирской равнины.— «Изв. АН СССР. Серия геогр.», 1971, № 1, с. 21—34.

Николаев В. А. Принципы классификации ландшафтов.— «Вестн. МГУ. Серия геогр.», 1973, № 6, с. 30—35.

Щербакова Л. Н. Новые материалы об особенностях ландшафтной структуры лесостепной зоны Срединного региона.— «Вестн. МГУ. Серия геогр.», 1977, № 1, с. 97—102.

Г. Е. Коломиец

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАНДШАФТНЫХ РАЙОНОВ ОБСКОЙ ПОЙМЫ

К настоящему времени Западная Сибирь превратилась в один из наиболее развитых восточных районов страны. Здесь сосредоточено 62% населения, производится более 61% всей валовой продукции промышленности и до 70% валовой продукции сельского хозяйства Сибирской зоны. Наиболее экономически развиты южные районы Западной Сибири, где сложился мощный хозяйственный комплекс на базе высокоэффективных топливно-энергетических, лесных, земельных, водных и других ресурсов.

До недавнего времени северная часть региона была заселена слабо, практически все население сосредоточивалось в небольших городах и поселках, расположенных по берегам Оби, Иртыша и их притоков. Но затем быстрое развитие промышленности здесь привело и к значительному увеличению населения. Всего за 15 лет (1959—1973) население Обского Севера выросло более чем в 2 раза, со 186 до 471 тыс. человек (Белорусов и др., 1976). Такая тенденция опережающего развития северных районов и ускоренного наращивания их экономического потенциала, как видно из «Основных направлений развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы», сохранится надолго. В этом документе поставлена четкая задача продолжать формирование в Западной Сибири крупнейшего территориально-производственного комплекса. А это значит, что перед Западно-Сибирским экономическим районом, являющимся главнейшей нефтегазоносной провинцией страны, важнейшим центром добычи высококачественных углей, обладающим запасами торфа, руд черных и цветных металлов, уникальными запасами химического сырья, большими ресурсами древесины, стоит также важная задача резкого увеличения сельскохозяйственного производства.

В Западной Сибири после введения в севооборот целинных и залежных земель практически не осталось свободных, не требующих крупных экономических затрат территорий, пригодных для сельского хозяйства. Единственными перспективными районами сельскохозяйственного освоения для обеспечения продуктами новых формирующихся производственно-территориальных комплексов являются речные поймы, причем необходимо отметить, что и для южной сельскохозяйственной зоны Западной Сибири поймы рек Оби и Иртыша являются, в сущности, един-

ственным источником кормов для развития животноводства. Как отмечают А. И. Бойнов и А. И. Кузьмин (1975), после завершения распашки всех пахотнопригодных почв надпойменных террас рек и водоразделов естественные кормовые угодья оказались приуроченными к малопродуктивным заболоченным и засоленным участкам, не обеспеченным к тому же доброкачественной водой. Засухи и неправильная агротехника часто уничтожают посевы многолетних трав, а производство кормов на пахотных землях не решает проблему их полноценного качественного состава.

Р. А. Еленевский (1936) охарактеризовал речные поймы как грандиозные природные копилки, где в течение тысячелетий сложились громадные ресурсы важнейших элементов для питания растений. Благодаря ежегодному обогащению пойменных почв наносами аллювия в период половодья они обладают неистощимой энергией плодородия. Речные поймы нашей страны занимают площадь 60 млн. га. Только поймы Западной Сибири занимают 13,8 млн. га (6% площади региона). Из общей площади этих почв 1,3 млн. га могут быть включены в фонд пахоты, остальные использоваться под сенокосы и пастбища, но с обязательным предварительным улучшением.

Обская пойма, занимающая почти 5 млн. га, протянулась широкой лентой (иногда до 50—60 км) на 3625 км через всю Западно-Сибирскую равнину; общее падение около 160 м. Речные воды Оби играют роль своеобразного Гольфстрима. По современным данным (Малик, 1975), отепляющее влияние водных масс Оби охватывает полосу шириной в 500—600 км, поэтому все ландшафтно-географические зоны, которые пересекает р. Обь, в пойме ее сдвинуты к северу и югу на 2—5°.

Богатства поймы разнообразны, но важнейшим являются обширные массивы заливных лугов, для которых характерен чрезвычайно быстрый рост трав, особенно в районах севернее г. Колпашево, где в летнее время царит почти круглосуточный день. Обилие света, влаги и тепла приводит к тому, что после спада половодья трава заливных лугов достигает 50 см высоты всего за 20—25 дней. Общие запасы сена пойменных лугов оцениваются в 7—9 млн. т. Сибирское луговое сено характеризуется высоким содержанием (до 13%) сырого белка (протеина).

Теплые пойменные водоемы являются основными нерестилищами двадцати видов промысловых рыб. В среднем с пойменных водоемов снимают «урожай» рыбы до 55 кг/га, в то время как «урожайность» материковых озер не превышает 5 кг/га. Пойменные водоемы одной только Томской области дают рыбы больше, чем весь бассейн Енисея.

Благоприятные природные условия, изобилующие ягодами, орехами и грибами леса Обской поймы определили богатство ее фауны, здесь насчитывается 170 видов птиц и 58 видов млекопитающих, большинство из которых являются промысловыми. В пойме во множестве водятся колонок, горностай, лисица, выдра, норка, часто встречаются соболь, песец, белка и лось. И все это существует благодаря теплотворному влиянию водных масс р. Оби.

Отдельные участки Обской поймы неоднократно исследовались специалистами. Однако «в настоящее время нет ни одной монографической работы, в которой интересующая нас проблема была бы рассмотрена с необходимой детальностью» (Николаев, 1976б). Одним из первых оценку Обской поймы как особого ландшафта дал Р. А. Еленевский (1936). Все последующие работы были посвящены преимущественно участку Средней Оби.

Несмотря на единство происхождения Обской поймы, дать общую характеристику такой обширной территории — задача сложная, так как отдельные ее участки (районы) значительно отличаются друг от друга. Поэтому удобнее всего характеризовать пойму по отдельным районам.

В зависимости от поставленной задачи при районировании поймы Оби исследователи применяли обычно следующие принципы: а) деление

поймы реки на верхнюю, среднюю и нижнюю; б) деление по географическим зонам, которые пересекает река; в) региональное деление (Каменская пойма, Колпашевская и т. д.); г) типологическое деление, при котором типы поймы выделяются на основе геоморфологических признаков; д) деление по показателю поёмности, т. е. в зависимости от высоты разлива (высокий, средний, низкий уровень); е) по характеру почвенно-растительного покрова; ж) деление поймы на природные ландшафты.

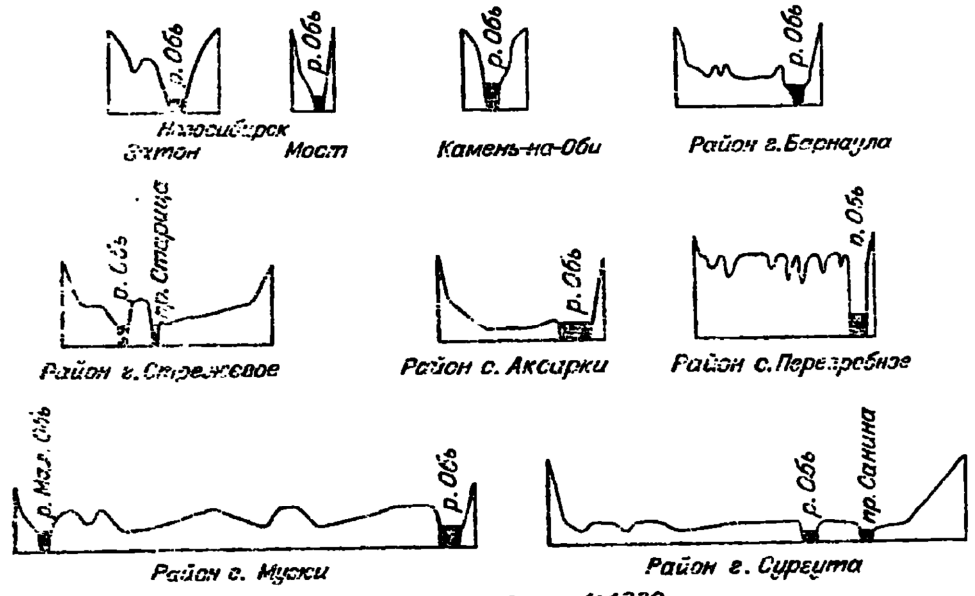
Главнейшим недостатком большинства принципов районирования речных пойм (кроме ландшафтного) является их значительная субъективность в оценке районов (Максимов, 1972).

При изучении и районировании пойм необходимо обязательно учитывать историю речной долины, так как под поймой мы понимаем исторически связанную общим происхождением и развитием аллювиальную часть речной долины, заливаемую в половодье. При районировании речных пойм сам процесс районирования следует проводить на двух уровнях.

На высшем уровне районирования выделяются ландшафтные районы на основе выявления геоморфолого-тектонических формаций. Внутри выделенных ландшафтных районов детализация (низший уровень районирования) возможна по отдельным элементам (факторам) — климату. гидрологическому режиму и т. д.— или по комплексу элементов (ландшафты).

Используя данный подход, мы выделили в пойме Оби шесть крупных ландшафтных районов. Для каждого района в его наиболее характерной части построены поперечные профили поймы (см. рисунок), анализ которых позволил объединить их в три группы. К первой относятся очень широкие плоские поймы (районы г. Сургут и с. Мужи), ко второй — поймы средней ширины, приуроченные к участкам поднятых локальных структур (районы с. Аксарки, с. Перегребного и г. Стрежевое) и к третьей — поймы резко суженных участков долины Оби (район Новосибирска и Камня-на-Оби). Рассмотрим выделенные крупные ландшафтные районы.

1. Бийско-Каменский ландшафтный пойменный район занимает пространство от слияния рек Бии и Катуни до Камня-на-Оби. Общая площадь поймы района составляет 7640 км², причем 10% ее площади



М-б профилей: верт. 1:1000, гор. 1:400 000

Профиль поймы р. Оби.

приходится на высокие сухие гривы, 40% — на участки, характеризующиеся умеренной и достаточной влажностью, и 50% — на межгривные понижения, в значительной степени заболоченные.

На первом участке района от г. Бийска до устья р. Чарыш Обь течет в широтном направлении одним потоком, ширина поймы не превышает 2—3 км. Для участка характерен резко выраженный рельеф. Гривы широкие, с плоскими вершинами. Вся пойма отчетливо делится на прирусловую, центральную и притеррасную части. В прирусловой части отмечается разномерная и сильная бугристость (Баранов, Шелудякова, 1929; Пеньковская, 1963). Высота бугров достигает 1 м, чаще 0,3—0,5 м, диаметр — 1—2 м, вершины плоские, склоны крутые. В центральной пойме отмечено незначительное количество озер при очень густой веерообразной сети пересохших проток. В притеррасье наблюдается значительная заболоченность. По Р. А. Еленевскому (1936), этот участок может быть отнесен к ступенчато-гривному типу пойм.

Второй участок района — от устья р. Чарыш до г. Барнаула. Здесь Обь круто поворачивает на север и течет в меридиональном направлении. Широкая пойма, до 15 км, образуется только на правом берегу и переходит постепенно в громадный массив Верхне-Обского соснового бора. Высота поймы над урезом воды не превышает 2,5—4 м. Прирусловье представлено несколькими широкими, параллельными руслу реки песчаными гривами. В центральной пойме дугообразные гривы расположены поперек долины. В межгривных понижениях много болот и озер. На отдельных массивах озера занимают до 50% их площади. Берега Оби имеют мягкие, часто меняющиеся очертания. В районе Барнаула берега смещаются до 29 м в год, происходит резкое спрямление русла со средней скоростью смещения вогнутых пойменных берегов 10—15 м в год. За последние 60 лет длина отмерших рукавов составила 24% общей протяженности русла, взятого за исходное по лоцманской карте 1897 г., а на некоторых участках отмершие рукава достигают 50—60% общей протяженности русла (Кулемина, 1974).

Последний участок района — Каменская пойма, где у с. Кучук пойма Оби возвращается на левый берег и тянется до г. Камень-на-Оби. Форма этого участка поймы эллипсовидная, наибольшая длина 78, наибольшая ширина около 23 км (с. Малышево). Пойма имеет сложный рисунок — много извилин и проток, которые делят ее на ряд островов. Гидрографическая сеть густая — масса стариц и мелких речек. Прирусловье характеризуется наличием узких грив с крутыми склонами. В центральной пойме гривы расплывчаты, встречаются останцы древней террасы, поднимающиеся над поймой до 6 м (Пеньковская, 1963). Притеррасье представляет собой заболоченное понижение пилообразной формы, так как языки делювиальных сносов с надпойменной террасы заходят далеко в глубь поймы. Для этого участка характерно сочетание сегментно-гривистой поймы с островной.

В пойме района наблюдаются два отчетливо выраженных пика половодья: первый — весенний, в результате таяния снега на равнинных пространствах, с наивысшими уровнями в конце апреля — начале мая (продолжительность 16—20 дней), второй — летний, обусловлен таянием снега и льда в горах, с максимумом в середине или конце июня (продолжительность 25—30 дней). Бывают годы, когда такты половодья сливаются вместе и кривая разлива имеет только небольшие прогибы, ограничивающие пики (например, половодье 1958 г.).

Годовое количество осадков в районе 480—500 мм, число дней с температурой выше 10° около 135. Почвенный покров отличается большим разнообразием: к гривам и незаливаемым участкам (площадь 70 тыс. га) приурочены черноземные и черноземовидные почвы, к часто заливаемым участкам — дерново-луговые слоистые, до 30% поймы занимают болотные почвы. Кроме этих типов встречаются серые лесные почвы, солонча-

ковые и солончаковатые черноземы. Из растительности преобладают луга (вейниковые — урожайность до 60 ц/га сухой массы, полевициевые — урожайность 25 ц/га, осоковые — урожайность 25—30 ц/га) и кустарники.

Для целей сельского хозяйства используется около 40% поймы: от г. Бийска до устья р. Чарыш почти все луга распаханы и заняты посевами зерновых, кукурузы и свеклы, остальную часть составляют сенокосные угодья и пастбища по отаве (Пеньковская, 1963). В связи со значительной заболоченностью поймы необходимы мелиоративные работы по частичному осушению отдельных массивов.

2. Каменско-Томский ландшафтный пойменный район, лежащий между г. Камень-на-Оби и устьем р. Томь, состоит из двух участков. К первому относится отрезок Обской поймы, покрытый в настоящее время водами Обского моря, ко второму — территория от плотины Обской ГЭС до устья р. Томь площадью в 1250 км^2.

Первый участок района заключен между двумя суженными зонами долины Оби — Каменской и Новосибирской. У г. Камень-на-Оби Обь врезается в Бурлинскую гряду, непосредственное продолжение Кузнецко-Салаирского сводообразного поднятия (Томско-Каменский полусвод). После второго сужения — Новосибирского, где ширина поймы составляет 0,5—1,0 км, ниже по течению она резко расширяется до 15 км. Рельеф поймы — плоскогривистая равнина с останцами древней террасы и прирусловыми валами. Гривы центральной поймы низкие, расплывчатые, вытянуты вдоль Оби. Отмечается общее понижение поймы к ее центральной части на 3—5 м по отношению к прирусловой и притеррасной частям (Григорьева, Пеньковская, 1957). Эта наиболее низкая часть поймы расчленена старицами и озеровидными понижениями, вытянутыми по течению реки. Встречаются отдельные массивы обвалованной поймы (Мизеров и др., 1971). В основном пойма имеет черты перехода от сегментно-гривистой к островной.

Половодье проходит также двумя пиками, но значительно сглаженными. Весной пойма затапливается на срок до 1 мес. Из растительности преобладают хорошие бобово-овсяницевые луга, отдельными островками встречается степная и болотная растительность. Кустарниками покрыто до 25% поймы, в основном в прирусловой части. Наиболее характерным типом почвы являются аллювиально-луговые тяжелосуглинистые зернистые почвы с погребенным гумусным горизонтом.

Годовое количество осадков — 400 мм, число дней с температурой выше 10° достигает 120. Для целей сельского хозяйства используется около 30% поймы района.

3. Среднеобской ландшафтный пойменный район (от устья р. Томь до устья р. Иртыш) имеет площадь около 30 000 км^2. Длина поймы — 1500 км, ширина варьирует от 7 на южном отрезке до 45 км на северном. Высота пойменной террасы колеблется от 3 до 7 м. На пойме можно выделить два уровня — высокая часть поймы, которая имеет малое развитие и заливается один раз в 5—10 лет, ее высота составляет 6—7 м, и низкая — наиболее пониженная и широко развитая часть поймы высотой 3—5 м. Разновысотность уровней свидетельствует о разновременности их формирования. Общая мощность отложений поймы составляет 30—35 м. Как отмечает С. А. Архипов (1973), между разновысокими ступенями поймы не всегда можно уловить четкую границу, но они безошибочно различаются по типу разрезов, так как в обнажениях высокой поймы наблюдаются сочетания русловых, старичных и пойменных фаций, представленных специфическими осадками, а в разрезах низкой поймы преобладают русловые и прирусловые супесчаные отложения, прикрытые сверху пойменным наилком. Кроме того, только в разрезах высокой поймы постоянно встречается луговая почва, заменяющаяся по простиранию торфяником.

Рельеф поймы очень неоднороден и значительно осложнен различными положительными и отрицательными формами. По данным Б. В. Мизерова и др. (1971), он всецело зависит от внутренней динамики руслового потока Оби, разрабатывающего свою долину. Формирование поймы в основном происходит за счет дробления русла на рукава, образования осередков и причленения их к существующим участкам поймы. Сегментное строение поймы прослеживается лишь на отдельных участках (Ершова, 1977).

Четкое деление поймы на прирусловую, центральную и притеррасную отсутствует, но можно выделить ее геоморфологические разновидности. В. С. Хромых (1975) выделяет семь таких разновидностей.

1. Прирусловая пойма. Относительное колебание высот 5—7 м, ширина до 5 км, характеризуется островершинными валами и узкими глубокими ложбинами.

2. Центрально-гривистая пойма. Колебание высот — 0,5—2 м. Рельеф представлен плоскими гривами и обширными понижениями.

3. Центральная выровненная пойма. Колебание высот до 0,5 м, гривы практически отсутствуют (сглажены), характерны «соры» — обширные понижения.

4. Наложенная прирусловая пойма вдоль подмываемых берегов шириной 0,8—1,2 км.

5. Притеррасная пойма, представленная выровненной и сплошь заболоченной поверхностью.

6. Наложенная притеррасная пойма, формирующаяся в случае причленения центральной поймы к склону террасы. Рельеф плоский, у подножия склонов имеется приподнятая полоса делювиальных накоплений и конусы выноса овражной сети.

7. Прирусловая мелкогривистая пойма с второстепенными водотоками. Высоты грив 1,5—2 м.

Обь производит громадную разрушительную работу, интенсивно размывая уступы террас и пойму. Так, за последние 60 лет река сместилась влево на несколько километров (в районе с. Кривошеино). Неоднократные изменения главного русла Оби отмечаются и выше г. Колпашево. На южном и среднем участках района широко развиты оползневые процессы (у сел Вертикос, Прохоркино, Кривошеино).

На протяжении поймы встречается большое число пойменных озер, расположенных зонами в расширенных участках долины. На 1 км^2 приходится до 11,5 га водоемов; многие из них находятся в стадии заболачивания.

Среднеобской ландшафтный район нами подразделяется на шесть участков, что связано с изменением системоформирующего процесса на пойме. Большинство участков совпадает с природными районами В. С. Хромых (1975).

1. Кривошеевский участок, расположенный между устьями рек Томь и Чулым. Характер поймы сегментно-островной, ширина от 7 до 23 км. Для участка характерно возникновение островов, что обусловлено ростом осередков за счет причленения к ним новых сегментов и более мелких осередков со стороны обоих русел на массиве поймы (о-в Ташьян).

2. Могочинский участок, заключенный между устьем р. Чулым и Тогурским устьем р. Кеть. Основные площади его занимает низкая центральная пойма с гривами разной высоты. Ширина поймы изменяется здесь от 1 до 21 км. Хозяйственное освоение участка незначительное, около 10%.

3. Обско-Кетский участок совместной поймы рек Оби и Кети, простирается от г. Колпашево до устья р. Парабель. Ширина его колеблется от 21 до 39 км. Основная часть поверхности занята центральной поймой со средневысотными гривами и обширными низинами.

На территории участка обнаружены на глубине 1,7—2,7 км горячие воды, что позволит решить проблему организации парниковых комбинатов, а также термального рыбоводства (Николаев, 1976б).

4. Каргасокский участок, расположенный между устьями рек Парабель и Тым. Ширина поймы достигает здесь 20 км, для рельефа характерны обширные низины с низкими и средневысокими гривами, а также средневысотные прирусловые валы. В хозяйственном отношении участок практически не используется, хотя здесь сосредоточены обширные массивы высокоурожайных лугов и ягодников.

5. Александровский участок (шириной от 8 до 25 км) находится между устьями рек Тым и Вах. Более 50% его площади составляет центральная пойма с большим количеством низких грив. Сужения участка связаны с положительными тектоническими движениями и врезанием русла Оби.

6. Сургутский участок, лежащий между устьями рек Вах и Иртыш, имеет ширину от 15 до 40 км. Двусторонняя пойма приобретает здесь центрально-соровый характер. Русло сильно раздроблено, что связано с отрицательными тектоническими движениями и преобладанием процессов аккумуляции (Петров, Бачурин, 1976).

Для всего ландшафтного района характерен высокий весенний паводок (иногда до 9 м), высота подъема его уровней возрастает вниз по течению до с. Александровское, а затем ниже, несмотря на увеличение водности, половодье распластывается, снижаясь к северу района. Так, у г. Сургут уровень половодья на 4 м ниже, чем у с. Александровское, что в значительной мере объясняется регулирующим влиянием поймы, а также отсутствием значительных притоков на этом участке. Период половодья увеличивается к северу района, колеблясь от 28 до 70 дней. Иногда весеннее половодье сопровождается заторами льда. Основное русло Оби разбито на ряд рукавов, почти не уступающих по размеру главному руслу. Между городами Нижневартовск и Сургут Обь разделяется на главную Обь и проходящую слева от нее Юганскую Обь, соединенные обширной сетью проток. Пойменные массивы и острова, образовавшиеся из-за этих проток, превращают пойму в лабиринт. Острова очень разнообразны — низкие, песчаные и заболоченные, поросшие высокими травами, и высокие, с крутыми обрывистыми берегами высотой в несколько десятков метров, часто представляющие собой останцы надпойменных террас, заросшие густым еловым лесом. Центральные части пойменных массивов заняты сорами — обширными плоскими понижениями. Характер грив зависит от отложений. Резкогривистая пойма отмечается в районах отложения песчаных, а пологогривистая — глинистых наносов. Для участка характерен интенсивный боковой размыв поймы. Максимальное разрушение ее берегов, сложенных суглинками, за 1968—1969 гг. составило 22,5 м, а песками — 38 м (Трепетцов, 1973). И. Б. Петров и Г. В. Бачурин (1976) выявили по аэрофотоснимкам, что бровки береговых склонов иловато-суглинистых пойм на Юганской и Салымской Оби разрушаются со скоростью 3—4 м в год.

Среднеобской ландшафтный район в зимнее время характеризуется «замором» вод. Заморный участок расположен между устьем р. Кеть и Обской губой.

В низкой части поймы распространены лугово-болотные почвы, в высокой — луговые и черноземно-луговые. Лес (осокор, ива, береза, осина, кедр) занимает около 7000 км² высокой поймы. Годовое количество осадков в этом районе составляет 450—500 мм, общее число дней с температурой выше 10° — от 88 до 95 (с севера на юг). В сельскохозяйственном отношении пойма района используется слабо.

4. Ханты-Мансийско-Перегребенский ландшафтный пойменный район занимает территорию от устья Иртыша до с. Перегребное. Общая площадь поймы здесь составляет около 3000 км². Характерной особен-

ностью района является предельно суженная долина с левобережной поймой шириной иногда до 1,5 км и высотой над урезом Оби до 5 м. Как отмечает В. А. Николаев (1976а), это сужение, а также более северное сужение Аксарское являются значительными преградами, создающими ежегодно дополнительные паводковые подпоры большого масштаба. Малая пропускная способность суженных участков резко увеличивает область и время распластанного половодья на территории Сургутского района, Нарымского Приобья и значительной территории Нижнего Иртыша, в результате чего обширные площади поймы покрыты полыми водами практически все лето.

Характер поймы островной. Острова крупные, соры занимают до 50% их площади. Гривы плоские, чаще расположены по берегам проток, разрезающих соры, и по пологим склонам соров (Роднянская, 1960). Отдельные участки русла Оби по идеальной ровности берегов напоминают канал. Облесенность поймы более 10%. На повышенных местах преобладают береза, сибирская ель, лиственница. Лугами занято до 70% поймы. Почвы слоистые слабогумусированные слабооглеенные. В половодье соры остаются залитыми до 80, а гривы до 30 дней. Годовое количество осадков в районе около 450 мм. Количество дней с температурой больше 10° не превышает 90. В хозяйственных целях пойма района не используется.

5. Березовский ландшафтный пойменный район находится между с. Перегребное и местом слияния двух рукавов Оби в одно русло. От с. Перегребное р. Обь разделяется на два рукава — Большую и Малую Обь, соединенные множеством поперечных проток. На этом участке полностью нарушается морфологическое деление поймы, ширина которой составляет здесь 50—60 км, общая площадь — свыше 15 000 км². Высота пойменной террасы колеблется в пределах от 5 до 8 м. Луга занимают более 50% территории поймы. Среди низких островов встречаются останцы надпойменных террас. Пойма приобретает останцово-крупноостровной характер. Соры составляют более 50% площади островов. В сорах преобладают аллювиальные слоистые глеевые почвы, в межгривье — болотные, на приподнятых участках — луговые.

В половодье соры заливаются водой на период до 90, гривы — до 25 дней. Годовое количество осадков в районе равно 400 мм, продолжительность с температурой выше 10° примерно 80—85 дней. В сельскохозяйственном отношении район освоен очень слабо, под пашней занято всего 0,3% площади поймы, в основном под овощные культуры, дающие хороший урожай.

6. Салехардский ландшафтный пойменный район простирается от места соединения рукавов Оби в одно русло до впадения ее в Обскую губу. Пойма шириной 20—30 км приобретает приустьевой плавневый характер. Площадь пойменного района равна 4000 км². Пойму и острова покрывают кустарник, низкорослое редколесье и луга. Восточнее о-ва Бол. Яры начинается дельта Оби. Здесь река разделяется на два рукава — Надымскую и Хаманельскую Обь, соединенных массой проток. Границей между дельтой и губой является мелководный бар. Почвы близки к почвам предыдущего района, но заболочены. Высота половодья у г. Салехарда 5—6 м, в дельте не превышает 3 м. Соры в половодье покрыты водой до 100 дней, гривы — до 25 дней. Количество годовых осадков составляет 370 мм, число дней с температурой выше 10° — около 60. В сельскохозяйственном отношении пойма практически не освоена (только в районе Салехарда имеется 200 га пашни).

Для широкого использования богатейших земель Обской поймы необходимо: во-первых, устранить избыточную переувлажненность ее территории; во-вторых, уменьшить срок половодья; в-третьих, провести серьезные мелиоративные работы по облагораживанию пойменных почв. Некоторый опыт в таких мероприятиях накоплен хозяйствами Том-

ской области. За годы последних двух пятилеток культуртехнические работы были проведены более чем на 50 000 га Обской поймы, что позволило удвоить урожайность трав (Шилов, Андросов, 1974).

Обская пойма является национальным богатством, и освоение ее должно вестись по-государственному, с размахом и с учетом влияния всех природных факторов.

В. А. Николаевым (1976а) предложен метод осушения пойменных земель Оби, сводящийся к зарегулированию всех правых притоков широтного отрезка Оби от устья р. Чулым до устья р. Вах, что позволит сбросить избыточные воды по древней долине Оби в верховья бассейна р. Пур. Проект решает многие вопросы — уменьшает переувлажнение пойменных почв не только на участке Средней, но и Нижней Оби, так как суженные участки долины в районах сел Перегребного и Аксарки справятся в короткие сроки с уменьшенным объемом полых вод и тем самым предохранят обширные площади поймы от избыточного переувлажнения.

Русло второй Оби, проложенной по притеррасовым понижениям надпойменных террас, значительно улучшит дренирование этих террас, отеплит обширные территории, пока не входящие в сельскохозяйственный фонд, резко увеличит рыбное богатство Западной Сибири.

Даже после частичного осушения поймы и уменьшения срока половодья пойменные земли можно превратить в надежный резерв развития животноводства, так как пойму можно использовать в качестве краткосрочных «джайляу», по типу отгонных пастбищ Казахстана (Тюменцев, 1963). Из южных, малообеспеченных кормами, районов на специальных баржах, превращенных в масло-молокозаводы, можно перевозить ежегодно на 2,5—3 мес несколько сот тысяч голов крупного рогатого скота для быстрого откорма на обильных лугах Средней и Нижней Оби. Осенью вместе с накопленными кормами (сеном, силосом, витаминной мукой) бóльшая часть скота возвращается в южные районы, а меньшая может быть оставлена для жителей северной зоны. Это мероприятие должно полностью разрешить проблему кормов для Западной Сибири, поскольку запаса сена только Обской поймы достаточно для прокорма 1 млн. голов крупного рогатого скота.

В настоящее время прорабатываются проекты по переброске части обской воды в южные районы страны. Существует несколько вариантов переброски вод, но для принятия окончательного варианта необходимо учесть массу разнообразных факторов.

Известно, что средний годовой сток Оби достигает 400 км^3, поэтому переброска 100 км^3 из южной части Оби может привести к необратимым нежелательным последствиям: полоса теплового влияния Оби уменьшится в 3 раза, произойдет значительное обмеление русла, маломощный паводок не сможет обновлять пойменные почвы, на северном отрезке поймы возникнут большие участки многолетней мерзлоты и пойменные луга сменятся болотами, недостаток выносимой воды и уменьшение тепла приведут к круглогодичному замерзанию Обской губы, сильно пострадает животный и растительный мир, исчезнет основная масса нерестилищ промысловых рыб.

Поэтому для Западной Сибири наиболее приемлем вариант переброски вод, после выполнения ими своих многотысячелетних функций отепления и оплодотворения поймы, через Северный Урал в Волго-Камский бассейн. При этом варианте воды Оби будут приносить жизнь как Западной Сибири, так и засушливым районам юга.

Преобразование и комплексное освоение природных ресурсов Западно-Сибирской равнины были начаты и должны быть продолжены в первую очередь с мелиорации и улучшения Обской поймы, богатства которой велики и при хозяйственном подходе к их использованию будут служить вечно.

ЛИТЕРАТУРА

Архипов С. А. Стратиграфия и геохронология террас и погребенных долин в бассейне Верхней Оби.— В кн.: Плейстоцен Сибири и смежных областей. М., «Недра», 1973, с. 7—33.

Баранов В. И., Шелудякова В. А. Материалы к познанию лугов и болот долины р. Оби. Омск, 1929. 51 с.

Белорусов Д. В., Панфилов И. И., Сенников В. А. Проблемы развития и размещения производительных сил Западной Сибири. М., «Мысль», 1976. 270 с.

Бойнов А. И., Кузьмин А. И. Пойма Иртыша. Омск, 1975. 112 с.

Григорьева К. Ф., Пеньковская Е. Ф. Природные условия поймы реки Оби в районе Колывани и их влияние на распространение растительности.— В кн.: Труды Новосибирского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. Т. 9. Новосибирск, 1957, с. 89—95.

Еленевский Р. А. Вопросы изучения и освоения пойм. М., Сельхозгиз, 1936. 100 с.

Ершова С. Б. Рельеф.— В кн.: Природные условия центральной части Западно-Сибирской равнины. М., Изд-во МГУ, 1977, с. 43—52.

Кулемина Н. М. Исследование руслового процесса Верхней Оби.— В кн.: Труды Гидрологического института. Вып. 190. Л., Гидрометеоиздат, 1974, с. 72—87.

Максимов А. А. Географическое районирование речных долин.— В кн.: Географические проблемы Сибири. Новосибирск, «Наука», 1972, с. 45—67.

Малик Л. К. Об изменении некоторых элементов режима рек Нижней Оби при регулировании стока (в связи с проблемой перераспределения водных ресурсов в Срединном регионе).— Вести. МГУ. Серия геогр., 1975, № 1, с. 70—76.

Мизеров Б. В., Черноусов С. И., Абрамов С. П., Сухорукова С. С., Вотах М. Р. Аллювиальные и озерно-аллювиальные кайнозойские отложения Среднего Приобья. Новосибирск, «Наука», 1971. 212 с.

Николаев В. А. Рельеф и мелиорация южных равнин Сибири и Дальнего Востока.— В кн.: Проблемы прикладной геоморфологии. Новосибирск, «Наука», 1976а, с. 141—162.

Николаев В. А. Прареки Западно-Сибирской равнины и проблемы комплексного освоения ее природных ресурсов.— В кн.: Проблемы прикладной геоморфологии. Новосибирск, «Наука», 1976б, с. 163—213.

Пеньковская Е. Ф. Растительность поймы Оби.— В кн.: Труды Центрального Сибирского ботанического сада. Вып. 6. Новосибирск, 1963, с. 211—263.

Петров И. Б., Бачурин Г. В. Гидролого-геоморфологические условия освоения пойм Средней Оби и Нижнего Иртыша.— В кн.: Сибирский географический сборник. Вып. 12. Новосибирск, «Наука», 1976, с. 75—112.

Роднянская Э. Е. Типология пойменных ландшафтов на примере Оби.— «Изв. ВГО», т. 92, вып. 1, 1960, с. 24—35.

Трепетцов Е. В. Деформация берегов р. Оби в Тюменской области.— В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 3. М., Изд-во МГУ, 1973, с. 276—284.

Тюменцев Н. Ф. О сельскохозяйственном использовании пойменных земель в бассейне реки Оби.— В кн.: Труды Томского университета. Т. 152. Томск, 1963, с. 194—209.

Хромых В. С. Структура и качественная оценка ландшафтов поймы Средней Оби (в границах Томской области). Автореф. канд. дис. Новосибирск. 1975. 30 с.

Шилов В. А., Андросов А. С. Сельское хозяйство в районах нефти и газа. Новосибирск, 1974. 94 с.

И. Б. Петров

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЙМЫ ИРТЫША В ЗОНЕ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО ПЕРВООЧЕРЕДНОГО ИЗЪЯТИЯ СТОКА ДЛЯ ПЕРЕБРОСКИ НА ЮГ СРЕДИННОГО РЕГИОНА

Коллектив географов Иртышской экспедиции Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР с 1974 г. проводит комплексные исследования по проблеме, сформулированной акад. В. Б. Сочавой: «Долина Нижнего Иртыша: географические прогнозы рационального и эффективного использования». В рамках этой проблемы в 1977 г. начато выполнение задания по оценке вероятных изменений природных условий в районах изъятия, транспортирования и распределения стока.

Работы ведутся на участке прилегающей к Иртышу территории от его устья до г. Усть-Ишим общей протяженностью по фарватеру основ-

ного русла 1084 км. Объектами исследования служат лесные, болотные и луговые экосистемы, расположенные на пойме и первой террасе Иртыша, а также в дренированной полосе Тобольского «материка». Выбран ряд ключевых участков, на которых ведутся режимные наблюдения за поведением экосистем.

Цель наблюдений — получение данных, необходимых для выявления взаимосвязей между элементами экосистем и взаимодействий экосистем с внешней средой. Эти сведения будут затем использованы при построении моделей экосистем различных типов.

Анализ функционирования экосистем на моделях позволит установить главные закономерности их поведения при существующем режиме водности, выявить и оценить его средообразующую и управляющую роль в экосистемах.

Подставляя в модели сведения о режимах водности, которые могут возникнуть при различных вариантах изъятия стока, получим новые, прогнозные состояния экосистем.

Соображения, которыми следует руководствоваться при оценке и квалификации будущих экосистем и их состояний как оптимальных и пригодных для реализации при осуществлении какого-либо варианта изъятия стока, на наш взгляд, могут быть такими.

Учитывая слабую изученность взаимовлияния западносибирских экосистем друг на друга, в качестве критерия для оценки будущего их состояния на территории изъятия и транспортирования стока может быть принято то балансовое сальдо обмена веществом и энергией между экосистемами, которое близко к ныне существующему. Соотношения площадей различного типа экосистем в пределах территории изъятия стока также должны сохраняться, что не исключает, а предполагает изменения пространственного положения экосистем.

Как следует из статьи И. А. Герарди в настоящем сборнике, «Союзводпроектом» предлагается на 1-м этапе переброски стока изымать из Оби и Иртыша в его приустьевой части 25 м^3/год воды. Для водозабора у Белогорья на Оби предполагается построить плотину барражного типа. На Нижнем Иртыше для улучшения судоходных условий планируется сооружение трех перегородок — у Самарова, Цингалов и Нового села, которые повысят уровни воды в русле относительно межени на 8 м. Как полагают авторы проекта, эти уровни будут ниже поверхности поймы на 2 м. Осенью нижнее течение Иртыша, согласно проекту, должно работать в режиме антиреки. У Тобольска планируется создание водохранилища с подпором на 6 м (вариант Малое Тобольское водохранилище) и прорабатывается вариант без создания Тобольского водохранилища.

Все сооружения должны быть построены в таежном Прииртышье, где ведутся работы Иртышской экспедицией.

Перечисленные мероприятия по изъятию и транспортированию стока в большей или меньшей степени в первую очередь затронут пойму и русло Иртыша. Это позволяет считать пойму Нижнего Иртыша объектом первоочередного, наиболее подробного изучения. Между тем анализ литературных источников, посвященных природным условиям на территории изъятия и переброски стока, свидетельствует об относительно меньшей изученности пойм в сравнении с внепойменными и водораздельными пространствами.

В строении региональной экологической системы, именуемой таежным Прииртышьем, доля пойм в площадном выражении невелика. Однако их роль как экологического и ландшафтообразующего фактора в функционировании региональной экосистемы значительна и еще мало изучена. Последнее обстоятельство обусловливает осторожность и известный скепсис в отношении тех или иных технических решений изъятия стока, которые резко изменяют режим и площади пойм.

Грандиозность проекта перераспределения стока требует выяснения не только региональной, но и глобальной экологической роли пойм. Ведь через поймы и дно речных долин осуществляется сброс в океаны продуктов денудации, жизнедеятельности организмов и хозяйственной деятельности людей. Замедление скорости удаления с суши отходов функционирования наземных природных и природно-хозяйственных экосистем может вызвать, во-первых, интоксикацию пойменных экосистем и, во-вторых, нарушить равновесие в экосистемах шельфовой зоны морей. Таким образом, при оценке последствий переброски стока на окружающую среду следует учитывать и такие отдаленные во времени и пространстве возможности ее изменений.

Для получения ответов на эти вопросы требуется безотлагательная постановка всесторонних стационарных наблюдений на поймах уже в настоящее время. Возможности, которыми располагает Иртышская экспедиция, позволили организовать и вести режимные наблюдения на пойме только по сокращенной программе.

К настоящему времени выполнено среднемасштабное картирование пойменных ландшафтов указанной выше территории и проведено детальное изучение и картирование в крупном масштабе 22 пойменных ключевых участков.

Единицей картирования в среднем масштабе служили пойменные массивы, именуемые типами пойменных земель. Пойменные массивы — это территориально разобщенные участки поймы, обладающие внутренним единством происхождения, возраста и функционирования слагающих их компонентов. В основу легенды среднемасштабной карты положена классификация пойменных массивов, проведенная на историко-генетическом принципе. Группирование пойменных массивов велось по признаку их принадлежности типам русловых процессов: ограниченное, свободное, незавершенное меандрирование и пойменная многорукавность. Внутри групп типов разделение пойменных массивов возрастное: современный, зрелый, старый пояса меандрирования. Определение типов пойменных массивов включает, помимо выше названных, морфологические и ландшафтно-экологические характеристики.

Морфологические и ландшафтно-экологические характеристики пойменных массивов различных типов были получены в процессе крупномасштабного ландшафтного картирования на ключевых участках. При выполнении этих работ широко использовались материалы аэрофотосъемки, которые дешифрировались в поле, и данные 40-летних наблюдений за уровенным режимом Иртыша для расчета характеристик поемности.

Единицами картирования на ключах были простые урочища. Легенды ключевых участков построены по эколого-динамическому принципу. Структура легенд дает представление о рядах развития (последовательных смен состояний) элементарных форм рельефа (валов, грив, межваловых понижений и т. д.) с присущим им почвенно-растительным покровом в зависимости от режимов поемности и аллювиальности. Эти сведения раскрывают внутреннее ландшафтное содержание пойменных массивов как типов земель и позволяют устанавливать основные закономерности их трансформаций в зависимости от режима водности.

Некоторые краткие сведения о пойме Нижнего Иртыша, полученные в ходе работ Иртышской экспедиции, приведены в таблице. Сопоставление данных таблицы со сведениями о гидротехнических мероприятиях в долине Нижнего Иртыша по изъятию и транспортированию стока позволяет сделать некоторые предварительные выводы о возможных путях развития и поведения будущих природно-технических комплексов.

Известно, что большая часть русла Нижнего Иртыша свободно меандрирует и имеет коэффициент извилистости 2,6. Поэтому пойма Ир-

Площади пойменной суши в долинах Нижнего Иртыша и Тобола по природным пойменным районам и высотным экологическим поясам поемности

Природный район	Площадь района, км²	Экологический пояс поемности			Площадь меженного русла
		верхний	средний	нижний	
Пос. Усть-Ишим — устье р. Тобол	1215	7,0—10,0 *	4,0—7,0	0—4,0	—
		31	47	17	5
		375	570	210	60
Устье Тобола — устье Тавды	450	7,0—9,0	5,0—7,0	0—5,0	—
		34	48	16	2
		150	216	73	11
г. Тобольск — пос. Цингалы	1726	7,5—9,0	4,5—7,5	0—4,5	—
		22	52	20	6
		380	900	340	106
Пос. Цингалы — пос. Реполово	720	—	6,5—9,0	0—6,5	—
			43	51	6
			310	365	45
Пос. Реполово — устье Иртыша . . .	1086	—	6,5—9,0	0—6,5	—
			62	28	10
			700	300	100
Итого	5197	905	2696	1288	322

* Во всех случаях первая строка — интервал относительных высот пояса, м; вторая — площадь пояса поемности от площади всего района, %; третья — площадь пояса поемности, км².

тыша не представляет собой идеально ровной поверхности, а имеет сегментно-гривистую морфологию (чередуются валы и межваловые понижения самой различной высоты и глубины). Русло разобщает пойму на отдельные массивы, у которых бровка береговых склонов имеет самую различную относительную высоту благодаря сегментно-гривистой морфологии. Если в русле Иртыша будут построены плотины-перегородки барражного типа, то они поднимут уровень воды в нем на 8 м относительно межени. Следовательно, пойма Иртыша от его устья до г. Тобольска, где планируется создание таких перегородок, неминуемо будет затоплена вследствие сегментно-гривистой морфологии. Над водой останутся только верхние части наиболее высоких грив прирусловой поймы преимущественно с ивовыми лесами. Как правило, прирусловые гривы на 2/3 высоты сложены песками русловой фации. Учитывая значительную ширину долины, здесь следует ожидать большой силы ветровое волнение, способное быстро разрушить оставшиеся островки-гривы.

Полагаем, что при таком техническом решении задачи изъятия и транспортирования стока речи о пойме Нижнего Иртыша как самобытном ландшафтном явлении быть не может. Она будет затоплена практически полностью. При этом уйдут под воду луга среднего экологического пояса с канареечниковым и вейниковым травостоем, дающим от 18 до 45 ц/га сена на площади около 2000 км² (см. таблицу). Перестанут существовать и осоковые луга нижнего пояса на площади около 1000 км², на которых накашивают до 60 ц/га сена *.

Для сохранения перечисленных угодий как объекта сельскохозяйственного производства и важного звена в региональной экологической системе представляется целесообразным предусмотреть в предлагаемом техническом проекте для Нижнего Иртыша следующие мероприятия.

Провести спрямление русла.

* Примечание редколлегии. В настоящее время разработан новый вариант барражного типа, при котором произойдут менее значительные подпоры уровней.

Создать защитные валы и дамбы, которые перекрыли бы доступ воды из русла по межваловым понижениям на пойменные массивы. При проектировании защитных дамб необходимо предусмотреть системы двойного регулирования водного режима на пойменных массивах по типу польдеров.

В случае создания Тобольского водохранилища под водой окажется около 1000 км² луговых угодий среднего и нижнего экологических поясов поймы. Фрагменты верхнего яруса будут отдельными небольшими островками, подверженными интенсивной абразии.

Под действием абразии на Нижнем Иртыше повсеместно активизируются склоновые процессы, что потребует в ряде случаев проведения берегозащитных мероприятий.

Полагаем, что включение указанных выше мероприятий в проект технического решения изъятия и транспортирования стока на Нижнем Иртыше целесообразно и экологически обосновано как с точки зрения ослабления негативных последствий перераспределения стока, так и для целей оптимизации пойменных ландшафтов.

Иртышская экспедиция располагает натурными и расчетными данными о режимах поемности и аллювиальности пойменных массивов различных типов. При создании польдеров эти сведения могут служить основой для поиска оптимальных вариантов их функционирования по ограниченному числу типовых схем.

Дальнейшие исследования пойменных ландшафтов необходимо продолжать по единой комплексной программе. Поддерживая предложения, сделанные в этом аспекте другими авторами, в дополнение к ним считаем целесообразным:

1) провести унификацию понятийного аппарата и терминологии по проблеме для лучшего взаимного понимания проектировщиков и природоведов;

2) своевременно обеспечивать природоведов необходимой информацией об очередном варианте проекта технического решения проблемы;

3) предусмотреть в комплексной программе по проблеме на длительную перспективу исследования пойменных ландшафтов как связующего звена в глобальной экосистеме суша — океан.

Н. И. Баглаева

О ЛАНДШАФТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ БАССЕЙНА ОЗ. ЧАНЫ

Институт озероведения АН СССР проводит комплексные исследования оз. Чаны с целью преобразования водоема, воссоздания его прежних размеров. В конце XVIII — начале XIX века площадь озера составляла 10—12 тыс. км², а к настоящему времени она сократилась до 3 тыс. км². Озеро было богато рыбой, но в связи с его усыханием и обмелением улов снизился, ухудшился видовой состав промысловой рыбы. В основном вылавливается плотва (около 95%), постепенно выпадают щука, язь (Коноплев, 1969). Зимой во время заморов погибает и плотва.

Для ведения рационального рыбного хозяйства, ондатроводства, птицеводства необходимо повысить уровень озера за счет переброски в него воды из Оби (Шнитников, 1976). Но в результате гидротехнических и мелиоративных мероприятий может быть нарушено экологическое равновесие. Поэтому требуется детальное изучение явлений, протекающих в экосистемах, измененных антропогенным воздействием.

На формирование режима озера большое влияние оказывает характер природных комплексов бассейна.

В 1976—1977 гг. в работе озерной экспедиции АН СССР принимали участие студенты естественно-географического факультета НГПИ под руководством автора. Были изучены ключевые участки бассейна оз. Чаны и выделены в них природные комплексы. Участки расположены на северо-востоке и юго-западе бассейна. Северо-восточный участок — в 55 км юго-западнее г. Барабинска между озерами Чаны и Тандово, а юго-западный — в 40 км к западу от ст. Чистоозерная, вблизи с. Малая Тохта.

Природные комплексы в бассейне оз. Чаны мы выделяем на основании изменения экологических условий, зависящих от внутриландшафтного распределения тепла и влаги, изменения почвообразовательных процессов, характера и степени увлажнения почвогрунтов, глубины залегания грунтовых вод.

Типологическая классификация ландшафтных структур ключевых участков бассейна оз. Чаны характеризуется набором индивидуальных природных комплексов низшего ранга и определенной динамикой развития.

Бассейн озера расположен в Причановском физико-географическом районе южной лесостепной подпровинции Барабинской лощинно-гривной многоозерной лесостепной провинции Западно-Сибирской равнины.

В результате исследований составлена схема ландшафтно-типологического районирования бассейна оз. Чаны. Выделено два типа местности — гривный и плоская равнина, нарушаемая западинами. Эти природные комплексы характерны для северо-восточного и юго-западного участков.

Гривный тип местности — это закономерное сочетание следующих урочищ:

1) грив с черноземами под пашней или лугово-степной растительностью; 2) межгривных понижений с заболоченными почвами и солонцами под лугово-болотной и лугово-степной растительностью.

Гривы вытянуты с северо-востока на юго-запад. Абсолютная высота их 109—120 м. Относительно межгривных понижений они возвышаются на 6—8 м, имеют ровную поверхность. Ширина грив 200—500 м, крутизна склонов не более 3°.

С поверхности гривы сложены четвертичными суглинками и глинами. Грунтовые воды залегают на глубине 8—12 м. Почвы черноземные. Вблизи оз. Тандово черноземы осолоделые среднесуглинистые в комплексе с темно-серыми осолоделыми почвами, а на юго-западном участке на гривах сформировались южные черноземы. Вниз по склонам грив черноземы постепенно переходят в солонцы глубококореховатые, высокостолбчатые, на юго-западном участке в основном в лугово-черноземные.

Ровные поверхности грив и верхние части склонов распаханы и заняты посевами пшеницы, а нижние — естественной растительностью. На северных склонах растительность представлена разнотравьем, на южных — типчаково-полынными ассоциациями.

На гривах и на склонах грив имеются западины, которые можно выделить в подурочища. Размеры их невелики — ширина 20—50, длина 200—300 м. В западинах грунтовые воды находятся ближе к поверхности, дольше задерживаются талые воды. Поэтому здесь растут береза, боярышник, черемуха, шиповник.

Межгривные понижения имеют ширину 500—1000 м. Поверхность их полого понижается к осевой части. Абсолютная высота составляет 106—112 м. Грунтовые воды залегают на глубине 1—7 м. В осевой части ложбин часто встречаются западины, занятые небольшими озерами (Горбунечное, Лаба, Мормышино и др.). Иногда межгривные понижения представляют собой узкие длинные заливы оз. Чаны.

Вокруг озер сформировались торфяно-болотные, лугово-болотные, болотные окультуренные солончаки, переходящие в высокостолбчатые луговые и корково-столбчатые солонцы.

Вблизи озер — заросли кустарника, осок, на солонцах — злаковое разнотравье (щучка, типчак, подмаренник, горошек, мятлик). Пятнами встречаются засоленные луга с различными видами солянок.

Для плакорного типа местности (плоская равнина с западинами) характерно сочетание следующих урочищ:

1. Плоская равнина с почти идеально ровной поверхностью. Сложена засоленными четвертичными суглинками и глинами. Грунтовые воды залегают на глубине около 6 м. Почвы — корково-столбчатый солонец луговой тяжелосуглинистый, в северо-восточной части глубокоореховатый солонец луговой с комплексом среднеореховатых солонцов, на юго-западе черноземы осолоделые, лугово-черноземные солонцеватые почвы в комплексе с темно-серыми осолоделыми почвами под луговой растительностью. Растительный покров разреженный, травы низкорослые (типчак, мятлик, полынь, лапчатка).

2. Западины с торфяно-болотными почвами под осоковым болотом и с лугово-болотными почвами по склонам под клеверо-типчаковой растительностью.

3. Западины с плоским днищем, иногда с кочками в 30—50 см. Грунтовые воды залегают близко к поверхности. В центре западин озера, вокруг которых сформировались торфяно-болотные почвы под осоковой растительностью, дальше от озер расположены участки лугово-болотных почв, поросшие клевером и типчаком.

4. Западины с задернованной или заболоченной солодью с серыми лесными почвами под кустарниковой растительностью или разреженным разнотравным березняком. В березовых колках деревья невысокие (7—9 м), стволы тонкие, искривленные, подлеска нет. Травяной покров густой, высотой 20—25 см (борец, подмаренник, земляника, зопник клубненосный, скерда сибирская, кровохлебка лекарственная).

5. Западины с солончаками и солонцами с несформировавшимся растительным покровом под злаково-полынной растительностью. Это урочище отличается значительной увлажненностью почвы — глинистые солончаки, переходящие вверх по склонам в корково-столбчатые солонцы. На днище котловин почвенно-растительный покров несформировавшийся, отдельными пятнами встречаются солеросы, по склонам формируются галофитная и полынно-злаковая ассоциации. На солонцах разреженный полынно-типчаковый покров.

6. Песчаный пляж, тянущийся вдоль берега полосой 30—50 м. Его поверхность слегка наклонена в сторону озера. Грунтовые воды залегают близко к поверхности. Почвенно-растительный покров не сформирован.

7. Озерная терраса с пойменными погребенными почвами под солянковой растительностью. Это урочище протянулось полосой в 100—120 м. Грунтовые воды залегают на глубине до 1 м. Почвы засолены. Погребенные почвы встречаются в комплексе с солонцами болотными. Сплошного растительного покрова нет, встречаются только солянки.

Таким образом, в бассейне оз. Чаны сложились своеобразные природные комплексы: множество малых озер и травяных болот, солонцово-солончаковые, луговые, степные почвенно-растительные группировки, в западинах березовые колки, на нераспаханных гривах и в межгривных понижениях — злаковые луга.

При проведении мелиорации оз. Чаны и регулировании его уровня улучшится качество лугов, а посевы пшеницы и других культур на черноземных гривах будут давать устойчивые урожаи. Мелиорация самого крупного озера Новосибирской области даст возможность более рационально использовать ресурсы всего бассейна этого водоема.

ЛИТЕРАТУРА

Коноплев Е. И. Динамика численности основных промысловых рыб оз. Чаны. Автореф. канд. дис. Л., 1969. 20 с.

Мильков Ф. Н. Основные проблемы физической географии. М., «Мысль», 1970, с. 343.

Шнитников А. В. Большие озера Срединного региона и некоторые пути их использования. Л., «Наука», 1976. 133 с.

А. Г. Поползин

ОХРАНА ПРИРОДЫ ОЗЕР ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Площадь этого обширного региона составляет примерно 1 300 000 км^2. В физико-географическом отношении он объединяет Барабинскую, Кулундинскую и Ишимскую степи Западно-Сибирской равнины, Тургайскую столовую страну и северную часть Казахского мелкосопочника. На его территории насчитывается около 40 000 озер общей площадью до 31 400 км^2. По солевому составу озера самые разнообразные — от пресных до горько-соленых. Соленые озера составляют около 10% всего их количества, располагаются они главным образом в прииртышской части региона.

Отличительная гидрологическая особенность озер юга Обь-Иртышского бассейна — изменчивость уровней из-за малых глубин. По гидрологическому режиму их можно разделить на проточные, полупроточные или периодически проточные и непроточные. К проточным озерам относятся водоемы бассейна рек Баган и Чулым (Индер, Беляниха, Саргуль, Урюм и др.); к полупроточным — озера нижнего течения Нуры, Камышловского, лога Северного Казахстана, Карасук-Бурлинской системы Новосибирской области, ленточных боров Алтайского края; к непроточным — озера водораздела Ишима и Иртыша и северной части Казахского мелкосопочника. К этой же группе принадлежат озера водораздела рек Тобола и Ишима и водоразделов Тары, Оми и Каргата.

Вопросы охраны внутренних вод приобретают характер серьезной проблемы. Учитывая это обстоятельство, сессия Верховного Совета СССР в 1970 г. рассмотрела и утвердила «Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик».

Для озер юга Западной Сибири и Северного Казахстана важное значение имеют меры по борьбе с их загрязнением и прогрессирующим осолонением, по охране и обогащению рыбных ресурсов.

Многие озера за последние 50 лет значительно осолонились. Так, в оз. Чаны (Чиняхинский плес) содержание хлоридов повысилось с 1194 в 1912 г. до 4900 мг/л в 1962 г. Существенные колебания минерализации наблюдаются и в водоемах северной части Казахского мелкосопочника. Сопоставление прежних данных анализа воды оз. Чалкар Кокчетавской области с нашими данными (Поползин, 1967) свидетельствует о значительном его осолонении. Сухой остаток увеличился на 650 мг/л, HCO_3 возросло с 524,8 в 1933 г. до 658,8 мг/л в 1956 г. Намного повысилось и содержание хлора — с 1453,5 до 2039 мг/л.

Юг Западной Сибири и Северный Казахстан — большой внутренний рыбохозяйственный район страны. В годы Великой Отечественной войны сибирская рыба была важным продовольственным ресурсом. По данным Б. Г. Иоганзена (1975), из общего объема добычи рыбы в водоемах Западной Сибири уловы в озерах составляют 30—35%, или 100—142 тыс. ц.

Однако рыбные ресурсы юга Сибири и Северного Казахстана еще страдают от загрязнения водоемов стоками бытовых и промышленных предприятий. Вредное действие различно. Чаще всего это удушение из-за недостатка кислорода. Нередко гибель происходит от прямого отравления ядовитыми веществами, которые содержатся в стоках от животноводческих ферм и предприятий по переработке сельскохозяйственного сырья и т. д. Особенно губительно для рыб загрязнение озер нефтепродуктами. Их вредное влияние на взрослых рыб сказывается при концентрации 16,1 мг/л, на личинок рыб — 1,2, на бентос — 1,4 и на планктон — 0,1 мг/л. Даже незначительная концентрация нефтепродуктов в воде — 0,05 мг/л — приводит к появлению у рыб неприятного запаха (Гладков и др., 1975). Отрицательное воздействие сброса сточных вод выражается также в гибели многих кормовых организмов и уничтожении нерестилищ. Резко снижается продуктивность водоемов.

Для наших озер характерны резкие колебания численности рыб из-за неустойчивости гидрологического режима. Он определяется уровнем воды, который подвержен значительным многолетним колебаниям. При малых глубинах озер снижение уровня на 0,5—1 м приводит к повышению солености, ухудшению условий нереста, нагула и зимовки рыб. Местами объем воды в озерах уменьшается, сокращаются их площади, что приводит к сильным заморам рыбы. Согласно данным замор охватил почти 46% площади оз. Чаны и по приблизительному подсчету погубил не менее 60 тыс. ц рыбы, т. е. почти столько же, сколько было ее выловлено за этот период.

Таким образом, неустойчивость гидрологического режима озера существенно влияет на состояние его промысловых запасов, а следовательно, и на годовые уловы рыбы. Так, только в 1974—1975 гг. в бассейне оз. Чаны улов рыбы колебался от 34 до 94,6 тыс. ц в год (Иоганзен, 1975). Наблюдения ряда исследователей (Б. Г. Иоганзен, А. Н. Гундрозер, Г. М. Кривощеков) показали, что в конце апреля — начале мая мощные косяки рыбы, преимущественно чебака и язя, устремляются из осолоненного оз. Бол. Чаны в оз. Мал. Чаны и реки Каргат и Чулым. В узкой протоке Кожурла, соединяющей эти озера, косячный подъем рыбы бывает в течение 2—3 недель. Такие же явления происходят и на других водоемах. Приведенные примеры свидетельствуют о целесообразности введения полного весеннего запрета на лов рыбы в период нереста *.

Для увеличения рыбных ресурсов необходимо всемерно развивать рыбоводство. На юге Западной Сибири наибольшее распространение оно получило в Алтайском крае, Кемеровской и Новосибирской областях. Здесь сосредоточены основные рыбопитомники и нагульные спускные рыбоводные пруды.

По данным З. А. Ивановой (1973), в Алтайском крае выращиванием карпов в прудах занимаются более 100 хозяйств, в Новосибирской области — 34, в Кемеровской — 28. В Омской и Томской областях рыбоводные пруды имеются лишь в отдельных хозяйствах. Карпа выращивают в небольших прудах, получая с 1 га площади около 12,5 ц товарной продукции.

В последнее время рыбоводству уделяется большое внимание. Мероприятия по его дальнейшей интенсификации требуют детальных ихтиопаразитологических исследований, направленных на оздоровление рыбы. При перевозке и вселении мальков в любые водоемы должна учитываться зараженность как самих рыб, так и паразитологическая ситуация в заселяемом водоеме. В. Н. Никулиной (1975) в водоемах

---

* Впервые в Сибири полный весенний запрет лова рыбы был введен в Томской области в 1958 г.

бассейна р. Карасук Новосибирской области выявлено 39 видов паразитов рыб, из них 64% составляют гельминты. Наиболее разнообразна паразитофауна у карася — 20 видов, щуки — 15, окуня — 14, сибирской плотвы — 12 видов. В числе обнаруженных паразитов отмечены и патогенные, вызывающие заболевания человека. Поэтому при хозяйственном использовании озер для рыбного хозяйства необходимо учитывать паразитологический фактор, продолжать исследования паразитофауны и находить более эффективные меры борьбы с ней.

Каковы же пути решения проблемы охраны внутренних водоемов юга Западной Сибири и Северного Казахстана?

На смену потребительскому отношению должен прийти ресурсный и комплексный подход. Постановления Верховного Совета СССР «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов» (1972 г., сентябрь) и ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов» (1972 г., декабрь) намечают целый ряд мероприятий по осуществлению государственного контроля и надзора за соблюдением законодательства по охране природы и рациональному использованию различных видов природных ресурсов. Предусматривается также расширение научно-исследовательских работ в этом направлении. С точки зрения охраны и рационального хозяйственного использования ресурсов озер необходима дальнейшая разработка физико-географических основ природопользования внутренних водоемов. В частности, заслуживают внимания главные положения доклада Н. А. Гвоздецкого, Ю. Н. Ефремова, А. Г. Исаченко и др. на VI съезде географов (1975), в которых указывается на необходимость обязательного учета: взаимосвязей природных компонентов озер и изменения этих взаимосвязей в результате антропогенных воздействий; закономерностей пространственной дифференциации озер и связей между природными комплексами водоемов; направленности и темпа спонтанных изменений природных комплексов озер; непрерывной информации об изменении природных территориальных комплексов озер под воздействием деятельности человека и др.

Проблемы охраны озер и их рационального использования необходимо решать комплексно. Одним из основных звеньев на этом пути будет охрана и приумножение прибрежных лесов, имеющих большое водоохранное, водорегулирующее, почво- и берегозащитное значение.

Снижение водности рек и озер связано с уничтожением лесов в бассейнах водоемов и распахиванием земель. Лес удлиняет сроки весеннего половодья, уменьшает поверхностный сток и повышает уровень грунтовых вод, выполняет на берегах защитные функции — предохраняет землю от эрозии, а водоемы от заполнения продуктами смыва и размыва. С уменьшением лесистости территории пронсходят изменения гидрографической сети, исчезают малые реки, ручьи и родники, высыхают небольшие озера. Все это можно наблюдать в пределах степной и лесостепной зон и в предгорьях Алтая. Большой ущерб водным ресурсам пойменных озер наносится вырубкой прирусловых лесов в долинах сибирских рек. Деревья предохраняют берега от разрушения, скрепляя развитыми корневыми системами массы подвижных аллювиальных наносов, играют кольматирующую роль. Нужно не только охранять прибрежные леса от вырубки, но и увеличивать их насаждения.

Наряду с охранными мероприятиями водоемов юга Обь-Иртышского бассейна необходимо решать проблему обводнения крупных водоемов, таких как оз. Чаны. Институт озероведения АН СССР включил в свой план на 1976—1980 гг. исследование его бассейна с целью разработки научного обоснования и создания на базе озера и прилегающих депрессий крупной комплексной водохозяйственной системы с

водообеспечением ее путем забора части р. Оби из Новосибирского водохранилища. Институтом разработана программа исследований, в которые включились работники кафедры физической географии Новосибирского госпединститута, взявшие на себя изучение разнотипных ландшафтов бассейна с целью их систематизации и выработки рекомендаций в связи с реконструкцией оз. Чаны.

Вопросы охраны и преобразования природы тесно взаимосвязаны, что можно видеть на примере не только оз. Чаны, но и других озер Северного Казахстана и юга Западной Сибири. По данным исследований (Поползин, 1967), оз. Чалкар Кокчетавской области КазССР за 25-летний период заметно осолонилось, в результате ухудшилась его биологическая продуктивность. В годы высокого стояния воды (1912—1927) оз. Чалкар было проточным. Из оз. Лобановского (на юго-западе от оз. Чалкар) вода через протоку проходила в Чалкар, затем стекала в р. Иман-Бурлук, это и создавало благоприятные условия для высокой биологической активности озера. Теперь для восстановления гидрологического и гидробиологического режимов оз. Чалкар надо проводить коренную мелиорацию его в течение длительного времени. Борьбу с постепенным осолонением водоема следует вести путем воссоздания прежней схемы проточности. Кроме того, нужна очистка от ила речек, впадающих в озеро, расчистка и каптаж питающих их ключей.

В проблему преобразования озер бассейна р. Карасук Новосибирской области (улучшения их гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов) входит длительная коренная мелиорация путем пропуска пресной воды р. Карасук, главным образом весенних талых вод, через древние протоки. Для увеличения поверхностного стока в озера необходимо прорыть искусственные подводящие каналы из микропонижений водоразделов, что будет способствовать улучшению их водного режима. На озерах с низкими берегами (Чаган, Титово, Чебачье, Кусган и др.) нужно проводить обваловывание берегов почти на всем их протяжении.

Охрана природы представляет собой систему мероприятий, направленных на рациональное природопользование, сохранение и восстановление природных ресурсов. Требуется глубокое и комплексное изучение антропогенных воздействий на озера. Это позволит гарантировать подлинно рациональное использование их ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

Гвоздецкий Н. А., Ефремов Ю. Н., Исаченко А. Г. и др. Физико-географические основы природопользования.— В кн.: Материалы VI съезда Географического общества СССР. Л., изд. ГО СССР, 1975, с. 12—24.

Гладков М. А., Михеев А. В., Галушин В. М. Охрана природы. М., «Просвещение», 1975, с. 63—64.

Дулькейт Г. Д., Башмаков В. Н., Башмакова А. Я. Барабинские озера и их рыбное хозяйство.— В кн.: Труды Западно-Сибирского отделения ВНИОРХ. Т. II. Новосибирск, 1935, с. 25—30.

Иванова З. А. Карпы в прудах Сибири. Новосибирск, Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1973.

Иоганзен Б. Г. Состояние рыбного хозяйства и итоги биологических рыбохозяйственных исследований в Западной Сибири за 1971—1975 гг. Новосибирск, Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1975, с. 14.

Никулина В. Н. Паразитофауна рыб водоемов бассейна р. Карасук.— В кн.: Паразиты в природных комплексах Северной Кулунды. Новосибирск, «Наука», 1975, с. 32—34.

Поползин А. Г. Озера юга Обь-Иртышского бассейна. Новосибирск, Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1967, с. 203—204.

III. ПОЧВЫ И МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

М. И. Нейштадт

ПРОБЛЕМЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В СВЯЗИ С ЕЕ ЗАБОЛОЧЕННОСТЬЮ

Западно-Сибирская равнина — крупнейший заболоченный район мира. Процесс заболачивания, этот самый грозный голоценовый процесс на территории Западной Сибири, длящийся уже около 10 тыс. лет, весьма активен и в настоящее время. По произведенным подсчетам здесь ежегодно в него вовлекается около 10 тыс. га ценных лесных и луговых угодий. Современная заболоченная площадь оценивается в 786 тыс., а по некоторым данным почти в 1 млн. км^2. Это — огромная территория, превышающая по своим размерам любое самое крупное европейское государство.

Совершенно очевидно, что эти площади не могут оставаться неиспользованными и рано или поздно должны быть преобразованы в природно-культурные ландшафты, дающие большую продукцию и соответствующие более здоровым условиям жизни человека. Это вполне реальная возможность. Сама природа Западной Сибири неоднократно претерпевала значительные изменения на протяжении голоцена. Так, современная средняя тайга прошла здесь довольно сложный цикл развития, который по данным палинологических анализов и радиоуглеродным датировкам может быть представлен в нижеследующей таблице.

Смена природных ландшафтов во времени аналогична современной широтной зональности, за исключением самой последней стадии, где развитие началось как бы вспять. Это соответственно отражало и смену климатических условий, которые, по-видимому, наряду с другими факторами не препятствовали, а благоприятствовали заболачиванию.

Подсчеты показывают, что если дать свободное развитие этому процессу, то примерно через 3—5 тыс. лет вся еще не заболоченная часть Западно-Сибирской равнины (за небольшими исключениями) может быть «заражена» им *.

Смена природных зон в голоцене на территории средней тайги Западной Сибири и их продолжительность (округленно)

Природная зона	Абсолютный возраст (от настоящего времени—0), годы	Продолжительность, годы
Современная средняя тайга	3000—0	3000
Переход от мелколиственных лесов к средней тайге . .	5000—3000	2000
Подзона мелколиственных лесов	7600—5000	2600
Северная тайга	10585—7600	3000
Лесотундра	10555 и ранее	1500

* Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. Под ред. М. И. Нейштадта. М., «Наука», 1977. 105 с.

Преобразование заболоченных ландшафтов — задача очень сложная и должна, видимо, решаться в общем плане реконструкции природы этой территории и ее хозяйственного развития.

Перераспределение стока сибирских рек должно стать частью такой реконструкции и преобразования заболоченных ландшафтов.

Нам представляется, что на первом этапе переброски стока в объеме 25 км^3, при котором не потребуется высокого предварительного подъема вод, процессы заболачивания будут значительно стимулироваться на территории 1-й надпойменной террасы, но вряд ли коснутся 2-й и водоразделов, болота которых в настоящее время питаются атмосферными водами. То же самое, вероятно, произойдет и при дополнительном заборе воды в случае невысокого подъема ее уровня в водохранилище. В обоих случаях зона влияния переброски стока будет сравнительно небольшой, в пределах распространения вышеуказанных геоморфологических уровней. Следует иметь в виду возможность всплывания на затопляемых территориях крупных участков болот верхового типа с мощностью поднимающегося на поверхность торфа до 2 м, что может потом препятствовать судоходству, откачке воды, нарушить нормальные условия существования рыб. Ниже водохранилищ возможно затухание процессов заболачивания и известное осушение болот на 1-й надпойменной террасе.

Что же касается болот 2-й надпойменной террасы и водоразделов, то отъем части речного стока не окажет на них заметного влияния. Это можно наблюдать в настоящее время и в натуре. В ряде случаев болота указанных местоположений обнажаются вдоль русел Оби и Иртыша крупными разрезами торфа мощностью до 5 м, где реки являются для них естественной дренажной системой. Однако влияние этого дренажа сказывается только на расстоянии не более 20—30 м от края обнажений.

Процесс заболачивания, будучи вредным с точки зрения потери ценных земель, привел в то же время к накоплению на рассматриваемой территории огромнейших запасов торфа, которые по последним данным оцениваются цифрой в 120 млрд. т (при 40% влажности).

Вероятно, преобразование западносибирских увлажненных ландшафтов придется проводить в несколько этапов, с учетом условий природных зон (в основном лесной и лесостепной), а также разнообразных типов болот на этой территории. Лесотундровая и тундровая зоны, в силу их особых физико-географических условий, требуют специфической разработки.

При этом возникают три крупные проблемы: а) мелиорация — в первую очередь осушение болот; б) защита лесов от процессов заболачивания; в) использование огромнейших запасов разнообразного торфа, скопившегося на территории Западной Сибири в результате заболачивания.

Проблема мелиорации самая сложная в Западной Сибири, она включает задачи уменьшения общей увлажненности района и осушения крупнейших заболоченных территорий, часть которых покрыта торфяниками со средней мощностью около 3 м, а в отдельных случаях даже до 10 м.

Изъятие части речного стока из Западной Сибири в общем будет способствовать уменьшению заболоченности некоторой части ее территории, главным образом приречных районов, но не решит проблемы осушения болот в целом.

Не раз уже возникал вопрос — а следует ли вообще осушать западносибирские болота, не оставить ли их в естественном состоянии, поскольку они сохраняют сложившееся за геологическое время (около 10 тыс. лет) равновесное положение в природе?

В связи с этим необходимо отметить, что в пределах рассматриваемого нами района равновесного положения в природе не существует. Процесс заболачивания развивается здесь непрерывно. Более того, он весьма агрессивен — болота наступают на соприкасающиеся с ними территории. Таким образом, не осушать болота — значит предоставить им возможность беспрепятственного распространения. Поэтому болота Западной Сибири нужно осушать и превращать их в разнообразные культурные угодья — сельскохозяйственные и лесные, а накопившиеся в них запасы органического сырья использовать в промышленности.

Часть болот, являющихся типичными для отдельных природных комплексов, следует оставить в качестве природных заповедников. Нужно также обратить серьезное внимание и на противопожарные мероприятия.

Осушение болот, как одна из стадий превращения Западной Сибири в высокопродуктивную территорию, должно основываться на других принципах, чем осушение отдельных болот европейской части СССР, поскольку здесь осушению должны подвергнуться системы крупнейших болот. Вероятно, потребуется разработать единую систему осушения крупными магистральными каналами, тесно связанными с речной сетью, которые одновременно могли бы использоваться для нужд малого водного транспорта. Проектирование и строительство такой канализационной сети представляет собой крупнейшую научно-техническую задачу, связанную с проблемой переброски части речного стока, ликвидации паводковых подпоров и т. п. Но предстоящее сооружение такой сети не исключает возможности осушения отдельных торфяных болот уже сейчас, как это сделано, например, в отношении большого торфяника «Тарманское», используемого в качестве основной топливной базы для Тюменской теплоэлектростанции.

Проблема защиты лесов возникает в связи с происходящей ожесточенной борьбой двух типов растительности — леса и болот, причем в итоге этой драматической схватки, как правило, всегда побеждают болота. Аэроснимки и визуальные наблюдения позволяют изучать этот процесс непосредственно, а в строении торфяной залежи нередко обнаруживаются целые лесные горизонты, состоящие из пней и довольно крупных стволов сосен, елей, сибирского кедра, березы.

Для защиты современных заболачиваемых лесов необходимо изменение водно-воздушного режима почвы, которое может быть достигнуто путем осушительных мероприятий и сброса части стока, что улучшит экологические условия произрастания лесов и позволит им противостоять процессам заболачивания.

Хорошие смешанные леса из ели, сосны, пихты, березы, произрастающие на болотах низинного типа (в пределах тайги), очень быстро реагируют на осушение значительным приростом древесины и улучшением бонитета.

В связи с необходимостью проведения крупных осушительных мероприятий неизбежно возникнут вопросы освоения осушенных болот, особо важным будет учет типов болот и их расположения в отдельных природных зонах. Это достаточно сложная задача, однако в целом она, по-видимому, будет решена таким образом, что зона низинных болот, расположенная в лесостепной зоне, будет предоставлена для сельскохозяйственного использования в качестве площади под культурные луга, овощные и технические культуры, а в отдельных случаях, при особой агротехнике, и под зерновые.

Площади осушенных верховых болот, распространенных в тайге, следует использовать под лесоразведение хвойных пород — сосны и сибирского кедра.

Огромнейшие запасы торфа будут иметь промышленное значение, причем не только как топливо, но и как сырье для химических производств, а также как материал для широкого комплексного использования с целью получения широкой гаммы продуктов — кормовых дрожжей, воска, активных углей, стимуляторов ряда растений, удобрений, брикетов, подстилок, строительных материалов и т. д. Для Западной Сибири имеется проект металло-энергохимического комбината на базе торфа и баксарской железной руды с производительностью по чугуну в 3 млн. т в год. Разработана принципиальная схема такого комбината *.

Для поднятия сельского хозяйства — повышения плодородия почв и увеличения производительности животноводства — большое значение будет иметь изготовление различных видов торфяных удобрений (уже сейчас довольно широко используемых в Томской области), а также применение подстилки, использование в качестве грунтов для парников, субстратных плит, торфовегетационных горшочков и т. п. Нам представляется, что торф является одним из важнейших природных богатств Западной Сибири, имеющим большое значение для перспективного развития хозяйства этого региона.

Конечно, осушение огромных болотных массивов не может не оказать влияния на окружающую природу, в частности и на мезо- и микроклимат. Поэтому необходимо всестороннее и тщательное исследование возможных изменений природной среды в результате осушения болот Западной Сибири.

В. С. Мезенцев, Г. В. Белоненко

ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ НОРМ

Дальнейшее развитие орошаемого земледелия в Срединном регионе в значительной мере зависит от использования водных ресурсов Иртыша, Оби и Енисея, т. е. от территориального перераспределения части стока. В этой связи серьезного обоснования с экономических, технических и экологических позиций требуют объемы предполагаемых изъятий стока, зависящие от ряда факторов, в том числе от размеров поливных и оросительных норм сельскохозяйственных культур, планируемых к возделыванию на орошаемых землях.

Обоснование технически и экономически целесообразных величин оросительных норм нам представляется возможным с помощью разработанного в Омском сельскохозяйственном институте метода гидролого-климатических расчетов **.

В результате разностороннего анализа условий увлажнения, расчетов и обобщений оросительная норма любой наперед заданной обеспеченности может определяться по формуле

$$M_{iP,\%}^{v_0} = 0{,}25(1 + 3v_0)\, M_{\text{ср}}^{v_0 - 1} - 400(1 - v_0) + 100 v_0 \Phi_{P,\%} \qquad (1)$$

где $M_{iP,\%}^{v_0}$ — оросительная норма при заданном уровне оптимальности увлажнения (v_0) и проценте обеспеченности (P, %), мм; $M_{\text{ср}}^{v_0 - 1} = z_m - kx - g$ — средняя многолетняя оросительная норма, мм;

---

* С. И. Смольянинов. Применение торфа в промышленности.— В кн.: Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. Под ред. М. И. Нейштадта. М., «Наука», 1977, с. 97—105.

** В. С. Мезенцев. Расчеты водного баланса. Омск, СИХ, 1976. 75 с.

z_m — максимально возможное суммарное испарение — эквивалент теплоэнергетических ресурсов, мм;

kx — сумма атмосферных осадков с поправкой на их недоучет осадкомерными приборами, мм;

g — грунтовая вода, участвующая в процессе водообмена, мм (при глубоком залегании грунтовых вод, равном утроенной высоте капиллярной каймы, а также при наличии дренажа величина g может приниматься равной нулю);

v_0 — потребный уровень оптимальности увлажнения корнеобитаемого слоя почвы, выраженный в долях наименьшей влагоемкости ($w_{н.в}$);

$Q_{P,\%}$ — нормированное отклонение оросительной нормы от средины при выбранном проценте обеспеченности:

P, %	50	25	10	5
Ф	0	0,67	1,28	1,64

Результаты расчетов оросительных норм по формуле (1) при разных уровнях увлажнения, различных соотношениях ресурсов тепла и влаги и различной процентной обеспеченности приведены в табл. 1, данные которой позволяют оценить влияние на оросительную норму любого из перечисленных факторов.

Не останавливаясь на анализе влияния на оросительные нормы соотношения тепла и влаги, отметим, что в табл. 1 наиболее полно это соотношение характеризует величина $M_{ср}^{v_0=1}$.

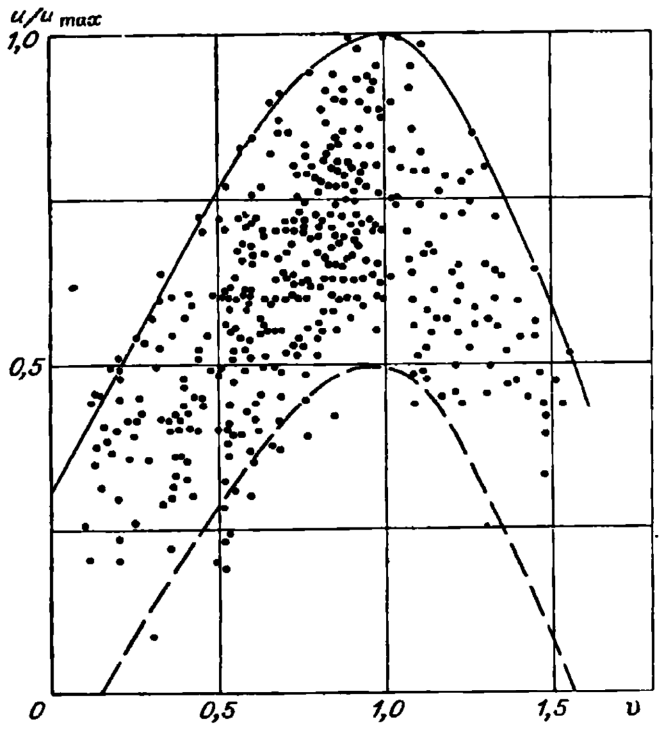
Значениями $M_{ср}^{v_0=1} = 200$—300 мм охватывается зона лесостепи, 300—500 — степная зона и более 500 мм — зона полупустынь и пустынь.

Наибольший интерес представляет количественный анализ оросительных норм от принятого уровня оптимальности v_0. Из формулы (1) и табл. 1 видно, что при $v_0 \to 1$ $M_P^{v_i} \to \max$, т. е. наивысшему уровню увлажнения корнеобитаемого слоя соответствуют максимальные значения оросительных норм. Применительно к южной границе лесостепи увеличение v_0 от 0,75 до 1 приводит к росту оросительной нормы от 144 до 300 мм ($P = 50\%$), от 194 до 367 мм ($P = 25\%$) и от 267 до 464 мм ($P = 5\%$). Таким образом, вариации только значений v_0 и при неизменных почвенно-климатических условиях дают технически вполне приемлемые значения оросительных норм, отличающиеся более чем в 3 раза. Это ставит перед проектировщиками весьма ответственную задачу выбора окончательного значения оросительной нормы, по которой далее должно определяться потребное количество ороси-

Таблица 1

Средняя многолетняя оросительная норма

v_0	$M_{ср}^{v_0=1}$, мм							
	100	200	300	400	500	600	700	800
	$v_0=i$, $M_{P=50\%}$ (мм)							
1,00	100	200	300	400	500	600	700	800
0,95	76	173	269	365	462	558	654	750
0,90	53	145	238	330	423	515	608	700
0,85	29	118	206	295	384	473	562	650
0,80	5	90	175	260	345	430	515	600
0,75	—	63	144	225	307	388	469	550
	$v_0=i$, $M_{P=25\%}$ (мм)							
1,00	167	267	367	467	567	667	767	867
0,95	140	236	333	429	526	645	718	814
0,90	113	205	298	390	483	575	668	760
0,85	86	175	263	352	441	530	619	707
0,80	59	144	229	314	399	484	569	654
0,75	31	113	194	275	357	438	519	600
	$v_0=i$, $M_{P=5\%}$ (мм)							
1,00	264	364	464	564	654	754	854	954
0,95	232	319	425	521	618	714	810	906
0,90	200	293	386	478	571	663	756	848
0,85	168	257	345	434	623	612	701	789
0,80	136	221	306	391	476	561	646	731
0,75	104	185	267	348	430	511	592	673



Зависимость урожаев сельскохозяйственных культур (u) от увлажненности (v) и уровня агротехники.

тельной воды, а в конечном итоге величина расхода на головном сооружении и общая стоимость оросительных мелиораций.

Значительный интерес представляют фактические данные об изменении урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от степени увлажнения корнеобитаемого слоя. Из рисунка видно, что наивысшая урожайность (u — фактическая, а u_{max} — максимальная урожайность при данном уровне увлажнения) достигается при $v_0 = 1$, т. е. при увлажнении деятельного слоя почвы в среднем до наименьшей влагоемкости. При этом верхняя огибающая соответствует наивысшему, а нижняя — худшему уровню агротехники. Аналитически связь u/u_{max} для верхней огибающей может быть описана формулой

$$\frac{u}{u_{max}} = 10^{-a(v_i-1)^2}, \qquad (2)$$

где v_i — влажность деятельного слоя почвы в долях наименьшей влагоемкости $w_{н.в}$; $a = 0{,}5$.

Анализ зависимости (2) показывает, что интенсивность нарастания урожайности с увеличением влажности не остается постоянной. Так, в интервале влажности почвы от 0,7 до 1 возрастание u/u_{max} составляет всего 9,8%, а от 0,8 до 1 — только 4,6%. Но, обращаясь к табл. 1, можно заметить, что оросительная норма при этом в условиях, например, среднего года для южной лесостепи возрастает от 175 ($v_0 = 0{,}8$) до 300 мм ($v_0 = 1$), т. е. на 71,4%, а при обеспеченности $P = 25\%$ — на 60,2%. Следовательно, увеличение влажности корнеобитаемого слоя в случае орошения выше $v_0 = 0{,}8$ и особенно выше 0,9 не дает ощутимого прироста урожайности и может быть признано нерациональным, ведущим к значительному непроизводительному расходу оросительной влаги. Применительно к проблеме переброски части стока сибирских рек это означает и неоправданное завышение объемов изъятия стока и стоимости всех мероприятий в целом.

При оперативных расчетах оросительной нормы за любой отрезок времени t вместо формулы (1) проще использовать уравнение

$$M_t^{v_0=i} = v_0^r z_m - kx_t - g_t, \qquad (3)$$

в котором r — параметр, зависящий от водно-физических свойств почвы — влажности разрыва капиллярных связей $v_{р.к}$ и максимальной гигроскопичности $v_{м.г}$:

r	1,10	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00
$v_{р.к}$	0,30	0,46	0,59	0,67	0,72	0,79	0,84
$v_{м.г}$	0,04	0,16	0,28	0,35	0,40	0,47	0,52

Здесь важен учет влияния на увлажнение корнеобитаемого слоя почвы величины g — подпитывания грунтовыми водами. Очевидно, при наличии этого влияния оросительная норма также должна быть уменьшена. Величина g_t может быть определена по формуле

$$g_t = z_m \left\{\left[k + (1+k)\left(1 + v_{ср}^{-3r}\right)^{-1/3}\right]^{-3} - 1\right\} - v_{ср}^{r}, \quad (4)$$

где

$$k = 1 - \left[1 + \left(\frac{h_{г.в}}{h_{к.к}}\right)^{-3r}\right]^{-1/r}; \quad (5)$$

$$v_{ср} = \frac{w_1 + r w_2}{(r+1)\, w_{н.в}}. \quad (6)$$

($h_{г.в}$ — уровень зеркала грунтовой воды, считая от дневной поверхности, см; $h_{к.к}$ — высота капиллярной каймы данного почвогрунта, см; w_1 и w_2 — влагозапасы в начале и в конце вегетационного периода в расчетном слое почвы).

Не менее важен вопрос о коэффициенте использования водных ресурсов вообще и поливной воды в особенности на орошаемом поле (полосе) и коэффициенте возвратных вод, сбрасываемых с поля дренажной сетью.

Теоретические исследования показывают, что коэффициент оптимального использования водных ресурсов может быть определен по формуле

$$\gamma_0 = (1 + v_0^{3r})^{-1/3}, \quad (7)$$

а коэффициент оптимального сброса — по разности

$$\eta_0 = 1 - \gamma_0. \quad (8)$$

В табл. 2 и 3 приведены величины γ_0 и η_0 при различных значениях параметра r и заданного уровня оптимальности увлажнения v_0.

Как видно из таблиц, коэффициент использования водных ресурсов (оросительной воды) с уменьшением уровня оптимальности увлажнения возрастает, а коэффициент возвратных вод (сток с орошаемого поля) резко уменьшается.

В табл. 2 и 3 приведены значения коэффициентов полезного использования водных ресурсов и коэффициентов сброса оросительной воды в случаях орошения большими нормами, т. е. при $v_0 > 1$, когда коэффициенты использования воды резко уменьшаются, а коэффициенты сброса так же резко возрастают и достигают 50—85% при увлажнении почвы до капиллярной и полной влагоемкости. В этом также нельзя не видеть резервы экономного расходования оросительной воды. И задача здесь состоит в улучшении технологии доставки влаги к корневой системе растения, в недопущении «диких» способов орошения, в оснащении оросительных систем более совершенной поливной техникой.

Только этот путь обеспечит правильное высокоэффективное использование части водных ресурсов сибирских рек, намечаемых к переброске на юг Срединного региона.

Таблица 2

Значения коэффициента γ_0

r	v_0				
	2,0	1,5	1,0	0,9	0,8
1,25	0,41	0,64	0,79	0,84	0,89
1,50	0,35	0,52	0,79	0,85	0,90
1,75	0,29	0,47	0,79	0,86	0,92
2,00	0,26	0,43	0,79	0,87	0,93
2,25	0,21	0,39	0,79	0,88	0,94
2,50	0,18	0,36	0,79	0,90	0,95

Таблица 3

Значения коэффициента η_0

r	v_0				
	2,0	1,5	1,0	0,9	0,8
1,25	0,59	0,36	0,21	0,16	0,11
1,50	0,65	0,48	0,21	0,15	0,10
1,75	0,71	0,53	0,21	0,14	0,08
2,00	0,74	0,57	0,21	0,13	0,07
2,25	0,79	0,61	0,21	0,12	0,06
2,50	0,82	0,64	0,21	0,10	0,05

А. С. Хоментовский, Ю. М. Нестеренко

ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СРЕДИННОГО РЕГИОНА И МЕЖБАССЕЙНОВЫЕ ПЕРЕБРОСКИ СИБИРСКОЙ ВОДЫ В СРЕДНЮЮ АЗИЮ

Планируемые межбассейновые перераспределения водных ресурсов Срединного региона нашей страны огромны по своим масштабам. Канал, по которому вода сибирских рек будет подана на юг Казахстана и в Среднюю Азию, на своем 2000-километровом пути пересечет несколько зон страны. Важнейшей из них в сельскохозяйственном отношении является зона степей, пересекающая Срединный регион полосой, ширина которой составляет от 300 до 400 км.

Плодородные черноземные и темно-каштановые почвы степной зоны Южного Урала и Северо-Западного Казахстана дают значительную часть товарного зерна, собираемого в стране. Развитое животноводство обеспечивает, кроме того, большое количество мяса и молочных продуктов.

Однако степная зона является зоной рискованного земледелия. Высокоурожайные годы (15 ц/га и более) бывают здесь один раз в 5—6 лет. За это же время выпадает 1—2 острозасушливых года с урожайностью менее 7—8 ц, а в отдельные годы и менее 5 ц/га. В такие годы значительно сокращается численность домашнего скота и птицы. Причина этого — низкая водообеспеченность сельскохозяйственных культур, составляющая в среднем 40—50% от оптимальной потребности, а в острозасушливые годы снижающаяся до 30% и менее. Это приводит к гибели посевов сельскохозяйственных культур и трав на значительных площадях, вследствие чего сельское хозяйство региона терпит большие убытки. Однако в целом ведение сельского хозяйства в степной зоне Срединного региона экономически выгодно, что доказано опытом десятилетий.

В настоящее время возможности богарного земледелия в степной зоне в основном исчерпаны. Главным сдерживающим фактором увеличения производства сельскохозяйственной продукции здесь стала влага. Для полного использования потенциальных возможностей этой зоны в производстве сельскохозяйственной продукции необходима организация ее орошения.

Наряду с исторически сложившимся орошаемым регионом в Средней Азии, орошение зерновых культур получило широкое развитие на Украине, Кавказе и в Поволжье, но к 1990 г., в связи с высокими темпами мелиоративного строительства, возможности расширения орошаемых площадей в этих районах страны в основном будут исчерпаны. Дальнейшее расширение орошаемого земледелия в степной зоне будет возможно только за счет территорий, расположенных в бассейне р. Урала, в Верхнем Притоболье и Тургае, где имеется 15 млн. га земель, пригодных для этих целей. Однако здесь своей свободной воды уже сейчас нет. Река Урал дает ниже г. Оренбурга, после впадения в нее р. Сакмары, около 7 км^3 воды в год, а у г. Уральска — 10,6 км^3/год. Часть этой воды расходуется на орошение, значительное ее количество потребляется Орским и Оренбургским территориальными промышленными комплексами. Но разработка ряда крупных месторождений полезных ископаемых на Южном Урале сдерживается недостатком воды. Кроме того, следует учитывать, что р. Урал является самым крупным в стране нерестилищем осетровых рыб, только для обеспечения их воспроизводства нужен расход воды в Урале 15,5 км^3/год, а сейчас он составляет всего 10,6 км^3/год.

Произведенные данные свидетельствуют о том, что орошение полосы степей, расположенной между городами Уральском и Кустанаем,

возможно лишь за счет подачи воды из бассейнов других рек.

Из-за естественно-географических условий источником воды для Кустанайской, Актюбинской областей, восточной и центральной частей Оренбургской области могут быть только сибирские реки и, в частности, будущий канал Обь—Средняя Азия. Часть воды, которая пойдет по этому каналу, может быть отведена для орошения полей и кормовых угодий среднего течения р. Урала и Притоболья. И было бы не по-хозяйски пустить сибирскую воду на юг транзитом, не использовав ее для получения крупных и устойчивых урожаев особенно ценных твердых и сильных пшениц на Южном Урале и в Северо-Западном Казахстане.

В каком количестве взять на Урал сибирскую воду? Учитывая экономическое значение развития народного хозяйства в бассейне р. Урала и Верхнем Притоболье, можно предложить направить сюда на 1-м этапе эксплуатации канала 5 км³ сибирской воды в год, а на 2-м — увеличить водозабор до 10—12 км³.

Выполненные исследования и расчеты показывают, что при подаче воды в бассейн Урала и использовании ее на орошение зерновых культур при имеющихся здесь относительно благоприятных гидрогеологических условиях срок окупаемости составит 13 лет, т. е. столько же, сколько и в Средней Азии. При включении в севооборот кормовых культур он сократится до 10—11 лет. Если учесть, что воду на Южный Урал можно подать раньше, чем в Среднюю Азию, и начать орошение сельскохозяйственных культур также значительно раньше, то соответственно и затраты на строительство этого грандиозного канала окупятся несколько раньше.

За счет подаваемых в бассейн Урала 5 км³ воды в год может быть получено дополнительно 2 млн. т зерна и около 400 тыс. т мяса. Ускорится промышленное развитие региона. В настоящее время многие промышленные предприятия не строятся здесь только из-за отсутствия воды. По этой причине сдерживается промышленное развитие г. Оренбурга, и в частности химической промышленности на базе уникального Оренбургского газоконденсатного месторождения. Еще более острую нехватку воды испытывает г. Актюбинск.

Переброска части стока сибирских рек в бассейн Урала в значительной мере улучшит условия жизни местного населения. Трасса отводного канала пройдет возле крупнейших месторождений асбеста и меди, что создаст необходимые условия для их разработки. Увеличение водности Урала улучшит воспроизводство красной рыбы.

Подача воды в бассейн Урала решит целый комплекс проблем и положительно скажется на обеспечении страны зерном, овощами и мясом, а также на развитии промышленности южной части Уральского экономического района и Северо-Западного Казахстана.

И. Н. Угланов

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ МЕЛИОРАТИВНОГО ОСВОЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ НА ЮГЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Необходимость мелиораций при сельскохозяйственном освоении земель в Западной Сибири была осознана давно. Уже в начале текущего столетия для их обоснования проводились серьезные изыскания (работы И. И. Жилинского в Ишимской степи и Барабе и др.) и создавались грандиозные по тому времени проекты. Постепенно в различных организациях был накоплен обширный фактический материал, характеризующий мелиоративные условия, и выполнены соответствующие теоретические разработки. Однако заметных сдвигов в практическом

осуществлении мелиоративных работ до последнего времени по разным причинам не происходило. Только появление современной мощной техники открыло возможности принципиально по-новому подойти к решению многих ирригационных задач, и прежде всего проблемы обеспечения водой обширных засушливых территорий.

Разрабатываемый в настоящее время проект переброски части стока сибирских рек на юг, в Казахстан и Среднюю Азию, а также сопутствующего ей внутрибассейнового перераспределения стока является в этом отношении уникальным. Он ставит на практическую основу создание орошаемого земледелия на обширных площадях, в их числе в пределах земледельческой зоны юга Западной Сибири.

Наряду с решением проблемы воды мелиоративное освоение территорий предполагает глубокое освещение многих других не менее важных проблем. В конечном итоге они могут быть сведены к изучению сложной системы климат — рельеф — почвы — породы — вода — растения. Элементы этой системы тесно связаны между собой и взаимообусловлены, приведенная же здесь последовательность их перечисления не претендует на отражение истинной взаимозависимости между ними. Известно, что каждый из этих элементов является предметом изучения нескольких самостоятельных наук, но вовсе не обязательно, чтобы каждая из них давала оценку своих достижений в свете целей мелиораций. Это особая задача, и решаться она может только целеустремленно. На примере Западной Сибири из числа работ, успешно выполненных в этом плане, можно назвать: по агроклиматологии — А. П. Сляднева и В. А. Сенникова (1972, 1975), в области мелиоративно-климатогидрологических исследований — В. С. Мезенцева и И. В. Карнацевича (1969), по оценке рельефа и геологического строения для целей мелиорации — В. А. Николаева (1970, 1976), по почвенно-мелиоративным исследованиям и солепереносу в грунтах — П. С. Панина и др. (1975, 1976, 1977). Вместе с этим многие вопросы по каждому из элементов приведенной системы ждут своего дальнейшего раскрытия. Отдельные соображения по некоторым из них приводятся ниже.

МЕЛИОРИРУЕМАЯ ТОЛЩА И ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ЕЕ СТРОЕНИЯ

Конечным итогом мелиораций является, как известно, создание оптимального для выращивания растений водно-воздушного, солевого и температурного режимов почв, что достигается благодаря осуществлению целенаправленных воздействий на природную среду, и прежде всего на почвы, грунты, грунтовые, поверхностные и ирригационные воды. В результате мелиоративного освоения земель, особенно на обширных площадях, коренным образом изменяется естественная природная обстановка, нарушаются существовавшие внутриландшафтные связи и формируются новые. Этот процесс не всегда протекает в нужных направлениях, не всегда ведет к повышению сельскохозяйственной ценности мелиорируемых земель. Многовековая практика изобилует примерами, когда мелиоративные мероприятия приводят к отрицательному эффекту и нередко к невозвратимой утрате земельных угодий, к необходимости осуществления дополнительных дорогостоящих работ (Ковда, 1977).

Причины нежелательных последствий мелиорации различны. В первую очередь они заключаются в сложности изучения и правильной расшифровки многообразных процессов, которые протекают в почвах, грунтах и грунтовых водах в естественных условиях, и прогнозирования их возможных изменений в процессе мелиорации. Сложность таких исследований особенно характерна для районов Сибири, где опыт осушения и орошения земель в сельскохозяйственных целях пока еще невелик, масштабы их развития в ближайшем будущем грандиозны, а при-

родные условия районов их осуществления своеобразны и весьма различны.

При изучении и оценке мелиоративных условий особенно крупных регионов важное значение имеет выявление и четкое ограничение толщи, в пределах которой протекают процессы, формирующие эти условия, и может проявляться влияние мелиоративных мероприятий. Верхней ее границей служит почвенный покров, точнее, дневная поверхность. Но она, как правило, выходит за пределы почвенного покрова. Наиболее динамичными в ней оказываются грунтовые воды. Глубина их залегания, химизм и гидродинамические характеристики в конечном итоге есть результат проявления климатических, почвенных, геоморфологических и геолого-гидрологических условий, а сфера их распространения определяется положением первого от поверхности регионального водоупора. Именно поэтому первый от поверхности региональный водоупор целесообразно рассматривать как нижнее ограничение мелиорируемой толщи, что вполне согласуется с имеющимися на этот счет представлениями в мелиоративной гидрогеологии. Так, в «Справочном руководстве гидрогеолога» (1967) наряду с прочим рекомендуется «установить характер и глубину залегания водоупора» (с. 558), в «Методическом руководстве по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства» (1971) указывается на необходимость изучения и картирования обводненности и строения грунтов на глубину до водоупорных пород и т. д. В процессе гидрогеологических съемочных работ изучение водоупоров играет важную роль.

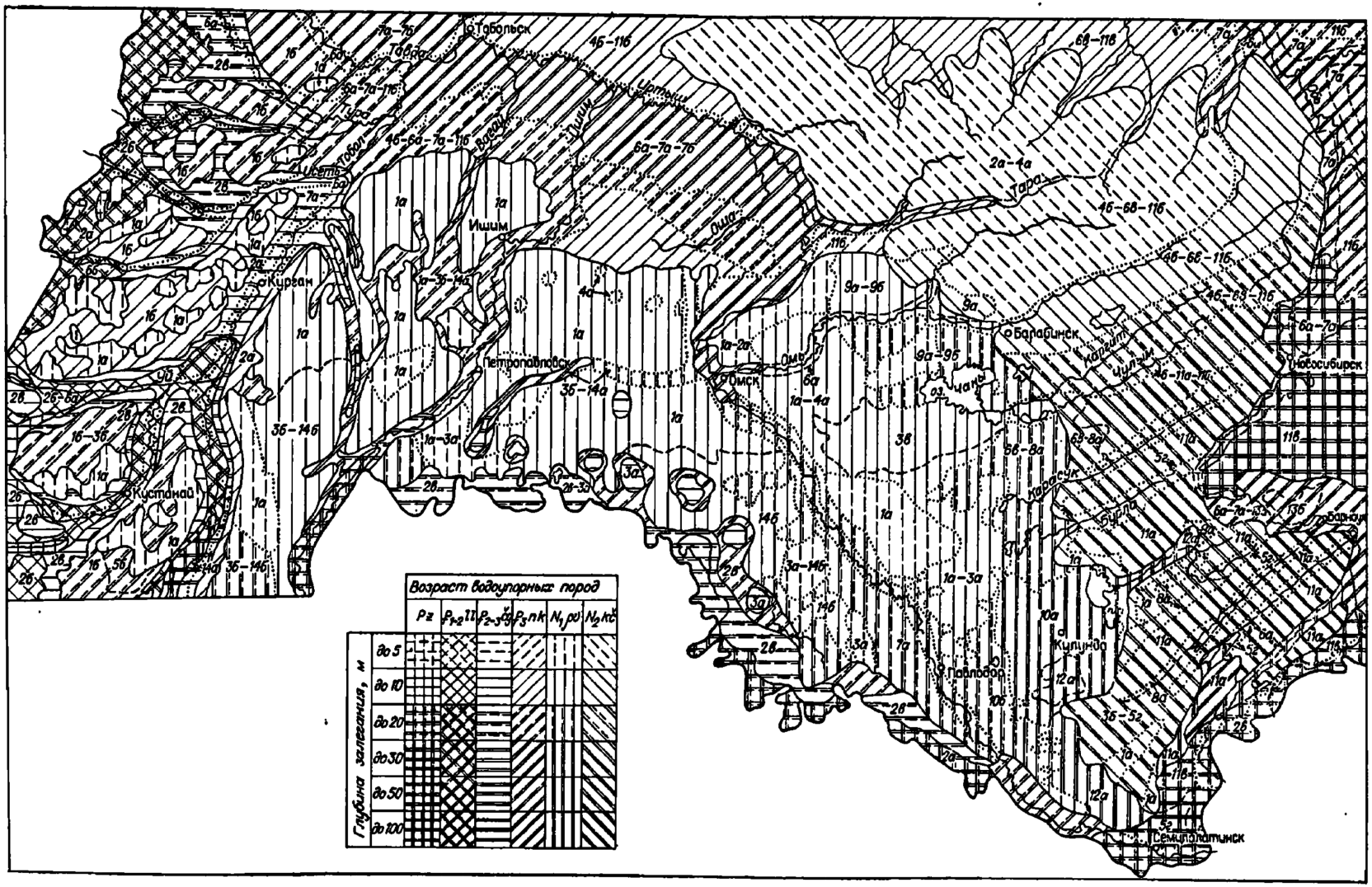
Не меньшее значение имеет также выбор показателей, которые позволили бы наиболее полно судить о процессах, протекающих в мелиорируемой толще и определяющих мелиоративные условия территорий, направление и сложность их мелиоративного освоения. К таким показателям мы относим: 1) распространение, глубину залегания и характер ближайших к поверхности регионально выдержанных водоупоров; 2) состав, строение и обводненность мелиорируемых комплексов надводоупорных пород; 3) характер естественной дренированности территорий. От них зависит формирование грунтовых и ирригационных вод, условия их оттока, мощность зоны аэрации, проявление процессов солеобмена и многих других, учет которых необходим для понимания сложной структуры мелиорируемой толщи.

К сожалению, до недавнего времени на необходимость изучения перечисленных выше показателей и на накопление соответствующего фактнческого материала обращалось недостаточно внимания. В результате мы часто не имеем необходимых исходных сведений даже для районов, которые, казалось бы, в целом уже сравнительно хорошо изучены.

ВОДОУПОРЫ

Характерной чертой геологического строения Западно-Сибирской равнины является то, что она сложена мощной толщей осадочных пород, обладающих разными водными свойствами. Одни из них имеют хорошую водопроводимость и могут служить прекрасными коллекторами подземных вод, другие практически водонепроницаемы. Они сменяют друг друга по разрезу и имеют горизонтальное или близкое к нему залегание. Это обусловливает возможность формирования достаточно выдержанных водоносных горизонтов (или дренированных толщ) и разделяющих их водоупоров, а также образования двух резко отличных гидродинамических зон: зоны распространения грунтовых вод и зоны преобладающего развития напорных подземных вод.

В мелиоративном отношении особый интерес представляют первая зона, а также характер водоупора, отделяющего ее от нижележащей зоны, и связи, имеющиеся между ними.


Тобольск
Курган
Петропавловск
Ишим
Омск
Куйбышев
Куйбышев
Барабинск
Новосибирск
Кустанай
Павлодар
Семипалатинск
Тара
Ишим
Ом
Цвет
Табол
Ик
Ик
Ик

Особенности геологического строения и рельефа рассматриваемой территории определили тот факт, что первый от поверхности водоупор, разделяющий грунтовые и напорные воды в разных районах, относится к разным стратиграфическим толщам. В периферийной части равнины его роль выполняют кристаллические породы палеозоя и мезозоя, в некотором удалении от них — глины палеогена или неогена. Сплошной водонепроницаемый экран между зонами грунтовых и напорных вод отсутствует, так же как и полная гидравлическая изоляция между ними. Связи осуществляются на участках смены водоупоров смежных стратиграфических толщ или в местах эрозионного среза вышележащей толщи, а иногда и непосредственно через водоупорные породы, поскольку это их свойство не абсолютно (Гармонов и др., 1961; и др.).

Сказанное не умаляет мелиоративного значения первых от поверхности водоупоров, регионально выдержанных на территории достаточно обширных районов и определяющих в их пределах весьма важные гидрогеологические характеристики.

При выделении и картировании водоупоров важное значение имеют следующие задачи:

1. Определение распространения водоупорных пород разного возраста, их мощности, закономерностей сложения в разрезе и по площади. Последнее позволяет проследить фациальную изменчивость пород и их водных свойств (практически водонепроницаемые, относительно водопроницаемые и т. д.).

2. Выявление глубины залегания водоупора и характера рельефа его кровли. Для отражения общих закономерностей на юге Западно-Сибирской равнины нами были приняты шесть интервалов глубины залегания водоупора (рис. 1): до 5, 10, 20, 30, 50, 100 м и более. Это преобладающие глубины. При преимущественно горизонтальном залегании пород в отрицательных формах рельефа и эрозионных врезах в любом интервале они могут сокращаться до полного выклинивания. Три первых интервала отражают в большей или меньшей степени неблагоприятные мелиоративные условия, последующие — достаточно или вполне благоприятные. В условиях относительно однообразного устройства поверхности отдельных крупных морфологических структур (равнины, плато, низменности) и преимущественно горизонтального положения водоупоров разные интервалы глубин их залегания отражают основные черты рельефа кровли. Более детальные представления о нем могут быть получены посредством построения соответствующих изогипс.

3. Выделение зон смены водоупорных пород разного возраста и установление в их пределах характера взаимоотношений между грунтовыми и подземными водами, формирующимися ниже первого от поверхности водоупора. Эти зоны могут характеризоваться как основные области либо питания подземных вод за счет грунтовых, либо их разгрузки в грунты мелиорируемой толщи.

Выполненные нами соответствующие проработки (Угланов 1977; и др.) показывают (см. рис. 1), что к важнейшим водоупорам, являющимся в той или иной части юга Западно-Сибирской равнины первыми от поверхности, относятся:

а) неоген-нижнечетвертичные глины кочковской свиты и ее аналогов ($N_2\check{k}c$);

б) неогеновые глины павлодарской и таволжанской свит и их аналогов (N_1pv);

Рис. 1. Схематическая карта распространения первых от поверхности водоупоров и мелиорируемых комплексов пород надводоупорной толщи юга Западно-Сибирской равнины.

Границы: *1* — юга Западно-Сибирской равнины, *2* — первых от поверхности водоупоров, *3* — мелиорируемых комплексов пород надводоупорной толщи (1А, 2А и т. д.— их индексы — см. на рис. 2).

в) глины некрасовской серии олигоцена (преимущественно абросимовская и новомихайловская свиты — P_3nk);

г) глины чеганской свиты эоцен-олигоцена ($P_{2-3}\breve{c}g$);

д) глины талицкой и люлинворской свит эоцена ($P_{1-2}ll$);

е) кристаллические породы палеозоя (Pz).

Неоген-четвертичные глины кочковской свиты, как первый от поверхности водоупор, выделяются в пределах Васюганского и Приобского плато, а также в восточной части Барабинской низменности. Глубина их залегания на севере (Васюганское плато) преимущественно до 5 м. Южнее она увеличивается до 100 м и более. В этом же направлении все более сложным становится рельеф поверхности кровли водоупора, в особенности за счет размыва формировавшихся позднее древних ложбин стока Приобского плато. В некоторых из них глины кочковской свиты отсутствуют.

Глины кочковской свиты (верхнекочковская подсвита) перекрывают преимущественно песчаные отложения нижнекочковской подсвиты. В них формируются напорные подземные воды, поступающие в основном через эрозионные срезы в пределах Васюганского плато и ложбин древнего стока Приобского плато. Питание со стороны Алтая практически отсутствует, так как подошва отложений кочковской свиты располагается здесь гипсометрически выше вреза долин рек Чарыш и Алей. Разгрузка подземных вод осуществляется в долину Оби и частично в сторону Барабинской низменности и Кулунды.

Глины павлодарской и таволжанской (аральской) свит неогена первый от поверхности водоупор образуют на обширных пространствах Ишимской степи и западной части Барабинской низменности. Преимущественная глубина их залегания до 10 м. Она увеличивается до 50 м только в древних долинах неогеновых равнин (Камышловский лог и др.) и в Кулундинско-Чановской полосе. Подземные воды в этих отложениях встречаются в маломощных, часто изолированных суглинисто-песчаных пропластках, имеют преимущественно местное питание и разгрузку в ближайшие речные долины, врезанные на бóльшую глубину, чем мощность всей рассматриваемой толщи (Ишим, Вагай и др.). Между Уралом и долиной Тобола глины неогена встречаются только на междуречьях, занимают небольшие площади и как водоупоры часто не имеют самостоятельного значения.

Глины некрасовской серии олигоцена в качестве первого от поверхности водоупора выделяются на значительных площадях Зауральского плато, в сравнительно узкой полосе, примыкающей к Казахскому мелкосопочнику, и в долинах Оби (примерно севернее Новосибирска), Иртыша (севернее Омска) и Ишима (примерно севернее Петропавловска). Глубина их залегания в Зауральском плато в основном 10—20 м, на остальной территории обычно до 20 м и более. Рельеф кровли достаточно сложный, особенно в речных долинах, где наблюдаются многочисленные заполненные аллювием ложбины размыва и приподнятые участки между ними. Толща некрасовской серии олигоцена отличается сложным строением и содержит ряд водоносных прослоев с напорными подземными водами, которые нередко (прежде всего в речных долинах) участвуют в питании грунтовых вод. Основные области питания подземных вод находятся в пределах Зауральского плато и в полосе, прилегающей к Казахскому мелкосопочнику.

Глины чеганской свиты эоцен-олигоцена образуют мощную водоупорную толщу, развитую на обширной территории от Урала до Оби, но, как первый от поверхности водоупор, они проявляют себя только в долине Тобола, в переуглубленных участках древних долин Ишимской степи и вдоль Казахского мелкосопочника, где, в частности, слагают днища обширных глубоких озерных впадин (Эбейты, Теке, Кызылкан и др.). По склонам долины Тобола и его притоков они выходят на по-

верхность, а в самой долине залегают на глубине 20—30 м, в древних долинах — на глубине 30—50 м, а в озерных впадинах — 5—10 м, но уже на абсолютных отметках 20—60 м, т. е. значительно меньших, чем врез прилегающих частей долин Ишима и Иртыша.

Глины талицкой и люлинворской свит эоцен-миоцена, не перекрытые более поздними глинистыми образованиями, развиты лишь в полосе, прилегающей к Уралу, а также в долине Тобола выше по течению устья р. Уй и в Убоганской древней долине. Водоупорные разности пород залегают преимущественно на глубине до 20 м, а в Убоганской древней долине — до 50 м. Рельеф кровли достаточно сложный и сопряжен в основном с современной эрозионной поверхностью.

Породы палеозоя слагают фундамент Западно-Сибирской равнины. На большей части ее территории они погружены на глубину до 3000 м и более, но по периферии выведены на поверхность или перекрыты сравнительно маломощной (20—50 м) водопроницаемой толщей (Камень-на-Оби, район Рубцовска и др.). Верхняя часть их разреза (обычно до глубины 20—40 м) представляет обводненную зону экзогенной трещиноватости. Далее они становятся практически водонепроницаемыми. Трещинно-грунтовые (и трещинные) воды в значительной части расходуются на питание водоносных горизонтов преимущественно мезозойских и частью палеогеновых отложений.

МЕЛИОРИРУЕМЫЕ КОМПЛЕКСЫ НАДВОДОУПОРНЫХ ПОРОД

Первые от поверхности выдержанные водоупоры, как уже отмечалось, ограничивают снизу мелиорируемую толщу и разделяют гидродинамические зоны преимущественно напорных подземных вод и грунтовых. Глубина их залегания определяет мощность надводоупорной толщи (см. рис. 1). На юге Западно-Сибирской равнины она сложена в основном четвертичными отложениями разного состава и генезиса. Иногда в ее строении принимают участие и более древние породы, вплоть до палеозойских. Возраст четвертичных отложений также не одинаков, но при оценке характера отложений надводоупорной толщи решающего значения это не имеет. Бóльшую роль приобретает генезис пород, поскольку он в значительной степени отражает их литологический состав. Стратиграфическая принадлежность пород не имеет и гидрогеологического смысла, так как содержащиеся в них грунтовые воды образуют гидравлически единый (при наличии территориальной общности) водоносный горизонт.

Мелиорируемая толща на всю мощность может быть сложена породами только одного генезиса (например, субаэральные отложения Ишимской равнины, аллювиальные отложения Кулундинской впадины и т. д.) или несколькими различными по генезису и составу образованиями. В обоих случаях их целесообразно рассматривать (и картировать) как самостоятельные мелиорируемые комплексы пород надводоупорной толщи. Наиболее характерные из них на юге Западно-Сибирской равнины показаны на рис. 2.

Для каждого мелиорируемого комплекса свойственны не только определенное сложение и строение, но и характер обводненности, в частности глубина залегания грунтовых вод, их минерализация и химический состав. Так, в субаэральных отложениях (Западно-Барабинская низменность, Ишимская равнина, Зауральское плато) грунтовые воды отмечаются преимущественно в приконтактовой с водоупорными породами части или скапливаются в виде изолированных бассейнов в погружениях кровли водоупоров. В приподнятых его участках они отсутствуют, а по склонам образуют слабофильтрующиеся потоки (Прииртышские увалы). Их минерализация и химический состав весьма пестрые. Субаэральные суглинки краснодубровской свиты Приобского плато обводнены спорадически, воды отличаются пестрыми минерализацией

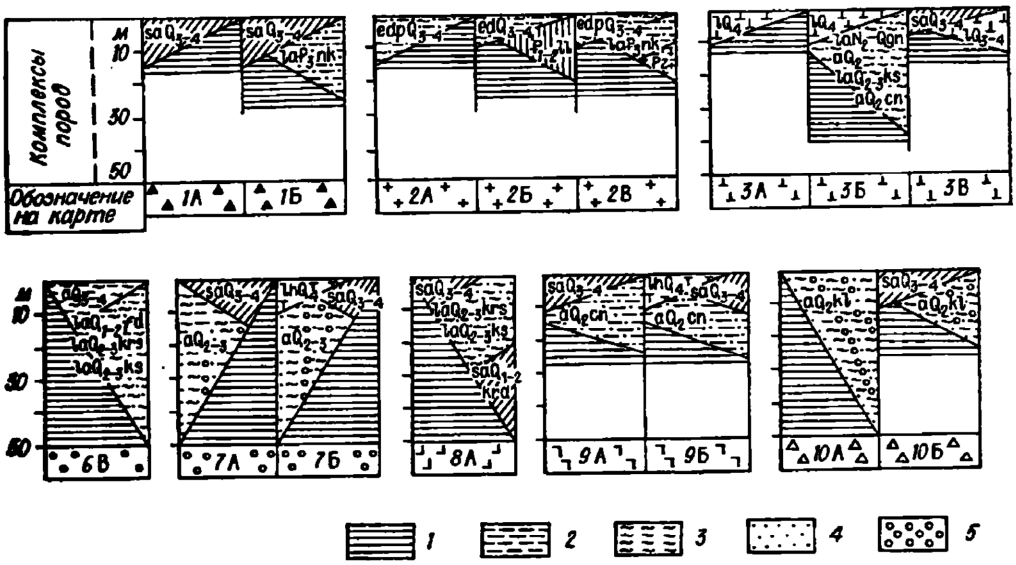


Рис. 2. Мелиорируемые комплексы пород надводоупорной

Литологические разности пород: *1* — глины и другие практически водонепроницаемые породы, линки, *7* — песок и супесь эоловые, *8* — торфяники и др. озерно-болотные отложения, *9* — озерные Индексы генезиса и возраста современных отложений: saQ_{3-4} — субаэральные верхнечетвертич озерные, lhQ_4 — озерно-болотные, $eolQ_{3-4}$ — эоловые верхнечетвертичные, aQ_{3-4} — аллювиальные альные средне-верхнечетвертичные цокольных террас, $lhQ_{2-3}krs$ — озерно-аллювиальные средне-aQ_2cn — аллювиальные среднечетвертичные чановской свиты, aQ_2mn — то же монастырской свиты, субаэральные нижне-среднечетвертичные краснодубровинской свиты, $laQ_{1-2}fd$ — озерно-аллю ской свиты, laQ_{1-2} — то же древних долин, laN_2kc — озерно-аллювиальные неогеновые нижнекоч ные некрасовской серии палеогена, $P_{1-2}ll$ — морские нижнего-среднего палеогена люлинвор

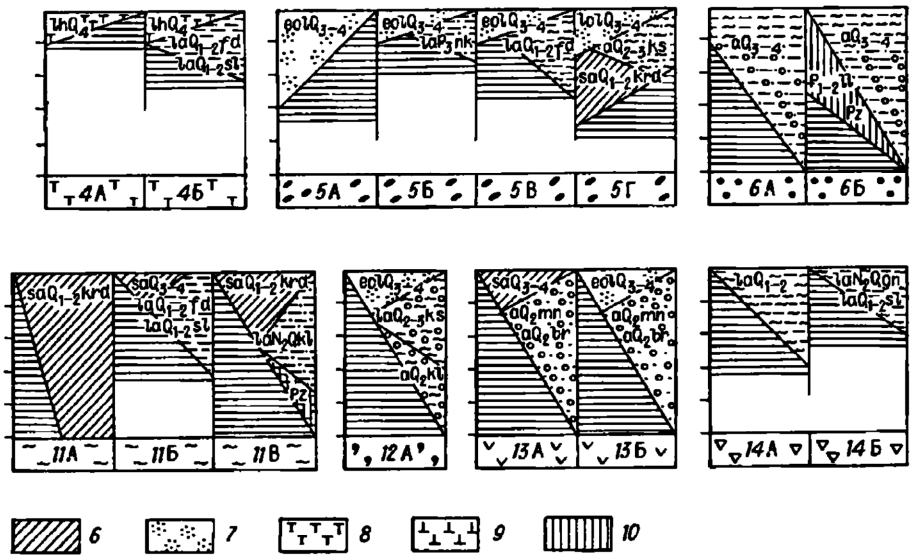
В колонках мелиорируемых комплексов пород условные знаки

и химическим составом. Песчано-супесчано-гравийные отложения кулундинской свиты водообильны. Грунтовые воды пресные (0,4—1,0 г/л), гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Они залегают на глубине ~ 2—5 м.

Наряду с различиями характера обводненности грунтов мелиорируемой толщи в зависимости от мелиорируемых комплексов достаточно четко прослеживаются их зональные особенности. Они выражаются в закономерном изменении с севера на юг глубины залегания грунтовых вод, водообильности пород, химического состава и минерализации воды. Так, в северных (лесных) районах рассматриваемой территории (Васюганское плато, Туринская равнина) преобладающая глубина залегания грунтовых вод 0—3 м, минерализация их преимущественно менее 0,5 г/л, состав гидрокарбонатный кальциевый, грунты значительно обводнены. Южнее (в лесостепной части) глубина залегания грунтовых вод изменяется в значительном интервале (от 0 до 20 м и более), их минерализация и химический состав, как и водообильность пород, также весьма различны. В степной зоне (Кустанайская и Южно-Ишимская равнины) характерная глубина залегания грунтовых вод 10—20 м и более, воды солоноватые и соленые, сульфатно-гидрокарбонатные и хлоридно-натриевые по составу. Исключением в пределах этой зоны является Кулундинская равнина, характеризующаяся своеобразными мелиоративно-гидрогеологическими условиями.

ЕСТЕСТВЕННАЯ ДРЕНИРОВАННОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ

Одним из показателей, характеризующих мелиорируемую толщу и условия мелиоративного освоения территорий, является естественная дренированность. В настоящее время принято различать два ее вида: дренированность почвенного профиля и естественная дренированность территорий. Дренированность почвенного профиля определя-



толщи юга Западно-Сибирской равнины.

2 — суглинки, *3* — супеси, *4* — пески, *5* — гравий и галечники, *6* — лессовидные суглинки, пески и галечные отложения, *10* — породы зоны экзогенного выветривания. ные,. $edpQ_{3-4}$ — элювиально-делювиально-пролювиальные верхнечетвертичные, IQ_4 — верхнечетвертичные отложения поймы и аккумулятивных террас, aQ_{2-3} — аллювиверхнечетвертичные карасукской свиты, $laQ_{2-3}ks$ — то же касмалинской свиты, aQ_2br — то же большереченской свиты, aQ_2kl — то же кулундинской свиты, $saQ_{1-2}krd$ — виальные нижне-среднечетвертичные федосовской свиты, $laQ_{1-2}sl$ — то же сладковской подсвиты, laQ_2qn — то же жуншликской свиты, laP_3nk — озерно-аллювиальской и талицкой свит, Pz — кристаллические породы палеозоя.

расположены в порядке уменьшения их содержания.

ется глубиной залегания грунтовых вод с учетом ее критической величины. Понятие о критической глубине впервые в советской литературе было введено Б. Б. Полыновым в 1930 г., позднее его идеи разрабатывались многими учеными.

Ф. П. Саваренский (1947) и В. А. Приклонский (1948) предложили оценивать естественную дренированность территорий по интенсивности оттока подземных вод. В дальнейшем эта идея разрабатывалась М. М. Крыловым и др. Показателем естественной дренированности в этом случае является потенциальная величина подземного оттока грунтовых вод за пределы изучаемой площади в течение определенного времени. Принимается, что чем больше эта величина, тем лучше естественная дренированность территорий. При крупномасштабных исследованиях она рассчитывается с помощью специальных формул. Необходимые параметры для расчетов определяются обычно в натуре.

Некоторые исследователи наряду с величиной подземного оттока грунтовых вод для определения естественной дренированности предлагают пользоваться рядом других показателей (Ходжибаев, 1975; и др.). Д. М. Кац (1967, 1971) при характеристике различных зон дренированности учитывает: а) геоморфологические условия и литологический состав отложений; б) глубину залегания грунтовых вод; в) уклон зеркала грунтовых вод; г) скорость фильтрации и характер потоков; д) величину оттока подземных вод; е) соотношение подземного оттока с испарением грунтовых вод; ж) роль грунтовых вод в процессе почвообразования. Разумеется, при наличии детальной геолого-геоморфологической и гидрогеологической изученности сравнительно небольших площадей эти показатели обеспечивают объективную оценку дренированности земель. Но при увеличении картируемой площади — усложнении геолого-гидрогеологических условий каждый из них приобретает определенную условность, которая оказывается тем большей, чем меньшей информацией о данной территории мы располагаем.

В результате при региональной оценке естественной дренированности слабо изученных территорий приведенные характеристики оказываются непригодными, численное определение значений таких важнейших в данном случае гидродинамических параметров, как уклон зеркала грунтовых вод, скорость их фильтрации и величина подземного оттока, становится обычно невозможным, а общепринятые методы расчетов оказываются неприемлемыми.

Учитывая это, В. Г. Ткачук (1967) оценивает естественную дренированность не путем непосредственного определения величины оттока подземных вод (модуля подземного стока), а через косвенные показатели: геоморфологические особенности территории (в частности, степень расчлененности рельефа) и, следовательно, возможности дренирования грунтовых вод современной эрозионной сетью. Числовым выражением степени расчлененности рельефа принимаются: вертикальная расчлененность — превышения (в метрах) водоразделов над ближайшими местными базисами эрозии — и модуль горизонтальной изрезанности (густота эрозионной сети, км/км^2]. Еще ранее этот принцип был успешно использован А. Д. Панадиади (1953) для Барабинской низменности. Естественная дренированность оценивалась им через коэффициент канализованности как отношение длины естественных водотоков и искусственной осушительной сети к площади. Примечательно, что значение коэффициента канализованности естественными водотоками в среднем для Барабы составило 0,072 км/км^2, а при учете длины искусственной осушительной сети — 0,097 км/км^2. Сопоставление этих величин с соответствующими данными для Белорусского Полесья (0,1 км/км^2), Украинской лесостепи (0,134 км/км^2) и Ловатской низменности (0,74 км/км^2) указывает на значительно худшую дренированность Барабинской низменности, «что во многом определило ее заболоченность, засоленность и другие своеобразные особенности здешнего ландшафта» (Панадиади, 1953, с. 71).

Глубина и густота эрозионного расчленения поверхности характеризуют степень дренирования подземных вод зоны активного водообмена современной эрозионной сетью. Однако они не отражают влияния уклонов местности, от которых зависит направление потока грунтовых и трещинных вод верхней зоны и в значительной мере скорость их фильтрации. Привлечение этого параметра позволило бы более полно оценить степень эрозионного расчленения и естественной дренированности. Поэтому нами (Угланов, 1975, 1977) для оценки естественной дренированности территорий Кемеровской области и равнинных районов Западной Сибири, кроме густоты и глубины эрозионного расчленения, были учтены величины основных уклонов местности, под которыми понимается средний уклон элементарных водотоков по отношению к тальвегу долин рек, являющихся местными базисами эрозии (дренирования). Полученная при этом величина P — показателя естественной дренированности территорий — при значениях менее 0,2 указывает на весьма слабую дренированность, 0,2—1,0 — слабую, 1,0—3,0 — среднюю, 3,0—10 — хорошую и 10—20 и более — очень хорошую (интенсивно дренированные территории по Д. М. Кацу).

По величине этого показателя на юге Западно-Сибирской равнины представляется возможным выделить ряд основных и соподчиненных им мелиоративных структур. В их числе — Васюганское плато с характерной величиной P 0,001—0,5, Тобол-Ишимскую низменность (0,001—0,5), Зауральское плато (3—9), Ишимскую равнину (0,1—0,9), Барабинскую низменность (0,01—0,7), Приобское плато (0,2—10,0), Присалаирскую и Предалтайскую предгорные возвышенности (3,0—7,0), Кустанайскую равнину (0,5—6,0), Южно-Ишимскую равнину (1,0—5,0), Прииртышскую равнину (0,2—1,5), Кулундинскую равнину (0,1—0,5) и долины крупных рек, в пределах которых естественная

дренированность изменяется в зависимости от геоморфологических особенностей, но обычно укладывается в пределы значений P 0,5—2,0.

Приведенное краткое описание мелиорируемой толщи юга Западно-Сибирской равнины, и в частности характеризующих ее первых от поверхности регионально выдержанных водоупоров, мелиорируемых комплексов надводоупорных пород и естественной дренированности территорий показывает, что мелиорируемая толща имеет сложную структуру, элементы которой проявляются взаимообусловленно. Поэтому при мелиоративном освоении земель необходимо учитывать весь их комплекс. Характер и глубина залегания водоупоров, сложение и обводненность мелиорируемых комплексов надводоупорных пород и величина естественной дренированности определяют многие процессы, протекающие в мелиорируемой толще, в их числе такие, как солеобмен (рассоление и засоление почв, грунтов и грунтовых вод), формирование куполов ирригационных вод и динамика зоны аэрации, проявление нежелательных последствий мелиораций (вторичное засоление, суффозионно-просадочные процессы, оврагообразование и др.). В конечном итоге это позволяет наметить основное направление мелиораций и содержание мероприятий, необходимых для освоения отдельных территорий, а также оценить сложность условий их мелиоративного освоения.

ЛИТЕРАТУРА

Гармонов И. В., Иванов А. В., Нефедова Е. И. Подземные воды юга Западно-Сибирской низменности и условия их формирования.— В кн.: Труды лаборатории гидрогеологических проблем им. Саваренского АН СССР. Т. XXXIII. Л., «Наука», 1961, с. 51—83.

Кац Д. М. Контроль режима грунтовых вод на орошаемых землях. М., «Колос», 1967. 191 с.

Кац Д. М. Типы гидрогеологических условий орошаемых и обводняемых районов СССР. Методическое руководство по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства. Вып. 2. М., Гидрометеоиздат, 1971 с. 9—25.

Ковда В. А. Аридизация суши и борьба с засухой. М., «Наука», 1977. 272 с.

Мезенцев В. С., Карнацевич И. В. Увлажненность Западно-Сибирской равнины. Л., Гидрометеоиздат, 1969. 368 с.

Методическое руководство по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства. М., Гидрометеоиздат, 1971. 199 с.

Николаев В. А. Геоморфологическое районирование Западно-Сибирской равнины.— В кн.: Западно-Сибирская равнина. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. М., «Наука», 1970, с. 226—256.

Николаев В. А. Рельеф и мелиорация южных равнин Сибири и Дальнего Востока.— В кн.: Проблемы прикладной геоморфологии. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. М., «Наука», 1976, с. 141—162.

Панадиади А. Д. Барабинская низменность. М., Изд-во АН СССР, 1953. 232 с.

Панин П. С. Гидрохимический сток с территории Западной Сибири и особенности его формирования.— В кн.: Географические проблемы при сельскохозяйственном освоении Сибири. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 66—75.

Панин П. С., Мелеск Х. Х. Особенности почвенного покрова и почвенно-мелиоративное районирование Новосибирской области.— В кн.: Инженерно-географические проблемы при строительстве в Сибири. Л., «Наука», 1975, с. 3—21.

Панин П. С., Долженко И. Б., Чуканов В. М. Процессы засоления и рассоления почв. Новосибирск, «Наука», 1976. 192 с.

Приклонский В. А. Некоторые закономерности формирования грунтовых вод в засушливых областях. Т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1948, с. 56—73.

Саваренский Ф. П. О принципах гидрогеологического районирования.— «Сов. геология», 1947, № 19, с. 51—58.

Сляднев А. П. Проблема рационального использования ресурсов атмосферного увлажнения в зерновом хозяйстве средней части Срединного региона.— В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Новосибирск, «Наука». 1975, с. 135—159.

Сляднев А. П., Сенников В. А. Агроклиматические ресурсы юго-востока Западной Сибири и продуктивность зерновых культур. Л., Гидрометеоиздат, 1972. 149 с.

Справочное руководство гидрогеолога. Т. I. Л., «Недра», 1967. 592 с.

Ткачук В. Г. Мелкомасштабное мелиоративно-гидрогеологическое районирование (на примере Причерноморской впадины).— В кн.: Мелиоративное гидрогеологическое

картирование и районирование на примере крупных орошаемых массивов юга УССР. Киев, «Урожай», 1967, с. 139—142.

Угланов И. Н. Морфометрические показатели естественной дренированности территорий (на примере Кемеровской области и Кулунды).' — В кн.: Инженерно-географические проблемы при строительстве в Сибири. Л., «Наука», 1975. с. 22—28.

Угланов И. Н. Региональные водоупоры и дренированность территорий юго-востока Западной Сибири.— В кн.: Географические проблемы при сельскохозяйственном освоении Сибири. Новосибирск, «Наука», 1977, с. 11—28.

Ходжибаев Н. Н. Гидрогеолого-мелиоративное районирование (на примере Средней Азии). Ташкент, «Фан», 1975. 165 с.

В. С. Кусковский

ВЛИЯНИЕ ФОРСИРОВАННЫХ УРОВНЕЙ НА БЕРЕГА ГЛУБОКОВОДНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ СИБИРИ

(на примере Красноярского)

Созданные на Енисее и в верхней части бассейна Оби (реки Томь, Катунь, Бия) крупные глубоководные водохранилища оказывают существенное, хотя и меньшее, чем на равнинах, влияние на природные условия прилегающей суши. Наиболее заметно сказывается оно в изменении инженерно-геологических и гидрогеологических условий береговой полосы водохранилищ, приводящем иногда к отрицательным последствиям (размыву берегов, подтоплению территорий и др.).

В комплексе факторов, способствующих изменению природных условий, следует указать на эксплуатационный режим водохранилищ (Бахтиаров и др., 1969; Колбутов и др., 1970; Широков, 1974; и др.). Особенности эксплуатационного режима отдельных водохранилищ накладывают отпечаток на характер и динамику развития береговых склонов и подпора подземных вод. В этом аспекте особого внимания заслуживают повышенные форсированные уровни в водохранилищах, запланированные или возникшие неожиданно (например, вследствие резких паводков), вызывающие дополнительное отрицательное воздействие на берега. Прогноз и оценка подобных воздействий возможны только на основе фактических материалов, полученных при уже проведенных форсировках. Из глубоководных искусственных водоемов Сибири к настоящему времени наиболее полные данные имеются по Красноярскому водохранилищу, где в течение 7 лет его эксплуатации (1970—1977 г.) уровень форсировался дважды — в 1972 и 1977 г. Рассмотрим второй случай и проанализируем воздействие форсированного уровня на берега водохранилища.

В августе — сентябре 1977 г. на Красноярском водохранилище была произведена форсировка, т. е. превышение отметки нормального подпорного уровня (НПУ), составляющей 243,0 м. К 17 августа водохранилище было наполнено до НПУ. Начиная с 18 августа на водоеме наблюдались форсированные подпорные уровни. По м/п «Верхний бьеф» максимальной отметки 243,19 м уровень достиг 23—30 августа, затем начался постепенный спад его и 26—27 сентября он восстановился. Отметки, превышающие НПУ примерно на 15 см, продержались здесь около месяца — с 23 августа по 26 сентября. Следует подчеркнуть, что в верхней части водохранилища, в зоне его выклинивания у г. Абакана и пос. Усть-Абакан, вследствие особенностей кривой подпора в период форсировки наблюдалось более значительное повышение уровней. Так, у пос. Усть-Абакан 6, 12 и 20 сентября их отметки составляли соответственно 243,30; 243,35 и 243,22 м.

Обследование берегов по всему периметру водохранилища, проведенное перед форсировкой и сразу после нее, позволило выявить не

только качественные, но и количественные их изменения в результате воздействия повышенных уровней водоема. Состояние береговой полосы изучалось на опорных участках, у населенных пунктов, а также по отдельным профилям, находящимся в различных частях водоема (всего около 50).

В результате на одних участках установлено значительное усиление переработки берега, на других оно проявилось меньше, а на некоторых — вообще не обнаружено. Наибольшие отступания берегов произошли у сел Лебяжье, Куртак, Листвягово (см. рисунок). Например, у с. Листвягово, а также по некоторым отдельным профилям на водохранилище переработка берега за месяц форсировки в количественном выражении сопоставима с таковой за весь предыдущий годовой период наблюдений и даже превышает ее. Однако непосредственной угрозы указанным населенным пунктом форсировка не создала.



Схема Красноярского водохранилища (цифрами обозначены участки наблюдений).

В таблице приведены отдельные выборочные профили, находящиеся в различных частях водоема, где произошла максимальная переработка берега. Интенсивность обрушения берегов в период форсировки зависела от характера уровенного режима, инженерно-геологического строения берегов, ветро-волновых условий, состояния береговых отмелей, сформировавшихся к началу форсировки, особенностей морфологии береговых уступов, залесенности склонов.

Из геодинамических процессов, кроме абразии, в период форсировки активизировались оползневые подвижки в скальных массивах за счет дополнительной фильтрации воды при повышенном уровне в крупные трещины коренных пород. На правом берегу оползни произошли между устьями рек Кома и Убей, а также в районе Батеневского кряжа, на левом — в начале «трубы» — нижней, наиболее узкой части водохранилища, т. е. на береговых склонах, где нет населенных пунктов или каких-либо объектов народнохозяйственного значения.

Для учета ущерба, нанесенного форсированием уровня водохранилища сельскому хозяйству (пашни, сенокосы, выгоны и др.), обрушенную часть берегового склона, занятого под сельскохозяйственное производство, следует принять в среднем шириной 2,5 м (дифференцированный подход к расчетам не уточняет, а только усложняет их). Зная

Переработка берегов на Красноярском водохранилище в период форсировки (1977 г.) по отдельным выборочным профилям

№ участка наблюдений (условно)	№ профиля	Местоположение профиля	Размываемые грунты или породы	Отступание берега за год, не включая форсировку, м	Отступание берега за период форсировки, м
1	2	На правом берегу зал. Тубинский, у с. Листвягово	Супеси и тонкозернистые пески	3,0	10,2
2	4	Там же	То же	6,5	6,3
3	1	На правом берегу водохранилища, у с. Лебяжье.	Тонкозернистые навеянные пески	10,5	9.0
4	1г	На правом берегу зал Сыдинский, близ с. Усть-Сыда	Супеси	—	2,4
5	1	В 1 км на юго-запад от устья р. Беллык	Тонкие супеси	—	1,3
6	1	В 1,5 км на северо-восток от Усть-Ербинского хлебоприемного пункта	Супеси, в нижней части разреза — песчаники	2,0	2,4
7	1	В 500 м на юго-запад от устья р. Боровой, правый берег водохранилища	Алевролиты, песчаники	0,7	0,4
8	2г	В устье р. Убей, правый мыс	Тонкие супеси	—	1,5
9	1	У Новоселовского хлебоприемного пункта, левый берег водохранилища	Галечники, красноцветные песчаники	—	1,5
10	1	Ниже пос. Новоселово у горы Яновской	Суглинки	4,5	5,0
11	1	У с. Куртак, левый берег водохранилища	Пылеватые супеси	—	6,0
12	3	Там же	» »	—	11,3
13	1	В зал. Богожуль, у Приморского хлебоприемного пункта	Пластичные и плотные суглинки	5,0	1,8
14	2	Близ зал. Борки, левый берег водохранилища	Красноцветные песчаники и алевролиты	3,0	2,5
15	1	На левом берегу водохранилища, у зал. Анашкина	Пылеватые супеси	11,8	5,3
16	1	На левом берегу водохранилища, у базы отдыха завода «Красмаш»	Плотные суглинки	6,5	0,5
17	1	На левом берегу водохранилища, у с. Хмельники	Тяжелые суглинки	5,0	1,5

протяженность сельхозугодий вдоль водоема, нетрудно определить площадь обрушенного берега.

Площадь леса в зоне подвергшейся переработке береговой полосы составляет в целом около 50 га (подсчитана путем выделения на берегах водохранилища залесенных участков и определения на них площади обрушений интерполяцией данных по близлежащим промерным профилям).

Обследование подтопления проводилось главным образом у населенных пунктов. Подтопленными оказались подвальные этажи домов в селах Абакано-Перевоз и Мохово. В с. Абакано-Перевоз на ближней к водохранилищу улице в погребах и подвалах 5 октября наблюдалась повышенная увлажненность грунтов, представленных суглинками с примесью щебня и дресвы. Фильтрация происходила крайне неравномерно из-за наличия в грунтах линз щебня и обломков коренных пород. Поэтому ее увеличение отмечалось далеко не везде. Но погреба и подвалы (глубиной 2—2,5 м) домов, находящихся от водохранилища на расстоянии около 100 м, попали в зону капиллярного поднятия.

Аналогичная картина наблюдалась в с. Мохово, где в зону усиленного увлажнения грунтов попало 15 домов. В нескольких подвалах и погребах обрушились незакрепленные стенки. Наличие гравийно-галечниковых отложений с высокими коэффициентами фильтрации в нижней части разреза способствует более быстрой реакции на повышение уровня в водоеме.

В селах Абакано-Перевоз и Мохово зона значительного увлажнения грунтов под влиянием изменений режима водохранилища будет расширяться в глубь берега в том случае, если повышенные уровни порядка 20—30 см будут сохраняться более одного месяца.

В с. Советская Хакасия подтопление погребов и подвалов некоторых домов связано не с форсированием уровня водохранилища, а с подрусловым потоком древней долины, проходящей по территории села.

Форсирование уровней оказало определенное влияние на работу инженерной защиты г. Абакан и пос. Усть-Абакан. Здесь в зоне выклинивания водохранилища за счет кривой подпора уровень воды поднимался выше, чем в других его частях, а период форсирования был более длительным. НПУ у пос. Усть-Абакан был достигнут уже 11 августа, после чего началось его превышение, которое продолжалось до конца сентября, т. е. 1,5 мес. В это время наблюдалось усиление фильтрации в виде отдельных очагов на Подкунинской и Аскыровской дамбах, особенно на первой из них, в тыловой части которой были обнаружены как рассеянные, так и сосредоточенные выходы фильтрационных вод. В последних отмечался вынос тонкозернистого песка.

В связи с изложенным, на случай повторения в будущем форсирования уровней, особенно запланированного, необходимо некоторое усиление инженерной защиты, в первую очередь Подкунинской дамбы. Для этого нужно произвести проектные проработки по укреплению защитной способности дамб, ограждающих г. Абакан и пос. Усть-Абакан. Предварительно можно сказать, что такое усиление дамб потребуется на протяжении около 5 км.

В целом по водохранилищу изменения берегов при указанных выше параметрах форсирования подпорного уровня оказались не так уж велики. Но в значительной мере это можно объяснить рядом условий, сложившихся в августе — сентябре 1977 г. Для абразионных процессов — это, прежде всего, отсутствие значительных ветровых волнений в период максимального превышения уровней (конец августа — сентябрь); для таких геодинамических процессов, как оползни, сколы, провалы, подтопление,— относительно небольшое по времени стояние повышенных уровней и их абсолютное значение на большей части Красноярского водохранилища.

Важно, что даже при кратковременных форсировках уровней на глубоководных водохранилищах типа Красноярского происходят изменения инженерно-геологических и гидрогеологических условий. Величина же и характер этих изменений зависят не только от размера и времени форсирования, но и от ряда других факторов — гидрометеорологической обстановки, особенностей геологического строения берегов, их залесенности, степени хозяйственного освоения тех или иных участков береговой зоны водохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

Бахтиаров В. А., Колбутов А. Д., Финаров Д. П., Широков В. М. Анализ влияния эксплуатационного режима водохранилищ на устойчивость берегов.— В кн.: Труды координационных совещаний по гидротехнике. Вып. 53. Л., «Энергия», 1969, с. 50—68.

Колбутов А. Д., Ермолаев А. И., Зубенко Ф. С. Влияние эксплуатационного режима водохранилищ на формирование и устойчивость берегов.— В кн.: Труды Ленгидропроекта. Сб. № 9, Л., «Энергия», 1970, с. 179—211.

Широков В. М. Формирование берегов и ложа крупных водохранилищ Сибири. Новосибирск, «Наука», 1974. 171 с.

Г. Л. Самсонов

ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ МЕЛИОРАТИВНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ПРЕДЕЛАХ ОМСКОЙ И НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

Территория Омской и Новосибирской областей является наиболее заселенной и хозяйственно освоенной частью Западной Сибири и одной из важных сельскохозяйственных зон страны. Сложные природные условия этой территории (широкое распространение заболоченных, переувлажненных и засоленных земель; неблагоприятные и неустойчивые условия влагообеспеченности в период вегетации сельскохозяйственных культур) вызывают необходимость здесь в больших масштабах осушительно-оросительных мелиораций и рассоления земель.

Для обоснования мелиоративного планирования, проектирования и освоения земель столь обширной территории необходимы ее типизация по сходным мелиоративно-гидрогеологическим условиям (мелиоративно-гидрогеологическое районирование) и оценка сложности этих условий для мелиоративного освоения, поскольку они во многом предопределяют характер и состав гидротехнических мероприятий мелиорируемых земель.

Как известно, мелиоративно-гидрогеологические условия формируются следующими факторами: геолого-геоморфологическими особенностями зоны интенсивного водообмена, глубиной залегания, минерализацией и химическим составом грунтовых вод, их режимом, характером взаимосвязи с напорными подземными водами.

По региональным геолого-структурным и гидрогеологическим особенностям в пределах рассматриваемой территории выделяются две гидрогеологические провинции — Западно-Сибирский артезианский бассейн (его южная часть) и Саяно-Алтайская гидрогеологическая система (ее северо-западная окраина). Граница между ними проходит примерно по р. Оби. В южной части артезианского бассейна зона интенсивного водообмена, соответствующая глубине эрозионного вреза местной гидрографической сети и находящаяся под воздействием современных климатических факторов, имеет мощность 10—15 м и лишь на севере, в области расчлененной равнины и в Приобье, достигает 50 м и более. В пределах расчлененного складчатого обрамления артезианского бассейна мощность зоны интенсивного водообмена составляет 100—150 м.

В гидрогеологических провинциях по характерным геолого-гидрогеологическим особенностям зоны интенсивного водообмена и ландшафтным комплексам территории обособляются геоморфологические области. В. А. Мартынов (Мартынов, Самсонов, 1975) в провинции Западно-Сибирского артезианского бассейна в пределах рассматриваемой территории выделил 10 таких областей (перечисляются в порядке с севера на юг и с запада на восток): Тобольский «материк», Тара-Туйская расчлененная равнина, Васюганская болотная равнина, Нижне-Иртышская террасовая равнина, Ишимская, Северо-Казахстанская, Западно-Барабинская и Восточно-Барабинская равнины и Приобская возвышенная равнина (плато). В западной части территории комплекс названных равнин пересекается долинами бассейна р. Иртыша, которые рассматриваются в качестве самостоятельной области.

В провинции складчатого обрамления бассейна в пределах Новосибирской области выделено 5 геоморфологических областей: долины бассейна р. Оби, Заобская и Кузнецкая возвышенные расчлененные равнины, юго-западная Предсалаирская область, Салаирское низкогорье.

В геоморфологических областях можно выделить гидрогеологические районы, которые отличаются определенными типами ландшафтов — это генетические типы рельефа с характерным литологическим строением приповерхностной части разреза, определенными условиями залегания, минерализацией и химическим составом грунтовых вод, своеобразными почвенными комплексами. Для каждого района необходимые мелиоративные мероприятия должны быть специфическими, поэтому районы следует называть мелиоративно-гидрогеологическими.

Пространственное распределение комплексов и типов ландшафтов обусловливается не только геолого-геоморфологическими, но и климатическими факторами. На территории Омской и Новосибирской областей четко проявляется широтная ландшафтно-климатическая зональность. В соответствии с гидролого-климатическим районированием В. С. Мезенцева и И. В. Карнацевича (1974) здесь сменяются четыре гидроклиматические зоны, каждая из которых характеризуется определенными сочетаниями увлажнения и теплообеспеченности поверхности, обусловливающими взаимосвязанные типы растительного и почвенного покровов.

Различные сочетания геолого-гидрогеологических и физико-географических показателей определяют степень сложности и мелиоративно-гидрогеологических условий каждого района и характер необходимых для него мелиораций.

При оценке сложности мелиоративно-гидрогеологических условий территории в качестве главного критерия принималась степень естественной дренированности, которая определяется отточностью поверхностных и грунтовых вод. Для Омской и Новосибирской областей с преобладающим равнинным рельефом выделение зон различной естественной дренированности проведено по комплексу взаимосвязанных компонентов, которые обычно создают определенные типы ландшафтов и прямо или косвенно обусловливают и отражают степень отточности грунтовых вод. К этим компонентам относятся: вертикальная расчлененность рельефа (глубина вреза речной сети); глубина залегания грунтовых вод; уклоны грунтового потока; минерализация грунтовых вод; характер и засоление почв; степень заболоченности. С учетом классификации Д. М. Каца (1969) выделено 5 зон по дренированности (см. таблицу).

Зоны дренированности

Зона естественной дренированности	Вертикальное расчленение рельефа, м	Глубина залегания грунтовых вод, м	Уклон грунтового потока, град	Минерализация грунтовых вод, г/л	Засоление почв	Заболоченность
Интенсивно дренированная	>100	5—10 и более	>0,03	До 1	Незасоленные	Отсутствует
Дренированная	50—100	5—10 и более	0,03—0,003	До 1	Незасоленные, участками слабо засоленные	Практически отсутствует
Слабо дренированная	25—50	3—5	0,003—0,0008	1—3	В южной зоне слабо засоленные, местами засоленные	Небольшая, участками значительная
Весьма слабо дренированная	<25	До 1—3	0,0008—0,0002	1—3 и более	В северной зоне незасоленные, в южной — засоленные	Широкое развитие болот в гидроклиматических зонах II и III *
Бессточная	<25	До 1—3	<0,0002	>3	Сильно засоленные	Местами

* По В. С. Мезенцеву и др. (1974).

Наряду со степенью естественной дренированности территории при оценке сложности мелиоративно-гидрогеологических условий принимались во внимание также зависимость грунтовых и напорных вод, преобладающий литологический состав и фильтрационные свойства пород зоны аэрации, характер и активность геодинамических процессов.

С учетом перечисленных факторов в пределах Омской и Новосибирской областей выделены территории:

— с относительно простыми геолого-гидрогеологическими условиями для мелиоративного освоения — преимущественно дренированные, реже слабо дренированные;

— с умеренно сложными условиями — преимущественно слабо дренированные, реже весьма слабо дренированные;

— со сложными условиями — весьма слабо дренированные;

— непригодные для мелиоративного освоения.

Особо выделяются площади, не подлежащие мелиоративному освоению.

Относительно простые мелиоративно-гидрогеологические условия свойственны землям, площадь которых составляет всего около 15% территории обеих областей. К ним относятся (с запада на восток): приречные окраинные части Западно-Барабинской и Восточно-Барабинской равнин (вдоль высокого правого берега р. Иртыша к северу от г. Омска и южный склон долины р. Тары); бóльшая южная часть Приобской возвышенной равнины (Приобского плато); надпойменные террасы долины Оби; возвышенные расчлененные равнины правобережья Новосибирской области: Заобская, Кузнецкая, Юго-Западное Предсалаирье. Глубины залегания грунтовых вод на этих площадях составляют от 3 до 10 м и только на увалах расчлененных правобережных равнин Новосибирской области — 10—30 м. Воды преимущественно пресные с минерализацией до 1 г/л, гидрокарбонатные кальциево- и натриево-магниевые.

Почвы незасоленные или слабо засоленные, в значительной мере представлены черноземами, на правобережье — лесными, заняты сельскохозяйственными угодьями. Зона аэрации сложена лессовидными суглинками, в долинах рек — суглинками, супесями, песками. Из современных физико- геологических процессов постоянны суффозионно-просадочные явления, на пахотных землях наблюдается ветровая эрозия, в прибрежной части долин Иртыша и Оби развиваются овраги. На этих площадях осуществляется или предусматривается регулярное и лиманное орошение речными водами. В пределах равнин (плато) возможно ограниченное использование подземных вод верхнемеловых, палеогеновых и неогеновых (нижнекочковская подсвита) отложений, в долине Оби — четвертичных аллювиальных отложений нижнекочковской подсвиты. При орошении местами возможно возникновение верховодок с последующим заболачиванием и засолением орошаемых земель, усиление процессов водной эрозии. Поэтому при планировании и проектировании оросительных мелиораций следует предусматривать ограниченное применение горизонтального (в долине Оби — вертикального) дренажа и проведение противоэрозионных мероприятий.

Площади с **умеренно сложными мелиоративно-гидрогеологическими условиями** занимают также около 15% рассматриваемой территории. К ним относятся: Северо-Казахстанская равнина в границах Омской области; надпойменные террасы Иртыша — первая и вторая левобережные и четвертая — на правобережье; долины правобережных притоков Иртыша и Оби; площади Западно-Барабинской и Восточно-Барабинской равнин, прилегающие к долинам Оми и Тартаса; северная пологосклоновая часть Приобского плато. На этих площадях грунтовые воды залегают на глубине 3—5, местами до 10 м. Воды преимущественно пресные и слабо солоноватые с минерализацией до 3 г/л, пестрого

солевого состава. В долинах рек почвы подзолистые, луговые, торфяно-болотные, незасоленные или слабо засоленные; на юге Омской области широко развиты черноземы. Зона аэрации сложена суглинками, нередко лессовидными, в долинах рек — суглинками, супесями и песками. В южных районах территории широко распространены суффозионно-просадочные явления, ветровая эрозия почв, высыхание озер. В долинах рек развиты боковая эрозия и оползни, а на северных склонах Приобского плато — делли.

На площадях с умеренно сложными условиями предусматривается в перспективе регулярное и лиманное орошение больших земельных массивов за счет перераспределения речного и местного стока. В пределах Приобского плато возможно ограниченное использование для орошения подземных вод верхнемеловых, палеогеновых и неогеновых (нижнекочковская подсвита) отложений.

Слабая и весьма слабая естественная дренированность площадей, преобладающий суглинистый состав зоны аэрации, широкое распространение лессовидных грунтов этой зоны дают основание ожидать при орошении повышения уровня грунтовых вод, заболачивания и засоления земель, усиления эрозионных процессов. Поэтому при обосновании оросительных мелиораций этой категории земель необходимо предусматривать мероприятия по предотвращению их заболачивания и засоления, в частности устройство горизонтального дренажа, противоэрозионные работы, а на заболоченных участках террас — ускорение поверхностного стока.

Сложные мелиоративно-гидрогеологические условия характерны для преобладающей части территории (порядка 60—70%), которая принадлежит различным гидролого-климатическим зонам и отличается большим разнообразием ландшафтов. Сюда относятся обширные весьма слабо дренированные аккумулятивные равнины в северной и центральной частях Омской области (плоские водоразделы равнин Тобольского «материка» и Тара-Туйской, левобережные третья и четвертая надпойменные террасы р. Иртыша), бо́льшая часть Западно-Барабинской и Восточно-Барабинской равнин в Новосибирской области, а также поймы всех рек, ложбин древних и современных долин стока. Рельеф этой территории преимущественно плоский; площадная и вертикальная расчлененность его незначительна, что определяет слабую отточность поверхностных и грунтовых вод. Здесь множество озер, а в северных районах значительные площади заболочены. В бессточных депрессиях южных районов имеется много соленых высыхающих озер.

Вследствие весьма слабой дренированности этих земель грунтовые воды залегают близко к поверхности — на глубине 2—5 м, на заболоченных площадях — 1—1,5 м. Грунтовые воды и почвы отличаются большой пестротой засоления и химического состава. В северной части территории, где климатические условия обусловливают интенсивное питание грунтовых вод за счет атмосферных осадков и паводковых вод, грунтовые воды пресные, с минерализацией до 1 г/л; почвы незасоленные или очень слабо засоленные. На большей части территории, в центральных и южных районах, где величина инфильтрационного питания грунтовых вод уменьшается за счет большого испарения с поверхности, широко распространены слабо солоноватые грунтовые воды с минерализацией до 3 г/л. Вследствие неглубокого залегания минерализованных грунтовых вод и большего, чем в северных районах, испарения с их поверхности, здесь очень развиты комплексы в различной степени засоленных почв сульфатно-содового, содово-сульфатного и содово-сульфатно-хлоридного типов. В пределах Ишимской и Западно-Барабинской равнин процессам засоления грунтовых вод и почв способствует также близкое залегание к поверхности (на глубинах порядка 3—5 м) водоупорной толщи неогеновых засоленных глин.

На рассматриваемой территории породы зоны аэрации преимущественно суглинистые, в поймах и на гривах с прослоями супесей и песков. На суглинках, неравномерно лессовидных, широко развиты суффозионно-просадочные западины; обычно они заняты березово-осиновыми колками. Распаханные земли подвергаются ветровой эрозии. В северной части территории происходит интенсивное болотообразование, в южной — высыхание озер. В сухие периоды на солончаковых почвах развивается дефляция солей.

Из-за действия неблагоприятных природных факторов условия мелиоративного освоения этой территории сложные и нередко тяжелые. При этом на большей ее части, которая относится к гидроклиматической зоне неустойчивого увлажнения, по мнению В. С. Мезенцева и других исследователей, необходимы гидромелиоративные мероприятия и системы двойного регулирования, т. е. в многоводные годы здесь требуется ускоренный сброс талых вод, а в засушливые — орошение и всевозможные виды влагозадержания на сельскохозяйственных землях. В качестве источника оросительной воды могут служить воды местного стока; в пределах Западно-Барабинской и Восточно-Барабинской равнин возможно ограниченное использование подземных вод верхнемеловых и палеогеновых отложений. Планируется также привлечение стока Оби и Иртыша. Все оросительные мелиорации в связи с низкой естественной дренированностью площадей должны предусматривать комплекс мероприятий, направленных на предотвращение заболачивания и вторичного засоления почв. Наряду с гидротехническими мелиорациями, в этой зоне необходимо широкое применение агротехнических мероприятий.

Площади, не пригодные в настоящее время для мелиоративного освоения, занимают около 10% территории Омской и Новосибирской областей. К ним отнесены сплошь заболоченные равнины в северных районах территории (Васюганская болотная равнина, Туй-Демьянское междуречье), сильно расчлененный и залесенный Северо-Западный Салаир, а также бессточные котловины горькосоленых озер лесостепной и степной зон, занятые солончаками. Мелиоративное освоение этих площадей в настоящее время экономически нецелесообразно.

Не подлежащими мелиорации являются площади с массивами водоохранных лесов, в первую очередь в долинах Иртыша и Оби.

Приведенная типизация территории Омской и Новосибирской областей по сложности геолого-гидрогеологических условий, важных при мелиоративном проектировании и строительстве, может быть использована в качестве геолого-гидрогеологического обоснования планов мелиорации сельскохозяйственных земель этих областей.

С учетом сложности мелиоративно-гидрогеологических условий нужно обосновать очередность мелиоративного освоения земель, имея в виду первоочередное освоение более простых и экономически дешевых для мелиорации площадей.

На основе рассмотренной типизации в следующей стадии региональных исследований желательно обеспечить заблаговременное изучение геолого-гидрогеологических условий, водного и солевого балансов в первоочередных для освоения мелиоративно-гидрогеологических районах.

ЛИТЕРАТУРА

Кац Д. М. Гидрогеология. М., «Колос», 1969.

Мезенцев В. С., Карнацевич И. В. и др. Режимы влагообеспеченности и условия гидромелиораций Степного края. М., «Колос», 1974.

Методическое руководство по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства. М., «Недра», 1972.

Мартынов В. А., Самсонов Г. А. Мелиоративно-гидрогеологическое районирование Омской и Новосибирской областей (отчет по теме № 178). Фонды Новосибирского геологического управления, 1975.

П. С. Панин

ОСОБЕННОСТИ ОРОШЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Западная Сибирь является перспективным регионом развития орошаемого земледелия. Она располагает достаточными водными ресурсами и обширным земельным фондом, пригодным для орошения. Кроме того, в сравнении с южными районами Казахстана и Средней Азии здесь в 5—7 раз слабее протекают процессы вторичного засоления почв.

Общая площадь земледельческих районов Западной Сибири 150 млн. га, из них около 25% занимают сельскохозяйственные угодья, в том числе 20 млн. га пашни. Без существенных дополнительных мелиоративных мероприятий под орошение может быть использовано около 7 млн. га. К 2000 г. орошаемую площадь намечается расширить до 1850 тыс. га. Из них около 60% будут составлять пашни, а 40% — долголетние культурные пастбища и сенокосы.

Средняя урожайность яровой пшеницы на орошаемых землях за 10 лет (1965—1975 гг.) увеличилась с 8 ц/га только до 12,5 ц/га (Козин, 1977, с. 12). По Западной Сибири в перспективе ее планируется довести до 35—45 ц/га.

В настоящее время широко обсуждаются также вопросы развития орошаемого земледелия в Северном Казахстане и приводятся расчеты потребных количеств воды для получения 30—40 ц/га зерна яровой пшеницы (Боровский, Аханов, 1977).

Орошение зерновых культур в Западной Сибири и в Северном Казахстане пока ведется на крайне ограниченной площади и максимально возможная производительность земель этого обширного региона до сего времени не выяснена, а запланированные пределы урожайности в достаточной мере не обоснованы экспериментальными данными.

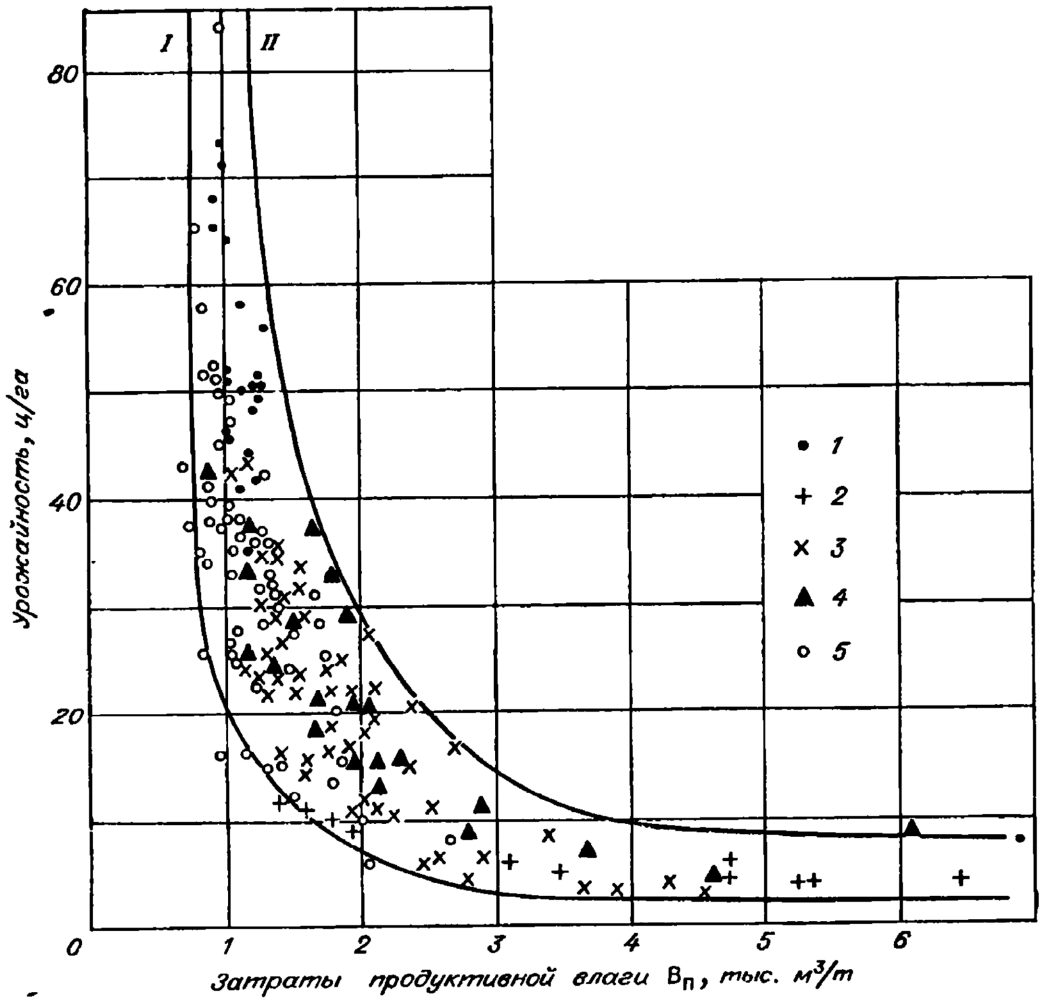
С целью выяснения особенностей орошения и возможностей получения максимальных урожаев яровой пшеницы, а также для определения интенсивности вторичного засоления орошаемых земель в условиях Западной Сибири Лабораторией мелиорации почв Института почвоведения и агрохимии СО АН СССР в 1973 г. построена пока единственная в регионе специальная лизиметрическая станция. Она расположена на территории Кулундинской сельскохозяйственной опытной станции в Ключевском районе Алтайского края.

На орошаемых полях заложено 36 лизиметров, 18 из них послойно загружены суглинистым южным черноземом, остальные — монолитами местных супесчаных каштановых почв. Лизиметры подпитываются пресной и минерализованной водой. Уровень воды в лизиметрах в течение всего вегетационного периода автоматически поддерживается на глубине 1,2 и 3 м от поверхности.

В течение трех лет (1975—1977 г.) на фоне орошения и обеспечения растений питательными веществами в лизиметрах выращивалась яровая пшеница (Саратовская 29) и изучалось ее водопотребление. Все полевые экспериментальные исследования выполнены А. А. Сеньковым.

На основании литературных источников по водопотреблению пшеницы и опытных данных, полученных на лизиметрической станции, нами построен график зависимости водопотребления от урожайности пшеницы, позволяющий сделать несколько важных заключений.

Максимальные урожаи в условиях климата Кулундинской степи, по наблюдениям в лизиметрах, дала пшеница сорта Саратовская 29— до 84 ц/га зерна. Этот показатель свидетельствует о широких возможностях орошаемого земледелия в степных районах Западной Сибири.



Зависимость удельного водопотребления яровой пшеницы от ее урожайности:

I — оптимальное использование продуктивной влаги; II — неоптимальное использование продуктивной влаги; *1* — Кулунда, лизиметрические исследования А. А. Сенькова за 1975—1977 гг.; *2* — Кулунда, Славгородский район (Барсуков, 1976); *3* — Кулунда, Ключевской район — 1953—1967 гг. (Шабалин, Яблокова, 1972); *4* — Северный Казахстан (Боровский, Аханов, 1977); *5* — Поволжье, Волгоградская область и другие районы европейской части СССР (разные авторы).

В будущем технологию получения высоких урожаев яровой пшеницы на фоне орошения планируется испытать на полях Кулундинской сельскохозяйственной опытной станции, на территории которой расположена лизиметрическая станция.

Несмотря на то, что график отражает показатели урожайности и водопотребления пшеницы, выращенной в Кулунде, Северном и Южном Казахстане и в Поволжье, точки на поле графика не обособились самостоятельными группами в соответствии с районами исследований, а распределены сравнительно равномерно. Это свидетельствует об однотипности степных условий возделывания пшеницы во всей зоне недостаточного увлажнения.

Разброс точек на поле графика означает недостаточную эффективность использования растениями весенних запасов продуктивной влаги, осадков вегетационного периода и поливной воды. Главной причиной неэффективного использования влаги является недостаток питательных веществ в почве и недостаточное количество вносимых минеральных удобрений. Роль минеральных удобрений на фоне орошения убедительно доказана экспериментальными данными, полученными в Волгоградской области (Мантуленко и др., 1974) и других засушливых районах.

Показателен также характер рассеивания экспериментальных то-

чек на графике. По мере увеличения затрат воды на единицу урожая степень их рассеивания возрастает и достигает максимума при урожайности пшеницы менее 10 ц/га. Это означает, что при небольшом количестве продуктивной влаги на выход зерна пшеницы оказывает отрицательное воздействие множество факторов. С повышением урожайности количество отрицательных факторов сокращается до минимума. Одним из отрицательных факторов является чрезмерная сухость воздуха в вегетационный период, как, например, в Джамбульской области Казахстана, или длительные суховеи, как в Кулунде и Поволжье, когда дополнительное испарение возрастает до 7—9 мм и более в сутки (Позднякова, 1974). Существенное влияние оказывает также агротехника возделывания пшеницы.

Кривая I проведена по самым крайним точкам и описывает максимально возможное использование растениями продуктивной влаги. Верхняя ветвь ее свидетельствует о том, что при оптимальном обеспечении растений питательными веществами и влагой во все фазы их роста на фоне высокой агротехники возделывания яровой пшеницы прямые затраты воды на 1 т зерна составляют 800 м³. В эти затраты входят только расходы воды на транспирацию (синтез биомассы, охлаждение в жаркие часы, транспорт пластических веществ по отдельным органам растения) и на неизбежное одновременное физическое испарение с поверхности почвы. Не исключена возможность снижения этих затрат воды на 1 т зерна в случае выращивания более высоких урожаев пшеницы (80 ц/га и выше), которые могут быть достигнуты при более густом стеблестое или введении новых сортов.

С уменьшением урожайности пшеницы (независимо от причин) до 35 ц/га и ниже водозатраты на единицу продукции возрастают и при урожае в 2 ц/га достигают 4200 м³/т. Здесь проявляется объективная природная закономерность. Низкая урожайность зерновых культур сопровождается изреженностью и низкорослостью стеблестоя и, как следствие, усиленной продуваемостью посевов и повышенным расходом влаги на испарение с поверхности почвы.

На полях с низкой урожайностью в результате недостаточной обеспеченности растений влагой резко изменяется соотношение между отдельными компонентами биомассы — растения наращивают корневую массу и резко снижают урожай зерна. Так, по четырехлетним данным ВолжНИИГиМа за 1967—1977 гг., при снижении обеспечения посевов пшеницы влагой от 85 до 55% к наименьшей влагоемкости (без орошения) в слое 0—140 см полученный урожай зерна уменьшался от 41,3 до 9,4 ц/га, или в 4,4 раза, а количество корней соответственно уменьшилось только в 2 раза. Отношение веса зерна к массе корней сократилось с 2,3 при высоком урожае до 0,93 — при низком (Багров, Бондаренков, 1974). Следовательно, недостаток водообеспеченности растений закономерно сопровождается увеличением затрат воды на единицу урожая зерна.

Таким образом, кривая I на графике отражает закономерную связь затрат воды на 1 т зерна яровой пшеницы с величиной ее урожая. Эта зависимость в дальнейших расчетах принимается за базовый уровень показателей наиболее полного использования продуктивной влаги посевами пшеницы.

Кривая II графика иллюстрирует самое неэкономное расходование продуктивной влаги на выращивание зерна той же культуры. Здесь затраты воды на 1 т зерна при урожае 40—80 ц/га выше в 1,5—2 раза, а при более низких — в 2—3 раза, чем в первом случае.

По графику (см. рисунок, кривая I) рассчитано оптимальное количество продуктивной влаги на 1 га при заданной урожайности (см. таблицу). Кроме того, вычислены следующие показатели: $П_в$ — полезная производительность продуктивной влаги (ц/га · 100 мм). По этому пока-

зателю и запасам продуктивной влаги в 1,5-метровом слое почвы весной, а также по количеству выпавших осадков в вегетационный период можно прогнозировать примерную урожайность зерна пшеницы при достаточной обеспеченности почв питательными веществами и хорошей агротехнике возделывания культур;

$K_в$ — коэффициент оптимального использования продуктивной влаги по ($B_{пт}$) ($K_в = B_{пт}/800$ м³/т), позволяющий оценить продуктивность объемов поливной воды, подаваемых дополнительно к естественной увлажненности почвы, рассчитать эффективность орошения и окупаемость затрат на мелиорацию;

$K_{вз}$ — коэффициент затрат продуктивной влаги при неоптимальном использовании ее ($B_{пп}$) к оптимальным водозатратам ($B_{пт}$), т. е. $K_{вз} = B_{пп}/B_{пт}$. Этот коэффициент позволяет суммарно определить уровень хозяйственного обеспечения при возделывании яровой пшеницы на фоне орошения (агротехника, сроки посева, обеспеченность растений минеральными удобрениями, режим орошения и т. д.). Наивысшему уровню будет соответствовать $K_{вз} = 1$. Литературные данные свидетельствуют о том, что при современном уровне хозяйственного обеспечения возделывания зерновых культур и получении урожаев более 40 ц/га $K_{вз}$ колеблется в пределах 1,5—2, а при урожаях ниже 35—40 ц/га его величина достигает 2—3.

Водообеспеченность поля и продуктивность использования влаги яровой пшеницей

Водообеспеченность поля продуктивной влагой, м³/га	Урожай зерна, ц/га	Удельное водопотребление $B_{пт}$, м³/т	Продуктивность влаги, ц/100 мм	Коэффициент использования продуктивной влаги	Коэффициент водозатрат	Водообеспеченность поля продуктивной влагой, м³/га	Урожай зерна, ц/га	Оптимальное водопотребление, м³/т	Продуктивность влаги, п/100 м	Коэффициент использования продуктивной влаги	Коэффициент водозатрат
840	2	4200	2,4	0,19	Не опр.	2520	30	840	11,9	0,95	2,50
960	4	2400	4,2	0,33	»	2835	35	810	12,3	0,99	2,28
1344	6	2240	4,5	0,36	»	3200	40	800	12,5	1,00	2,10
1470	8	1840	5,4	0,43	»	3600	45	800	12,5	1,00	1,95
1640	10	1640	6,1	0,49	2,35	4000	50	800	12,5	1,00	1,85
1740	12	1450	6,9	0,55	2,28	4400	55	800	12,5	1,00	1,78
1850	14	1320	7,6	0,61	2,37	4800	60	800	12,5	1,00	1,70
1920	16	1200	8,3	0,67		5300	65	800	12,5	1,00	1,63
2020	18	1120	8,9	0,71	2,40	5700	70	800	12,5	1,00	1,60
2080	20	1040	9,6	0,77	2,44	6500	80	800	12,5	1,00	1,54
2300	25	920	10,9	0,87	2,43						

Выявленные закономерности расходования продуктивной влаги полем яровой пшеницы могут служить основой при расчетах дополнительных непроизводительных потерь воды на фильтрацию, сброс из оросительной сети, на профилактическую промывку почв от солей, на фильтрацию из каналов (КПД оросительных систем).

В заключение отметим, что продуктивная почвенная влага наиболее активно используется посевами яровой пшеницы на создание урожая зерна в том случае, когда обеспечиваются условия выращивания урожая в 30—40 ц/га и выше, т. е. при наличии продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы 2500—3200 м³/га и более.

Дальнейшими исследованиями необходимо обосновать режимы орошения (применительно к основным типам и подтипам почв), которые при современной технике полива обеспечивали бы подачу оптимального количества воды в течение вегетационного периода для урожая 60—80 ц/га и выше.

ЛИТЕРАТУРА

Багров М. Н., Бондаренков И. Е. Особенности орошения зерновых колосовых культур в Нижнем Поволжье.— В кн.: Биологические основы орошаемого земледелия. М., «Наука», 1974, с. 92—100.

Барсуков А. М. Влагообеспеченность и водопотребление яровой пшеницы в Кулунде при различных нормах посева.— «Сиб. вестн. сельскохозяйственной науки», 1976, № 4, с. 27—35.

Боровский В. М., Аханов Ж. А. Об эффективности орошения в степных засушливых областях Северного Казахстана.— В кн.: Аридные почвы и их генезис, геохимия, использование. М., «Наука», 1977, с. 56—71.

Козин М. А. Водный режим почвы и урожай. М., «Колос», 1977. 304 с.

Мантуленко Н. Ф., Барановский П. М., Филимонов М. С. Особенности формирования урожая яровой пшеницы под влиянием орошения и удобрений.— В кн.: Биологические основы орошаемого земледелия. М., «Наука», 1974, с. 109—112.

Позднякова Г. М. Исследование климатологических условий в агромелиоратнвных целях. Новосибирск, «Наука», 1974. 28 с.

Филимонов М. С., Барановский П. М., Коровин П. И., Азбукарев Ю. А. Влияние различного режима орошения и удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы.— В ки.: Биологические основы орошаемого земледелия. М., «Наука», 1974, с. 100—107.

Шабалин И. Н., Яблокова Л. П. Водопотребление и режим орошения осиовных сельскохозяйственных культур.— В кн.: Кулундинская степь и вопросы ее мелиорации. Новосибирск, «Наука», 1972, с. 340—372.

Л. В. Воронина

ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА СОЛОНЦАХ ПРИ ОПЫТНОМ ОРОШЕНИИ

Интенсификация сельскохозяйственного производства поставила задачи более комплексного и всестороннего освоения солонцов и засоленных почв. Перераспределение речного стока внесет существенные изменения в микроклиматические и почвенно-климатические особенности сельскохозяйственных полей на солонцах. На юге Западной Сибири солонцы занимают обширные площади (13 млн. га по всей Западной Сибири и 3 млн. га в Новосибирской области — Кулебакин, 1967), часть их распахана под зерновые культуры, часть используется под кормовые травы, основные же массивы представляют собой нерентабельный фонд сельскохозяйственных земель.

Мелиоративные мероприятия на солонцах, проводимые Институтом почвоведения и агрохимии СО АН СССР, Северо-Кулундинской опытной станцией, а также другими организациями, показали, что эти почвы можно использовать под посевы сельскохозяйственных культур и получать достаточно высокие урожаи.

Почвенно-климатические условия солонцов весьма специфичны. В отдельные годы и в среднесуточном выражении радиационный баланс выше на почвах, расположенных в понижениях рельефа (на торфяно-болотных почвах — выше, чем на солонцах, на солонцах — выше, чем на черноземах). Различия вызваны неидентичной реакцией отраженной радиации и эффективного излучения на характер подстилающей поверхности. Более влажная поверхность отражает меньше радиации (Барашкова и др., 1961), в связи с чем на солонцах отраженная радиация на 5—10% ниже, чем на черноземах, эффективное излучение на более плотных солонцах меньше, чем на черноземах, и выше, чем на болотных и торфяно-болотных почвах. В итоге радиационный баланс в большинстве случаев на солонцах выше, чем на черноземах, и ниже, чем на торфяно-болотных и болотных почвах (Воронина, 1968).

Благодаря неодинаковому распределению поступающего тепла для солонцов в сравнении с черноземами характерны более низкие температуры в дневное время и более высокие — в ночное. Внутри почвенного профиля в жаркую и сухую погоду (на глубинах 20 и 40 см) наиболее высокая температура удерживается на глубокостолбчатых солонцах, затем на среднестолбчатых, высокостолбчатых и самая низкая — на корковых солонцах и солончаках. В холодную погоду прогревание почв носит иной характер: наиболее теплым оказывается верхний почвенный горизонт коркового солонца, затем идет черноземно-луговая почва, а наиболее холодные — средние и глубокостолбчатые солонцы. Температурный режим черноземов характеризуется наиболее высокими показателями. Теплообмен в черноземных почвах на 40—60% выше теплообмена на солонцах (Воронина, 1971).

Из всего сказанного следует, что на солонцах в силу специфики водно- и теплофизических свойств формируются микроклиматические особенности, глубоко отличные от таковых на других почвах. Поэтому при проведении мелиоративных мероприятий, в частности опытного орошения, эти особенности следует учитывать.

Наши исследования проводились на территории Сарыбалыкского совхоза (Здвинский район, Новосибирская область), расположенного, согласно природно-климатическому районированию А. П. Сляднева (1965 г.), в Обь-Иртышской провинции, в лесостепной зоне, Барабинском округе, Центрально-Барабинском районе и в Чановском подрайоне. Среднемноголетний метеорологический режим здесь характеризуется следующими показателями: суммы среднесуточных температур воздуха выше 10°С составляют 1950°, ниже — 10°—2150°С, годовая сумма осадков — 304 мм, за период с апреля по октябрь 243 мм, с ноября по март — 61 мм, испаряемость с мая по сентябрь — 430 мм. От года к году количество выпадающих осадков крайне неравномерно. Например, в июле месячные суммы осадков, равные 23—24 мм, характеризуются 90%-ной обеспеченностью, месячные суммы осадков, равные 120 мм,— 10%-ной (Справочник по климату СССР, 1965, 1969). Неодинаковая степень атмосферного увлажнения приводит к изменению структуры водного баланса сельскохозяйственных полей, определяя тем самым направленность и масштабы мелиоративных работ.

Метеорологический режим года наблюдений (1977 г.) характеризовался повышенными температурами воздуха в июне — июле и пониженными в августе (табл. 1). Превышения над среднемноголетней величиной в декадном выражении составили 0,5—2°, в конце мая — начале июня они колебались в пределах 5—5,7°. Максимальные температуры в течение каждой декады июня доходили до 32—35°. Сумма активных температур за вегетационный период составила 2160,6°, превысив среднемноголетние (1950°) на 210,6°.

В климатическом отношении исследуемый район обладает всеми признаками засушливости. Сумма осадков за апрель — октябрь 1977 г. (275 мм) превысила их среднемноголетнюю норму (243 мм). Однако в самые важные для роста и развития сельскохозяйственных культур месяцы — май, июнь — осадков выпало на 20 мм меньше среднемноголетнего уровня. Кроме того, сильное испарение, обусловленное высокими температурами и ветрами, значительно снизило эффективность летних осадков в июле — августе.

Таким образом, метеорологический режим лета 1977 г. был малоблагоприятным для возделывания сельскохозяйственных культур на богаре, но при изобилии тепла в условиях орошаемого земледелия с максимальным обеспечением растений влагой в конечном итоге на опытных поливах был получен высокий урожай кормовых трав.

В результате перераспределения речного стока оптимальные гидрометеорологические условия на сельскохозяйственных полях могут

Таблица 1

Метеорологический режим за вегетационный период 1977 г. (метеостанция Здвинск)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С				Суммы температур выше 10°С	Осадки, мм	Максимальная скорость ветра, м/с
		среднесуточная	отклонение от многолетней	максимальная	минимальная			
Май	I	6,8	—0,7	23	—4		16	20—25
	II	11,7	1,6	24	—1		5	15—20
	III	17,5	5,0	29	4		0	15—20
	I—III	12,0				297,8	21	
Июнь	I	20,6	5,7	32	7		0	20—25
	II	18,3	1 8	35	7		7	15—20
	III	19,4	1,6	33	8		16	15—20
	I—III	19,4				583,0	23	
Июль	I	20,5	1,8	33	11		2	15—20
	II	19,3	0,4	31	6		47	10—14
	III	18,8	0,4	30	8		13	15—20
	I—III	19,5				604,8	62	
Август	I	15,7	—1,6	26	6		39	
	II	12,5	—3,7	20	3		21	15—20
	III	13,0	—1,9	22	5		49	15—20
	I—III	20,2				425	109	
Сентябрь	I	12,4	—0,4	23	2	20	20	15—20
	II	12,6	2,6	25	2		6	15—20
	III	5,6	—1,7	16	—3		17	20—25
	I—III	10,2				250	43	
За сезон		16,2				2160,6	516	

возникнуть только при абсолютно точном расчете и дифференцированном подходе к этому вопросу, что возможно осуществить, опираясь на многолетний опыт орошаемого земледелия,— путем глубокого анализа микроклиматических изменений, происходящих в результате поливов.

Гидрометеорологический эффект орошения изучался нами в июле — августе 1977 г., самом жарком и частично засушливом периоде, когда микроклиматические различия наиболее значительны. Полив был произведен 9 июля и 9 августа. В промежутке между поливами, в течение трех дней июля выпало 103 мм осадков и в течение 5 дней августа — 50 мм. Первая сумма почти вдвое превысила среднемноголетнюю величину, вторая равнялась месячной норме осадков.

В программу исследований входили измерения радиационного баланса, суммарной, рассеянной и отраженной радиации, температуры и влажности воздуха и почвы, осадков и испаряемости. Наблюдения производились в метеорологические и актинометрические сроки синхронно на поливаемых и неполиваемых участках. По экологическим условиям оба опытных поля идентичны: почвы — высокостолбчатый солонец, рельеф — нижняя часть склона, удаление от окружающих объектов совершенно одинаковое, на всех делянках был произведен укос люцерны накануне полива.

Орошение способствует изменению всех элементов гидрометеорологического режима, которое определяется в первую очередь перераспределением составляющих теплового и радиационного балансов. Более влажная поверхность орошаемого участка вызывает уменьшение отраженной радиации на 10—15%, равно как и эффективного излучения, что ведет в конечном итоге к увеличению радиационного баланса на поливаемых участках.

В нашем опыте радиационный баланс на орошаемом участке возрос сразу, в первые сутки после полива. Однако превышение по сравнению с контрольным участком было небольшим — 2—5 кал/см² в сутки. В течение месяца разница между величинами на обоих участках возрастала и к концу июля достигла 25 кал/см² в сутки. Иными словами, гидрометеорологический эффект орошения не только стабильно удерживался в течение 15—20 дней после полива, но и постепенно усиливался, что объясняется все увеличивавшимся различием в характере подстилающей поверхности участков. На орошаемых делянках выросли густые травы с богатой надземной массой, тогда как на неорошаемых — единичные экземпляры сухих низкорослых растений. Урожай люцерны, снятый с опытных делянок, различался более чем в 3 раза (контрольный — 7,2; орошаемый — 24,8 ц/га). На полях с внесенными удобрениями различия были еще больше. К этому следует добавить, что с орошаемых делянок было снято 2 укоса трав, с неорошаемых — 1, так как в период второго укоса снимать было нечего, все травы выгорели (Елизарова, Шкаруба, 1977).

В суточном ходе радиационного баланса наибольшие различия были отмечены в дневное время. Если в утренние и вечерние часы градиент радиационного баланса (разница между его величинами на орошаемом и неорошаемом полях) составлял 0,04—0,08, то в полуденные — 0,50—0,80 см² · мин. Рост радиационного баланса в совокупности с увеличением запасов влаги в почве способствовал значительному возрастанию затрат тепла на испарение и убыванию турбулентного теплообмена, а это в конечном итоге привело к понижению температуры подстилающей поверхности и прилегающих к ней слоев воздуха.

На высоте 0,5 м среднесуточные значения температуры воздуха на орошаемом поле понизились в первые сутки после полива и различия с контрольным участком сохранились до конца месяца. Градиенты температуры составляли 0,5—0,7° в дни с переменной и полной облачностью и 3,0—5,0° при антициклональной погоде.

Неустойчивая погода в первой декаде августа, сопровождавшаяся прохождением фронтов и выпадением осадков, стерла различия в термическом режиме опытных участков. Однако повторный полив (9 августа) способствовал новому значительному понижению температуры на поливаемом участке. Суточная амплитуда колебаний температур изменялась от 5 до 15° в течение месяца, причем на неполиваемом поле она была, как правило, на 1—3° больше, чем на поливаемом. Из этого следует, что эффект полива проявился не только в изменении радиационного баланса и перераспределении всех составляющих теплового баланса, но и в изменении термического режима приземных слоев воздуха. На поливаемом поле создались специфические условия микроклимата, способствовавшие более умеренному ходу метеоэлементов, что в период засушливой погоды играет весьма важную роль.

Умеренный термический режим на поливаемых участках удерживался не только на высоте 0,5 м над подстилающей поверхностью, но и на бóльших высотах. Так, на высоте 2 м амплитуда колебания температур в течение суток здесь была ниже на 0,5—2°, а среднесуточная температура воздуха — на 0,8—1,5°С.

Наиболее существенное влияние оказывают поливы на влажность воздуха. Различия в дефиците влажности наблюдались с первого дня после полива и доходили до 2—3 мб в среднесуточном выражении. Естественно, что в дни с осадками (13 июля, 1—3 августа) градиенты дефицита влажности были минимальными либо вообще отсутствовали. Наибольших значений различия достигали в часы инсоляции, резко уменьшаясь в ночное время (табл. 2). Минимальные значения относительной влажности на орошаемых участках отмечены в середине дня, к 15 ч относительная влажность уже повышается. На богаре иная кар-

Таблица 2

Относительная влажность воздуха на поливаемом и контрольном участках при разной погоде

Тип погоды	Дата	Участок	Часы							
			2	5	8	11	14	17	20	23
Антициклональный (после полива)	12/VIII	Полив	99	98	95	66	50	55	56	74
		Контроль	96	90	85	58	46	44	42	50
Циклональный с осадками	14/VII	Полив	99	100	98	92	80	85	94	99
		Контроль	93	90	85	80	78	75	70	81
Суховейно-засушливый	23/VII	Полив	90	92	69	55	51	59	74	78
		Контроль	85	87	74	43	38	36	48	56
	25/VII	Полив	81	95	72	67	47	50	62	73
		Контроль	62	73	65	50	34	29	42	63

тина — период наименьшей относительной влажности значительно растягивается, и лишь в вечернее время она возрастает. В итоге даже в самые засушливые периоды на орошаемых участках не наблюдается пагубных для растений суховеев, они либо резко ослабевают, либо не образуются вообще. Объясняется это накоплением значительных запасов влаги в почве и развитием обильной надземной растительности, что создает более мягкие микроклиматические условия.

Орошение способствует изменению и температуры почвы, так как на транспирацию влаги растениями затрачивается большое количество тепла. Следовательно, речь идет о значительных температурных градиентах, накапливаемых в почвенных профилях.

Наибольшее снижение температуры при орошении происходит в верхних слоях почвы. При этом градиенты с глубиной убывают, а сроки действия орошения сдвигаются во времени. Так, если на поверхности почвы в первые дни после полива градиент составил 6°, то на глубине 10 см — 1°, на глубине 20 см — 0,2°. Наибольший эффект орошения отмечен в период антициклональной погоды, длившийся с 16 по 26 июля, когда максимальные значения градиента на тех же глубинах соответственно составляли 10° (16/VII), 5° (18/VII) и 3° (20/VII).

С течением времени действие полива достигает глубин от 1,0 до 1,5 м.

Таким образом, орошение даже небольших по размерам делянок показало, как сильно может изменяться гидротермический режим в условиях континентального климата Западной Сибири. Согласно данным ряда исследователей (Голубева, 1951; Волеваха, 1974; Сухинина и др., 1976; Разумова, 1972; и др.), существенные изменения микроклимата полей в Восточной Европе наблюдаются только в первые дни после полива. Затем различия с неорошаемыми участками сглаживаются и через несколько дней почти полностью исчезают. При этом существенную роль играют размеры поливаемого участка. На больших массивах эффект полива может длиться 10—12 дней, на малых исчезает за более короткий срок.

В нашем случае эффект полива был невелик по абсолютным значениям, но продолжителен по времени, что объясняется особенностями погодного режима периода исследований (антициклональный тип погоды с кратковременными суховейно-засушливыми периодами), спецификой общеклиматических условий Западной Сибири и исключительным своеобразием климатического режима и физических свойств таких почв, как высокостолбчатые солонцы.

Перераспределение стока рек на обширных площадях Западной Сибири будет способствовать орошению не отдельных опытных делянок или полей, а огромных массивов. Тогда изменение гидротермическо-

го режима будет носить масштабный характер. Увеличится и продолжительность гидрометеорологического эффекта орошения, что в конечном итоге будет способствовать последовательному изменению микроклиматических особенностей.

ЛИТЕРАТУРА

Барашкова Е. П. и др. Радиационный режим территории СССР. Л., Гидрометеоиздат, 1961, с. 528.

Волеваха Н. М. Гидрометеорологические условия мелиорированных территорий. Киев, «Наукова думка», 1974. 112 с.

Воронина Л. В. Некоторые особенности микроклимата на засоленных землях Северной Кулунды.— В кн.: Вопросы географии Западной Сибири. Вып. 11. Новосибирск, Зап.-Снб. кн. изд-во, 1968, с. 30—44.

Воронина Л. В. Особенности теплового баланса на различных почвенных комплексах Северной Кулунды.— В кн.: Климат почв. Л., Гидрометеоиздат, 1971, с. 119—125.

Голубева А. А. Особенности фитоклимата орошаемой и неорошаемой яровой пшеницы.— «Метеорология и гидрология», 1951, № 12, с. 29.

Елизарова Т. Н., Шкаруба А. М. Использование высоких и корковых солонцов на фоне орошения. Инф. листок № 68—77. Новосибирский ЦНТИ, 1977.

Кулебакин П. Г. Исследование средств механизации и технологии коренного улучшения солонцовых почв Барабы.— В кн.: Мелиорация солонцов. М., 1967, с. 145—152.

Разумова Л. А. Об учете агрометеорологических факторов при проектировании мелиоративных мероприятий и эксплуатации мелиорированных земель.— В кн.: Научные основы мелиорации почв. М., «Наука», 1972, с. 3—11.

Сляднев А. П. Географические основы климатического районирования и опыт их применения на юго-востоке Западно-Сибирской равнины.— В кн.: География Западной Сибири. Сб. I. Новосибирск, Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1965.

Справочник по климату СССР. Вып. 20. Ч. II. Температура воздуха и почвы. Л., Гидрометеоиздат. 1965. 395 с.

Справочник по климату СССР. Вып. 20. Ч. IV. Влажность воздуха и осадки. Л., Гидрометеоиздат, 1969. 331 с.

Сухинина М. К., Таран И. Н., Грицаева А. И. Водопотребление и фитоклимат при разных режимах орошения яровой пшеницы в Волго-Донском междуречье.— В кн.: Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. Вып. 5 (12). Саратов, 1976, с. 73—78.

С. И. Черноусов

ГРУНТЫ КУЛУНДЫ

Кулундинская низменность занимает северо-западную, наиболее пониженную часть Степного Алтая, четко отделенную на востоке и юге от Приобского плато в рельефе. Ее извилистая восточная граница оконтуривает «языки» увалов Приобского плато. Вдаваясь в виде заливов между увалами, низменность переходит затем в долины древнего стока. Абсолютная отметка ее изменяется от 96 до 160 м, в рельефе отчетливо выделяются поверхности различного гипсометрического уровня. В центральной наиболее пониженной части Кулундинской низменности распространены крупные озера. Урез воды самой глубокой котловины оз. Бол. Ярового находится на абсолютной высоте 79 м, а оз. Кулундинского — на высоте 98 м. В пределах озерных котловин выделяются низкие озерные террасы с отметками около 100 м. Высота террасовых уступов составляет 2—6 м. Вторая уровенная поверхность с отметками до 120 м соответствует высоким озерным террасам. Значительную площадь Центральной Кулунды занимают плоские пониженные равнины с абсолютными отметками до 125 м, окаймляющие наиболее крупные озера Кулундинское, Кучукское и далее на северо-запад — Бурлинское, Яровое и Бол. Топольное. Остальная, преобладающая, часть низменности представлена плоскими и слабоволнистыми равнинами с гривно-западинным рельефом и абсолютными отметками 130—160 м. Строение их рельефа характеризуется постепенным усложнением ведущих форм от центральной части низменности к периферии.

В этой зоне можно выделить две концентрически размещающиеся поверхности. На территории первой абсолютные отметки колеблются от 125 до 145 м, а в районах второй они повышаются до 150—160 м, и равнины постепенно переходят в увалы Приобского плато.

В южной части Кулунды распространены бугристо-грядовые равнины с абсолютными отметками 160—200 м, в пределах которых широко распространены песчаные дюны высотой от 5 до 15 м. На отдельных участках дюны полуподвижны и в засушливые годы подвергаются деформации (Николаев, 1968).

В тектоническом отношении отрицательная морфологическая структура Кулундинской низменности соответствует наиболее погруженной (от 500 до 1200 м) Центрально-Кулундинской структурной впадине (Адаменко, 1974, 1976), унаследованно образовавшейся на месте древнего блока допалеозойской (Славгородской) глыбы. Погружение Центрально-Кулундинской террасы началось в готерив-барреме и продолжается до настоящего времени. По О. М. Адаменко, Кулундинская низменность рассматривается как отрицательная унаследованная морфоструктура второго порядка.

Геологическое строение низменности в сравнении с другими областями Алтайского края наиболее сложно. Эта сложность обусловлена мозаичным распространением миоцен-четвертичных отложений различного состава и генезиса. Озерные и озерно-аллювиальные отложения таволжанской свиты, являющиеся региональным водоупором области, залегают на глубине 46,5 (дер. Разумовка) — 75 м (Славгородский район). Мощность свиты изменяется от 41 (оз. Кулундинское) до 86 м (пос. Дмитриевка). Состав отложений существенно глинистый, роль песков незначительна, что характерно для таволжанской свиты, распространенной в Кулундинской низменности. В качестве второго от поверхности земли грунтового слоя принимают участие геолого-генетические комплексы отложений: верхнемиоцен-среднеплиоценовые озерно-болотные (павлодарская свита); средне-верхнеплиоценовые аллювиальные (кулундинская свита); средне-верхнеплиоценовые озерно-болотные аллювиальные (кочковская свита); средне-верхнечетвертичные аллювиальные (касмалинская свита) и средне-верхнечетвертичные озерно-аллювиальные (карасукская свита).

Геолого-генетический комплекс озерно-болотных и озерно-аллювиальных отложений верхнего миоцена — среднего плиоцена (павлодарская свита) в Кулундинской низменности с незначительным размывом залегает на глинах таволжанской свиты. Глубина залегания от 2 до 20 м, мощность отложений — от 40 (дер. Разумовка) до 69 м (ст. Кулунда), в северной Кулунде она уменьшается до 30 м.

На большей части низменности отложения павлодарской свиты перекрыты осадками кулундинской и кочковской свит, а в центральной ее области, юго-западнее оз. Кучуковского, они подходят близко к поверхности (глубина кровли 2—4 м), залегая под субаэральными отложениями покровского комплекса. Восточнее оз. Кулундинского павлодарская свита залегает на глубине 4,5—5 м под отложениями карасукской свиты, а в пределах склонов Приобского плато — на глубине 27—90 м под отложениями кочковской свиты.

Отложения павлодарской свиты в этом районе представлены желто-бурыми, коричневато-бурыми, зелено-серыми и серыми обохренными глинами с известковыми конкрециями в верхней части свиты и желто-серыми полимиктовыми слюдистыми песками — в основании. Пески кварц-полевошпатовые, мелко- и среднезернистые, иногда гравелистые, мощность от 4 до 15 м в районе озер Малиновое и Кучукское, а на запад к Славгороду — до 20 м. Иногда пески встречаются в виде линз и прослоев мощностью до 3—8 м в глинистых отложениях, которые составляют 50—70% толщи свиты.

Таблица 1

Гранулометрический состав пород павлодарской свиты

Размер фракции, мм	Глина (*n*=76)	Суглинок (*n*=23)	Песок (*n*=25)
>2	—	—	2,0—7,0 / 0,4
2,0—0,5	0,0—10,0 / 0,1	—	2,0—43,0 / 10,0
0,5—0,25	0,0—12,0 / 0,1	0,0—17,0 / 5,0	6,0—58,0 / 30,0
0,25—0,10	1,0—17,0 / 9,8	1,0—21,0 / 19,0	6,0—57,0 / 45,0
0,10—0,05	1,0—35,0 / 13,0	5,0—46,0 / 21,0	1,0—35,0 / 9,0
0,05—0,01	2,0—45,0 / 19,0	3,0—42,0 / 20,0	2,0—14,0 / 5,0
0,01—0,005	1,0—72,0 / 15,0	4,0—32,0 / 11,0	0,0—10,0 / 0,4
<0,005	30,0—75,0 / 53,0	15,0—36,0 / 24,0	0,0—3,0 / 0,2

Примечание. В числителе — интервал изменения, в знаменателе — среднее арифметическое содержание фракций, %; *n* — число определений.

Гранулометрический состав песков характеризуется преобладанием мелкозернистой фракции (табл. 1), коэффициент их фильтрации изменяется от 12 до 0,1 м/сутки. Пески с прослоями глин практически водонепроницаемы. Отличительной особенностью песчаных зерен всех фракций является их угловатость, слабая окатанность.

Верхняя часть свиты представлена глинами или алевритами. По инженерно-геологической классификации алевриты определяются как супеси или суглинки.

В гранулометрическом составе супесей содержание глинистой фракции изменяется от 3,2 до 10,7% при среднем значении 6,5%, пыли — редко превышает 30%, преобладающей фракцией является песчаная. Суглинки павлодарской свиты почти в равном количестве содержат пылеватую фракцию и фракцию мелкого песка (см. табл. 1), среднее значение глинистой фракции 24%. В составе глин преобладает глинистая фракция, содержание ее достигает 75% при среднем значении 53%.

На основании СНиП11-15-74 с учетом консистенции в составе глинистых отложений павлодарской свиты в активной зоне инженерных сооружений выделены два инженерно-геологических элемента: суглинок и глина твердой и полутвердой консистенции (табл. 2).

Таблица 2

Физико-механические свойства инженерно-геологических элементов павлодарской свиты

Показатель	Суглинок твердый и полутвердый				Глина твердая и полутвердая			
	n	$\bar{A}$	σ	*V*	*n*	$\bar{A}$	σ	*V*
Влажность природная	12	0,21	0,029	0,14	47	0,24	0,029	0,12
Влажность на границе текучести	12	0,335	0,043	0,13		0,48	0,07	0,15
Влажность на границе раскатывания	12	0,206	0,019	0,09		0,26	0,04	0,15
Число пластичности	12	0,129	—	—		0,22	—	—
Консистенция	12	0,03	—	—		—0,09	—	—
Плотность минеральной массы, г/см³	12	2,72	0,01	0,01	53	2,74	0,01	0,00
Объемная масса, г/см³	12	1,92	0,11	0,06	53	1,87	0,08	0,04
Объемная масса скелета, г/см³	12	1,59	—	—	53	1,50	—	—
Коэффициент пористости	12	0,71	0,11	0,15	53	0,83	0,11	0,3
Пористость, %	12	41,72			53	45,15	—	—
Степень влажности		0,81				0,79		
Модуль деформации E, МПа								
при 1—2 кг/см² E_{1-2}	11	6,50	1,33	0,20	30	4,28	1,15	0,27
при 1—3 кг/см² E_{1-3}	10	7,56	1,68	0,22	28	4,76	1,15	0,24
Коррозийность, г/сут	5	0,94				3,74	—	—

Примечание. $\bar{A}$ — среднее арифметическое значение показателя; σ — среднее квадратическое отклонение; *V* — коэффициент вариации.

Наиболее широко распространенный на территории Кулундинской низменности геолого-генетический комплекс аллювиальных средне-верхнеплиоценовых аллювиальных отложений (кулундинская свита) залегает с размывом на глинах павлодарской свиты, иногда у самой поверхности, но чаще на глубине 1—8 м, перекрываясь покровными отложениями, а в пределах склонов Приобского плато — на глубине от 9 до 73,4 м под отложениями кочковской свиты.

Кулундинская свита представлена неравномерно-зернистыми гравелистыми песками, средняя мощность ее отложений колеблется в пределах от 20 до 30 м и лишь в некоторых случаях достигает 36 м. Пески желтовато-серые, серые слюдистые мелко-среднекрупнозернистые, часто с гравием и галькой. В основании свиты, как правило, залегает толща крупнозернистых песков с линзами и прослоями галечников с окатанными известково-мергелистыми конкрециями (размер галек достигает 25 см).

Верхняя часть свиты сложена среднезернистыми гравелистыми песками с прекрасной косой слоистостью. В их составе присутствуют линзы синевато-серых супесей и суглинков мощностью 0,4—6,3 м.

Характерной особенностью отложений кулундинской свиты является неоднородность гранулометрического состава, выражающаяся в переслаивании песков разной зернистости и гравия. Преобладают пески средней зернистости с содержанием от 15 до 60% частиц размером 0,05—0,25 мм и от 40 до 60% частиц крупнее 0,25 мм (табл.3).

К пескам кулундинской свиты приурочен водообильный горизонт подземных вод, перспективный для крупного водоснабжения и орошения. Коэффициент фильтрации отложений свиты изменяется в широком интервале: от 2—6 для мелкозернистых до 7—15 м/сут для среднезернистых песков. По данным литологического изучения, обломочный материал кулундинской свиты слабо окатан и даже угловат. Легкая фракция песков представлена кварцем (как правило, более 50%), полевыми шпатами (20—50%). В тяжелой фракции (выход до 5%) преобладают эпидот и цоизит (40—60%), ильменит, магнетит (15—20%), роговая обманка (10—38%), в виде единичных зерен (реже до 5%) присутствуют циркон, гранат, актинолит, пироксен, сфен, турмалин, апатит, ставролит, рутил и др. Петрографически гальки представлены гранитами, кварцевыми порфирами, альбитофирами и кварцитами.

Геолого-генетический комплекс озерно-болотных, аллювиальных средне-верхнеплиоценовых отложений (кочковская свита) распространен в пологоволнистых равнинах по периферии Кулундинской низменности (на севере, востоке и юге), примыкающих к увалам Приобского плато. Подстилаются эти отложения аллювием кулундинской свиты, глубина их залегания 0,5—5 м, постепенно увеличивается в сторону увалов до 25 м и более.

Таблица 3

Гранулометрический состав песков кулундинской свиты

Содержание фракции, %	Пески		
	крупные (n=3)	средней крупности (n=104)	мелкие (n=24)
>2,0	26,0—20,0 * / 23,0	17,0—2,0 / 11,0	—
2,0—0,5	50,0—41,0 / 47,0	33,0—2,0 / 11,0	26,0—2,0 / 8,0
0,5—0,25	25,0—22,0 / 24,0	78,0—4,0 / 40,0	47,0—3,0 / 27,0
0,25—0,1	6,0—3,0 / 4,0	57,0—6,0 / 20,0	78,0—17,0 / 40,0
0,10—0,05	3,0—2,0 / 2,0	32,0—2,0 / 12,0	56,0—3,0 / 15,0
0,05—0,01	—	26,0—2,0 / 6,0	12,0—9,0 / 10,0

* См. примечание к табл. 1.

Таблица 4

Гранулометрический состав (%) и фильтрационные свойства песков кочковской свиты (20 определений)

Содержание фракции	>0,25	0,25—0,05	<0,05	Коэффициент фильтрации, м/сут
Макс.. .	3,0	90,0	75,0	3,5
Мин. . .	0,0	2,0	10,0	0,02
Средн.	1,0	70,0	29,0	0,7

Мощность кочковской свиты в пределах низменности колеблется от 5 до 45 м. В характеризуемой области кочковская свита представлена бурыми, темно-бурыми известковистыми глинами, суглинками с прослоями и гнездами песков.

Глинистые породы имеют мелкокомковатую текстуру. Песчаные породы, залегающие в основании кочковской свиты, на территории низменности распространены сравнительно мало, в основном западнее увалов плато.

По гранулометрическому составу пески свиты мелкозернистые, пылеватые, преобладает фракция 0,25—0,05 мм (табл. 4). Фильтрационные свойства значительно ниже, чем у песков павлодарской и особенно кулундинской свиты. Коэффициент фильтрации 0,02—3,5 м/сут при среднем значении 0,7 м/сут. К пескам, как правило, приурочен водоносный горизонт с напорными водами.

Суглинки свиты представлены в основном фракцией крупной пыли (табл. 5).

В составе глин преобладает пелитовая фракция (30—65%).

По данным многочисленных минералогических анализов, отложения кочковской свиты имеют следующий состав (%). Легкая фракция: кварц — 35, калиевые полевые шпаты — 33, плагиоклазы — 8, обломки пород.

Тяжелая фракция: магнетит — до 45, ильменит — 4, брукит — 3, циркон — 3, эпидот — 21, роговая обманка — 7, апатит — 4, слюды — 5, лимонит — 5.

В глинистой фракции преобладает гидрослюда, присутствует монтмориллонит, встречаются хлорит, каолинит, кварц, кальцит и органика.

Геолого-генетический комплекс озерно-аллювиальных средне-верхнечетвертичных отложений (карасукская свита), распространенный в озерной части Бурлинской долины, слагает древние котловины озер Бол. Топольное, Кулундинское и Кучукское и прикрыт лишь незначительным слоем субаэральных облессованных пород. Мощность свиты в Бурлинском озерном расширении 10—50 м, восточнее Кулундинского и Кучукского озер — 5,5—23 и южнее Кучукского озера — 6—15, редко 50 м. Свита сложена мелкозернистыми заиленными песками, темно-серыми иловатыми супесями, суглинками и реже глинами. Иногда встречаются линзы мергелей и торфа.

В нижней части свиты преобладают песчаные отложения, в верхней встречаются различные литологические разновидности с преобладанием глинистых. В целом для свиты характерно тонкое переслаивание супесей, суглинков и песков. Соответственно и гранулометрический состав ее отложений довольно разнообразен (табл. 6).

Таблица 5

Гранулометрический состав глинистых отложений кочковской свиты, %

Порода	Колич. определений	Содержание фракции	Песок		Пыль		Глина
			>0,25	0,25—0,01	0,05—0,01	0,01—0,005	<0,005
Суглинок	36	Макс.	26	58	52	18	30
		Мин.	0	9	5	3	10
		Средн.	2	35	28	15	20
Глина	60	Макс.	21	32	39	25	65
		Мин.	0	0	10	5	30
		Средн.	0,1	12,9	27	15	45

Геолого-генетический комплекс современных верхнечетвертичных озерных и озерно-болотных отложений участвует в строении озерных террас и выполняет плоские приозерные понижения. Представлены эти отложения илами, иловатыми суглинками, супесями и песками общей мощностью от 1 до 6 м.

Современные хемогенные отложения представлены донными осадками озер: кристаллами галита, тенардитом, содой, мирабилитом, мергелем, гипсом и карбонатными илами. Мощность отложений достигает 1,6 м.

Таблица 6

Гранулометрический состав отложений карасукской свиты, %

Размер фракции, мм	Песок (n=32)	Супесь (n=16)	Суглинок (n=48)
2,0—0,5	0,6—13 / 4,4	1—26 / 8	1—19 / 2
0,5—0,25	2—51 / 26	1—17 / 15	1—23 / 11
0,25—0,10	30—87 / 54	2—26 / 18	1—28 / 13
0,10—0,05	4—19 / 10	14—56 / 26	4—48 / 20
0,05—0,01	3—25 / 10	11—36 / 21	4—48 / 20
0,01—0,005		3—13 / 8	1—43 / 21
0,005	1—3 / 2	4—9 / 6	10—39 / 15

Комплекс верхнечетвертичных — голоценовых субаэральных отложений, слагающий низменность с поверхности, характеризуется неоднородным литологическим составом и переменной мощностью. Отложения представлены лессовидными суглинками и супесями желто-бурыми палевыми, макропористыми, карбонатными с растительными остатками и пятнами ожелезнения. Значительные площади низменности сложены мелкозернистыми и пылеватыми песками, в пределах распространения которых развиты эоловые формы рельефа — бугры, гряды, гривы, а по берегам озер — дюны. Минералогический состав легкой фракции лессовидных грунтов кварц-полевошпатовый. В тяжелой фракции преобладают минералы группы эпидота (33—58%), рудные (13—25%) и роговая обманка (15—20%).

Разнообразие литологического состава субаэральных отложений определяет и различия их физико-механических свойств (табл. 7). Среди лессовидных разностей отложений встречаются как просадочные, так и непросадочные грунты.

Для Кулундинской низменности характерны значительные перепады глубин залегания грунтовых вод. Так, на повышенных участках она достигает 14 м, на плоских и слабоволнистых равнинах с гривно-западинным рельефом (отметки 130—160 м) изменяется от 3 до 5 м, вблизи озер составляет около 3 м, а в пределах приозерных террас зачастую менее 1 м.

Подземные воды здесь отличаются большим разнообразием степени минерализации и химического состава.

В наиболее повышенных районах низменности (или в относительно пониженных, но сложенных грунтами с высокими фильтрационными свойствами) распространены минерализованные до 1 г/л гидрокарбонатно-сульфатные и кальциево-магниевые воды (на глубине до 3 м). Южнее оз. Бурлинского на глубине 3—5 м залегают гидрокарбонатно-хлоридно-магниево-натриевые воды с минерализацией до 2 г/л. Вблизи озер на глубинах 3—5 м распространены минерализованные до 3 г/л хлоридно-гидрокарбонатные, натриево-кальциевые, сульфатно-гидрокарбонатные и натриево-магниевые воды. Минерализованные от 3 до 5 г/л сульфатно-гидрокарбонатные натриевые воды встречаются на ограниченных участках около засоленных озер (Малиновое, Бурсоль и др., минерализация воды которых достигает 25 г/л).

В целом для подземных вод низменности характерно присутствие натрия, что обусловлено повышенным засолением пород зоны аэрации.

Таблица 7

Физико-механические свойства инженерно-геологических элементов субаэральных верхнечетвертичных отложений

Показатель	Песок пылеватый плотный (n=5)	Песок пылеватый средней плотности (n=5)	Супесь лессовидная твердая просадочная (n=11)	Суглинок лессовидный твердый и полутвердый просадочный (n=10)	Супесь лессовидная твердая непросадочная (n=34)	Суглинок лессовидный твердый и полутвердый непросадочный (n=51)
Влажность природная						
$\bar{A}$	0,06	0,04	0,09	0,17	0,08	0,15
σ	0,018	0,012	0,043	0,046	0,03	0,027
V	0,31	0,31	0,47	0,27	0,34	0,18
Влажность на границе текучести						
$\bar{A}$	—	—	0,22	0,30	0,21	0,30
σ			0,048	0,03	0,03	0,048
V			0,22	0,11	0,15	0,16
Влажность на границе раскатывания						
$\bar{A}$	—	—	0,16	0,18	0,16	0,018
σ			0,026	0,018	0,025	0,030
V			0,16	0,10	0,16	0,17
Число пластичности	—	—	0,058	0,12	0,047	0,12
Консистенция	—		—1,17	—0,08	—1,73	—0,22
Плотность минеральной массы, г/см^3						
$\bar{A}$	2,68	2,69	2,69	2,71	2,68	2,71
σ	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
V	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Объемная масса, г/см^3						
$\bar{A}$	1,90	1,69	1,90	1,78	1,80	1,86
σ	0,03	0,08	0,41	0,08	0,10	0,06
V	0,02	0,05	0,21	0,04	0,06	0,03
Объемная масса скелета, г/см^3	1,79	1,62	1,55	1,52	1,67	1,61
Коэффициент пористости						
$\bar{A}$	0,50	0,73	0,75	0,84	0,62	0,69
σ	0,04	0,06	0,10	0,10	0,09	0,05
V	0,08	0,08	0,14	0,12	0,15	0,07
Пористость, %	33,19	39,67	35,33	43,68	37,82	40,43
Степень влажности	0,57	0,38	0,39	0,55	0,47	0,59
Модуль деформации E, МПа при 1—2 кг/см^2 E_{1-2}						
$\bar{A}$		4,85	5,83	5,90	6,15	6,65
σ		0,87	0,64	0,00	2,85	1,21
V		0,18	0,11	0,00	0,46	0,18
при 1—3 кг/см^2 E_{1-3}						
$\bar{A}$		4,75	11,56	8,15	6,96	—
σ		1,67	5,98	0,52	3,30	—
V		0,35	0,52	0,06	0,47	—

Из физико-геологических явлений и процессов, оказывающих отрицательное влияние при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений в пределах низменности, развиты: просадочность лессовых грунтов, ветровая эрозия, разрыхление песков при водозаборе, плывунность водонасыщенных песков, пучение грунтов при сезонном промерзании и засоление грунтов зоны аэрации.

Просадочность проявляется на площадях распространения лессовидных супесей и суглинков твердой и полутвердой консистенции на положительных формах микрорельефа. Коэффициент относительной просадочности изменяется от 0,003 до 0,090. Максимальная просадочность наблюдается на глубинах 2—3 м, далее она уменьшается и на уровне залегания грунтовых вод исчезает.

Максимальные мощности просадочных грунтов наблюдаются в окраинных зонах Кулундинской низменности, т. е. районах ее сочле-

нения с увалом Приобского плато. Тип грунтовых условий по просадочности — первый.

Эоловые процессы (развевание песков, перенос и аккумуляция их под действием ветра), обусловленные природными особенностями данной местности (равнинность рельефа, распространение мелкозернистых пылеватых песков, слабый дерновый покров, отсутствие древесной растительности и постоянные юго-западные ветры различной силы), приводят к разрушению дамб и насыпей, выдуванию трубопроводов. Пески засыпают дороги и поля. Песчаные заносы осложняют строительные работы. Эоловые процессы резко усиливаются в связи с нарушением слабого дернового покрова при строительных работах. Наиболее активны они в центральной и южной частях низменности, где преобладают эоловые формы рельефа.

Плывуны проявляются на участках распространения водонасыщенных мелкозернистых и пылеватых песков с неглубоким залеганием грунтовых вод, т. е. в отрицательных формах микрорельефа и озерных котловинах.

Проявление плывунности грунтов происходит при вскрытии горными выработками, строительными котлованами водонасыщенных пылеватых и мелкозернистых песков карасукской свиты и верхних горизонтов кулундинской свиты.

Пучение грунтов при сезонном промерзании наблюдается на участках, сложенных суглинками, супесями и пылеватыми песками кулундинской, карасукской свит с неглубоким залеганием грунтовых вод и верховодки. Это явление чаще наблюдается в северных районах низменности в отрицательных формах рельефа. В некоторые годы высота пучин достигает 5—11 см.

Засоление грунтов зоны аэрации обусловлено климатическими особенностями низменности, относящейся к зоне недостаточного увлажнения. Превышение годового испарения над среднегодовым количеством осадков способствует прогрессивному процессу засолениия в районах с небольшой мощностью зоны аэрации даже в тех случаях, когда грунтовые воды пресные.

В низменности отчетливо проявляется зависимость степени засоления от мощности зоны аэрации. Там, где эта зона более 3 м, грунты практически незасолены, при уменьшении же ее мощности до 2,5 м формируются сильнозасоленные грунты и даже появляются солончаки.

В озерных котловинах по берегам соленых и горько-соленых озер образуются прибрежные и содовые солончаки за счет сильноминерализированных грунтовых вод, залегающих близко к поверхности. На месте высыхающих соленых озер образуются соленые грязи.

Сильнозасоленные грунты и солончаки по типу засоления относятся к сульфатно-содовым и содово-сульфатным иногда с присутствием значительного количества ионов хлора. Сумма солей в горизонте максимального соленакопления изменяется от 0,6 до 2%.

По катионному составу преобладают соли с Ca и Na. Горизонт максимального соленакопления расположен обычно на глубине 0,3 м от поверхности почвы и редко понижается до глубины 1 м.

Инженерно-геологические исследования показывают, что отложения различных геолого-генетических комплексов, слагающих Кулундинскую низменность, существенно различаются по физико-механическим свойствам. Высокая минерализация грунтовых вод, засоленность грунтов зоны аэрации и пестрота химического состава подземных вод обусловливают разнообразие агрессивных химических воздействий естественной среды на основания инженерных сооружений. Присутствие в составе грунтов и грунтовых вод ионов натрия повышает гидрофильные свойства пород Кулундинской низменности. Все это значительно усложняет мелиорацию земель Кулунды.

ЛИТЕРАТУРА

Адаменко О. М. Мезозой и кайнозой степного Алтая. Новосибирск, «Наука», 1974. 166 с.

Адаменко О. М. Предалтайская впадина и проблемы формирования предгорных опусканий. Новосибирск, «Наука», 1976. 183 с.

Николаев В. А. Геолого-геоморфологические условия Кулундинской степи в связи с проблемой ее орошения.— В кн.: Кайнозой Западной Сибири. Новосибирск, «Наука», 1968, с. 134—144.

Л. В. Березин

К ВОПРОСУ О ПРОИЗВОДСТВЕННО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ГРУППИРОВКЕ СОЛОНЦОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Расширение мелиоративных работ на солонцовых почвах, предусмотренное решениями XXV създа КПСС, связано с производственно-мелиоративной классификацией и агромелиоративной группировкой солонцовых почв. Последние 20 лет вопросы классификации солонцов находятся в стадии активной научной проработки.

В настоящее время их морфологическое описание и классификация проводятся главным образом на основе «Указаний по классификации и диагностике почв СССР» (1967), где выделено 7 генетических типов солонцов по равноправным признакам принадлежности к почвенной зоне и типам водного питания. Однако многие специалисты считают солонцы одним генетическим типом почв, поскольку все их многообразие определяется единым солонцовым процессом почвообразования (Фридланд и др., 1976). Нет также единого мнения о целесообразности выделения корковых солонцов, о разделении их по характеру засоления. Много споров возникает и по поводу классификационных рангов. Содержание обменного натрия признается то основным, то видовым, а иногда и родовым признаком выделения солонцов. Признак осолодения также признается либо видовым, либо родовым, порой же совсем не учитывается (Панин и др., 1977).

Трудность решения этого вопроса обусловлена тем, что солонцовый процесс находится во взаимосвязи с другими одновременно действующими процессами почвообразования, и тем, что солонцы являются едва ли не самым сложным объектом почвенных мелиораций.

Несмотря на высокую дробность действующей классификации и выделение на почвенных картах не только подтипов, но и видов солонцовых почв, их группировка при проведении земельного учета не соответствует целям планирования мелиоративных работ. Системой земельного учета все разнообразие солонцов нивелируется объединением их в три группы лишь по доле участия в почвенном комплексе: 1) слабосолонцеватые — комплексы с участием любых разностей солонцов до 30%; 2) среднесолонцовые — с участием солонцов до 50%; 3) солонцы, т. е. комплексы, где их доля составляет более 50% площади контура.

Поэтому при составлении карты солонцов СССР авторский коллектив (Розов и др., 1976) был вынужден ограничиться их группировкой по составу комплексов. В частности, в условиях Сибири выделены на карте солонцов СССР 9 групп — 6 в черноземной и 3 в каштановой зоне. При этом группы выделяются по различию гидрологического режима зональной почвы и проценту участия солонцов в комплексе, например черноземы с участием солонцов до 30%, лугово-черноземные

почвы с такой же или большей долей солонцов в комплексе и т. д. Эта группировка, проведенная по почвенным провинциям СССР, позволяет в пределах каждой зоны и провинции дать в первом приближении агромелиоративную характеристику солонцовых земель по господствующим группам, которая включает три раздела: а) основные мероприятия по мелиорации раздельно для пашни, орошаемых земель, неорошаемых сенокосов и пастбищ; б) длительность мелиоративного процесса; в) подбор культур для возделывания на почвах той или иной группы.

При общей обоснованности такого подхода сама система земельного учета, на которую опирается эта группировка, делает выделенные группы условными. Нельзя же, в самом деле, наметить конкретные мелиоративные мероприятия для группы, включающей солонцы, различные по мощности и засолению.

В итоге проведенная в настоящее время инвентаризация солонцовых почв позволяет лишь сказать, что в Западной Сибири, включая Тюменскую и Курганскую области, солонцовые почвы встречаются на площади 6,8 млн. га, из них 3,5 млн. га вовлечено в пашню. Причем комплексы с участием солонцов (>30%) занимают в пашне 1,9 млн. га. В таких крупных в сельскохозяйственном отношении областях, как Омская, Новосибирская и Курганская, солонцы и солонцеватые почвы встречаются на 25—29% пахотных земель. Но невозможно сказать, какие именно почвы входят в это количество и сколько из них нуждается в том или ином виде мелиорации.

В последние годы в связи с расширением мелиоративных работ проводится целевое почвенно-мелиоративное обследование солонцов. Работы выполняются наряду с почвоведами системы «Росгипрозем» агрохимическими лабораториями и экспедициями системы «Гипроводхоз», первые на неорошаемых, а вторые — на орошаемых площадях.

В практике мелиоративных работ на солонцовых почвах Сибири получили положительную оценку: гипсование, безотвальное рыхление, плантажная и ярусная вспашка, землевание, фитомелиорация. Однако из перечисленных приемов реальное повышение продуктивности солонцовых массивов Сибири дают только два — гипсование и безотвальное рыхление. Массивы солонцовых почв с высоким залеганием гипса встречаются редко. Поэтому приемы «самомелиорации», которые осуществляются ярусными и планктажными плугами за счет припашки части гипсоносного горизонта Сибири, за исключением некоторых районов Северной Кулунды (Улучшение естественных сенокосов..., 1975), распространения практически не получили. Не дала положительных результатов в Сибири, в отличие от европейской части СССР, и «самомелиорация» глубокогипсовых, но высококарбонатных солонцов. Медленное рассоление и рассолонцевание этих почв здесь обусловлено рядом причин.

Как правило, высокогипсовые солонцы являются луговыми, и высокий уровень грунтовых вод в них сдерживает процесс рассоления. Короткое лето и глубокое промерзание почвы зимой также оказывают отрицательное влияние. Не получил распространения и метод землевания, т. е. метод планировки территории. Следует отметить, что по стоимости работ этот метод и метод гипсования равны. Для объективной оценки перспективности этих приемов необходимо всесторонне проанализировать положительные данные, полученные в последние годы в результате плантажной вспашки на содовых солонцах Тюменской области, а также при землевании пятен мелких солонцов в Алтайском крае (Федоткин, 1976). Особое значение приобретает учет закономерностей расположения пятен солонцовых почв в комплексном массиве, тем более что далеко не всегда солонцы залегают в микропонижениях. Проведенное лабораторией Омского сельскохо-

зяйственного института нивелирование солонцовых комплексов показало, что в ряде случаев в Сибири, как и в европейской части СССР, солонцы располагаются на микроповышениях.

Не накоплено достаточно обоснованных данных об интенсивности процесса фитомелиорации солонцовых почв. В последние годы в Северном Казахстане, в Курганской области и Алтайском крае проведены широкие исследования по оценке солевыносливости и солонцевыносливости растений. К сожалению, данных о степени мелиорирующего влияния самих растений они не дают.

Таким образом, производственно-мелиоративная группировка солонцовых земель Сибири должна помочь в планировании объемов работ в основном по химической мелиорации и применению агротехнических приемов повышения продуктивности комплексных солонцовых массивов.

В основе генетической классификации лежит разделение почв по типу гидрологического режима, а применительно к солонцовым почвам — разделение по уровню грунтовых вод. Но распространение солонцов не в чистом виде, а в составе сложных комплексов и чрезвычайно высокая динамичность уровня капиллярной каймы и грунтовых вод дают нам право отойти от традиционного подхода.

В этом плане более обоснован подход П. С. Панина (Панин и др., 1977), который при составлении областных почвенно-мелиоративных карт разделил все почвы на категории земель по преобладающим типам почв, особенностям ландшафта и характеру использования в сельском хозяйстве. По этому принципу целесообразно выделить четыре категории солонцовых комплексов:

а) комплексы луговых в разной степени засоленных и солонцеватых почв, расположенные в приболотной и приозерной полосе, по долинам и дельтам рек при периодическом или постоянном переувлажнении, различной степени засоления (используются в основном как низкопродуктивные сенокосы и пастбища);

б) комплексы солонцов, развитые в межгривных понижениях, вблизи приболотных и озерных понижений, по долинам современного и древнего стока с неупорядоченным поверхностным и постоянным грунтовым увлажнением (используются преимущественно в качестве сенокосов и пастбищ); это массивы первоочередного улучшения лугов агротехническими приемами;

в) комплексы солонцовых почв, развитые на пологих склонах с неустойчивыми гидрологическим и солевым режимами;

г) комплексы солонцовых почв, развитые на плакорных частях водораздельных пространств с развитым микрорельефом.

Массивы почв двух последних категорий в основном распаханы, за исключением межколочных полян, независимо от удельного веса солонцовых почв и их плодородия. Самые малоплодородные участки солонцов содового засоления периодически залужаются или забрасываются в залежь.

Такое ландшафтное разделение позволяет одновременно учесть преобладающий тип гидрологического режима, выделить основные особенности солевого режима и характер сельскохозяйственного использования. При ограниченных возможностях гипсования оно, в первую очередь, должно найти применение на массивах четвертой категории. Его использование на землях, отнесенных к третьей категории, также возможно во многих случаях, а на солонцах второй группы — только после строительства дренажной сети, если это будет обосновано экономическими соображениями (Панин и др., 1977).

В пределах каждой категории решение вопросов выбора мелиоративного приема и его технологии определяется мощностью горизонта А. В химической мелиорации нуждаются, прежде всего, комплекс-

ные массивы с пятнами корковых и мелких солонцов, на которых без гипсования часто не удается получить даже всходов полевых культур (Березин, 1976).

Средние солонцы занимают промежуточное место. Эффективность их гипсования зависит от степени припашки в пахотный слой части солонцового горизонта. Повышение продуктивности комплексных массивов с преобладанием этих солонцов на лугах успешно достигается сочетанием безотвального рыхления с посевом относительно солонцеустойчивых видов трав.

Глубокие солонцы могут быть исключены из категории земель, требующих противосолонцовых мелиораций. Находясь главным образом в пашне, они должны использоваться в севооборотах с преобладающим применением безотвальной обработки почвы.

На фоне этих основных группировочных признаков существенное значение приобретают состав обменных катионов и степень засоления почвы. Все разнообразие форм засоления (Базилевич, Панкова, 1971) при оценке массивов солонцовых почв с точки зрения возможности мелиорации и подбора культур для возделывания можно свести к трем подгруппам: а) солонцовые почвы сильнозасоленные, хлоридные и сульфатно-хлоридные; б) солонцовые почвы слабозасоленные нейтральными солями; в) солонцовые почвы содовые и сульфатно-содовые.

Высокое засоление полуметрового слоя хлоридными солями в почвах первой подгруппы наблюдается обычно при высоком уровне грунтовых вод, и мелиоративные работы без дренажа здесь практически невозможны. Подбор и возделывание приспособленных галофитных видов на фоне применения удобрений — единственный путь использования этих массивов в настоящее время.

Солонцы третьей подгруппы, хотя и отличаются высокой токсичностью солей, в большинстве случаев высокоотзывчивы на химическую мелиорацию гипсованием. Низкая подвижность соды способствует длительности последействия гипса в неорошаемых условиях. Поскольку содовое засоление определяет высокое содержание обменного натрия в ППК, дозы мелиорантов на этих почвах обычно высокие, но они окупаются прибавкой урожая за 3—4 года.

Солонцовые почвы второй подгруппы по оценке мелиоративных мероприятий занимают промежуточное место. Слабое хлоридное засоление делает возможным применение гипсования при прочих необходимых условиях. Значительная часть этих почв имеет низкое содержание обменного натрия, а данные об эффективности их гипсования противоречивы. Важно отметить, что положительные результаты при их гипсовании в Омской области и Алтайском крае получены на мелких малонатриевых солонцах при луговом гидрологическом режиме. Эффект гипсования на этих почвах определяется не вытеснением обменного натрия из ППК, так как его мало, а коагулирующим влиянием гипса на почвенные коллоиды, снижением их пептизации, набухаемости, влиянием на деятельность микрофлоры и кальциевый режим питания растений. Выявлено также положительное действие на этой группе почв искусственных структурообразователей типа полиакриламида.

Таким образом, группировка солонцовых почв с точки зрения их мелиоративного улучшения определяется следующими признаками:

1) положением в ландшафте, от которого зависит режим увлажнения и засоления почв;

2) мощностью надсолонцового горизонта, определяющей необходимость в проведении мелиоративных работ;

3) содержанием обменного натрия в пахотном горизонте, которое обусловливает выбор мелиорирующих средств и дозы мелиорантов;

4) степенью и характером засоления, которые определяют подбор культур при агротехническом улучшении лугов и вероятность вторичного засоления почв после проведения мелиоративных работ;

5) типом сельскохозяйственного угодья, влияющим на состояние поверхностного горизонта почвы, выбор и экономическую рентабельность мелиоративных работ;

6) составом солонцовых комплексов, который определяет необходимость дифференцированного подхода к их улучшению.

Касаясь вопроса классификации и диагностики солонцов, необходимо обратить внимание на ряд моментов, не учитываемых общесоюзной классификацией.

В Сибири весьма часто встречаются солонцы, в которых степень солонцеватости горизонта B_2 значительно выше, чем горизонта B_1. Это проявляется и в содержании обменного натрия, и в степени дисперсности почвы, ее пептизации и т. д. Вовлечение в пахотный слой почвы этого горизонта недопустимо, а именно на этом основан принцип работы ярусных плугов. Состояние этого слоя оказывает влияние и на рассолонцевание почв после их гипсования.

Не получил применения учет степени пептизации ила в солонцовых почвах. Почти все солонцы Сибири имеют низкое содержание обменного натрия, слабое засоление, но резко отрицательные свойства, связанные с легкой пептизацией почвенных коллоидов. До сих пор, по существу, не выявлены пути их мелиорации, не установлены факторы, определяющие стабилизацию коллоидных систем этих почв, а в связи с этим не разработаны их диагностика и группировка. Последнее полностью относится и к пахотным солонцам.

Не учитывается языковатость и карманистость профиля солонцовых почв, которые определяют условия выноса продуктов обмена из мелиорируемого профиля и тем самым длительность мелиоративного периода. С нею связана неравномерность залегания гипса и карбонатов, а следовательно, и неравномерность действия обработки почв при их «самомелиорации».

Учет указанных выше признаков и свойств солонцовых почв в значительной мере облегчит анализ весьма противоречивых выводов многих исследователей, поможет понять механизм мелиоративных изменений различных почв и более обоснованно планировать работы по повышению продуктивности широко распространенных в Сибири солонцовых почв.

ЛИТЕРАТУРА

Базилевич Н. И., Панкова Е. И. Классификация почв по химизму и степени засоления.— В кн.: Материалы Международного симпозиума по мелиорации почв содового засоления. Вып. VI. Ереван, 1971, с. 589—600.

Березин Л. В. Приемы и эффективность химической мелиорации солонцовых почв в неорошаемых условиях.— В кн.: Приемы и методы совершенствования мелиорации солонцов. М., МСХ СССР. 1976, с. 143—154.

Панин П. С., Елизарова Т. Н., Шкаруба А. М. Генезис и мелиорация солонцов Барабы. Новосибирск, «Наука», 1977. 192 с.

Розов Н. Н., Пак К. П., Дектярева Е. Т., Ивашкина Т. В. Принципы районирования и агромелиоративной группировки солонцевато-солонцовых почв СССР.— В кн.: Приемы и методы совершенствования мелиораций солонцов. М., МСХ СССР, 1976, с. 54—57.

Улучшение естественных сенокосов и пастбищ на солонцах Северной Кулунды (методические рекомендации). Новосибирск. СО ВАСХНИЛ, 1975, с. 8—17.

Федоткин В. А. Влияние приемов обработки и гипсования солонцовых залежей на их физические свойства и водный режим, на урожай овса и донника в лесостепи Тюменской области.— В кн.: Научные труды Омского сельскохозяйственного института. Т. 150. Омск, 1976, с. 20—24.

Фридланд В. М., Носин В. А., Большаков А. Ф., Панов Н. П., Половицкий И. Я. Классификация солонцов.— В кн.: Приемы и методы совершенствования мелиорации солонцов. М., «Колос», 1976, с. 46—53.

В. В. Бирюков

ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Исторические решения XXV съезда КПСС по превращению сельского хозяйства в высокопроизводительную отрасль, способную существенно повысить надежность обеспечения страны высококачественной сельскохозяйственной продукцией, вызвали к жизни ряд конкретных предложений по их реализации.

Одно из предложений — более полное освоение земельных ресурсов Барабинской низменности с целью значительного увеличения производства зерна, мяса, молока и другой сельскохозяйственной продукции.

В связи с открытием на севере Новосибирской области больших запасов нефти здесь будут создаваться промышленные комплексы, увеличится население, возрастет потребность в продуктах питания. Поэтому освоение земельных ресурсов Барабинской низменности приобретает государственное значение.

Границы Барабинской низменности и ее площадь определяются поразному, но в целом у большинства авторов они близки к представлениям местных жителей, которые считают Барабой пространство между Васюганскими болотами на севере и Кулундинской степью на юге, между р. Обь на востоке и Прииртышским увалом на западе. Поэтому для удобства проведения исследований и получения достоверных данных об использовании земельных ресурсов принимаем, что Барабинская низменность с севера ограничена административной границей между Новосибирской и Томской областями, почти точно совпадающей с водоразделом между притоками Оби и Иртыша; с востока — Обью, с юга — южными границами Коченевского, Чулымского, Каргатского, Доволенского, Здвинского, Чановского и Татарского районов Новосибирской области, совпадающими в основном с водоразделом между р. Карасук и реками Чулым и Баган, с запада — административной границей между Новосибирской и Омской областями, проходящей вблизи Прииртышского увала. В этих границах находится более 90% общей площади Барабинской низменности. На рассматриваемой территории расположено 15 административных районов Новосибирской области. Общая площадь зоны 11 503,8 тыс. га, что составляет 65,3% общей площади области и около 5% всего земельного фонда Западной Сибири.

Основная часть земель Барабинской зоны (7167,7 тыс. га, а также подавляющая часть ее сельскохозяйственных угодий — 4418,0 тыс. га, или 95,7%) находится в постоянном пользовании колхозов и государственных хозяйств, занимающихся сельскохозяйственным производством.

Одним из важнейших показателей, характеризующих положение с использованием земель, служит структура земельных угодий. Сельскохозяйственные угодья Барабы занимают 4615,9 тыс. га, или 40,1%, в том числе под пашней — 1649,3 тыс. га, или 14,3%. Леса расположены на площади 3106,7 тыс. га (27,0%), кустарниками покрыто 203,3 тыс. га (1,8%), болота занимают 2960,4 тыс. га (25,7%), под водой — 448,9 тыс. га (3,9%). На долю прочих угодий, не используемых в сельском хозяйстве, приходится 168,6 тыс. га (1,5%).

Как видно из приведенных данных, сельскохозяйственные угодья в Барабинской низменности занимают менее половины всего земельного фонда, причем степень их распаханности довольно низкая: пашня в структуре сельскохозяйственных угодий занимает лишь 35,7%.

Значительная доля в составе земельного фонда Барабы приходится на площади под лесами, кустарниками, болотами, водой.

В структуре земельного фонда районов, расположенных в северной и южной частях Барабы, наблюдаются значительные колебания. Так,

Таблица 1

Динамика площадей сельскохозяйственных угодий Бабинской низменности за пятилетие, тыс. га

Вид угодий	1970 г.	1975 г.	Изменения площадей
Пашня	1686,5	1649,3	—37,2
Многолетние насаждения	1,1	1,0	—0,1
Залежь	43,8	—	—43,8
Сенокосы	1690,7	1716,0	+25,3
Пастбища	1165,6	1249,6	+84,0
Всего угодий	4587,7	4615,9	+28,2

доля сельскохозяйственных угодий в северных районах составляет всего 9,9—25,6%, в том числе пашни — от 2,5 до 9,8%. В южных районах соответственно 62,3—78,4%, в том числе пашни — от 21 до 35,3%.

Значительно меньшая площадь сельскохозяйственных угодий, особенно пашни, в северных районах по отношению к южным объясняется в основном низким естественным плодородием почв. Так, пахотопригодные почвы в Северной Барабе (лугово-черноземные, серые лесные, дерново-подзолистые) занимают около 13%. В Южной Барабе доля пахотопригодных почв (черноземы, лугово-черноземные почвы, глубокие солонцы) возрастает до 30% (Тюменцев, Попов, 1975).

За пятилетие 1970—1975 гг. в размере сельскохозяйственных угодий и пашни произошли некоторые изменения (табл. 1).

Как видно из таблицы, площадь сельскохозяйственных угодий увеличилась на 28,2 тыс. га, или на 0,6%, а пашни — сократилась на 37,2 тыс. га, или на 2,2%. Кроме того, изменившиеся в 1970 г. земельные залежи на площади 43,8 тыс. га были переведены на кормовые угодья.

Таким образом, при общем увеличении площади сельскохозяйственных угодий в их структуре уменьшалась площадь пашни и возросли площади кормовых угодий — главным образом за счет перевода пашни и залежи в сенокосы и пастбища.

Лесами покрыто 27% площади Барабинской низменности. Однако распределены они неравномерно, занимая в северных районах от 30,5 до 51,6% территории, а в южных — лишь 7,8—8,5%.

Если исходить из оптимальной защитной лесистости рассматриваемой зоны, которая определена в 8%, то все входящие в нее районы достаточно защищены от ветровой и водной эрозии почв. Тем не менее в отдельных хозяйствах южных районов необходимо создание дополнительных полезащитных лесонасаждений.

Преобладающая часть лесных земель (55%) находится в распоряжении государственных лесохозяйственных предприятий и организаций (Гослесфонда). Но для нужд лесного хозяйства не используются расположенные на территории Гослесфонда 121,8 тыс. га чисто сельскохозяйственных угодий, в том числе 0,6 тыс. га пашни. Часть этих земель, не предназначенных для лесонасаждений, целесообразно передать в долгосрочное пользование колхозам и совхозам, тем более, что в основном это земли плодородные, не требующие больших затрат на освоение.

Поскольку все леса Барабы имеют лесохозяйственное, водоохранное или почвозащитное значение, освоение лесных земель под сельскохозяйственные угодья посредством раскорчевок следует избегать. Особенно бережно, в целях предупреждения водной эрозии почв, нужно обращаться с древесно-кустарниковой растительностью по склонам балок и оврагов.

Государственный земельный запас включает в себя массивы, не переданные в бессрочное или долгосрочное пользование. На территории Барабинской низменности общая площадь таких земель 252,6 тыс. га,

в том числе сельскохозяйственных угодий 32,7 тыс. га, из них пашни 0,5 тыс. га. Эти земли предоставлены в краткосрочное пользование колхозам и совхозам. Как правило, они пускаются под сенокосы и выпасы скота бессистемно, без должного ухода. Их же необходимо закреплять на длительный период, побуждая землепользователей не только к интенсивному их использованию, но и к заботе о повышении их продуктивности в перспективе.

Основным сельскохозяйственным угодьем зоны является пашня. Пахотные земли Барабы используются под посев зерновых, технических культур, овощей, картофеля. С них получают также значительную часть кормов. Ведущее место в посевах здесь, как и в целом по области, принадлежит зерновым культурам, которые в структуре посевных площадей занимают более 60%. Под кормовые культуры отводится до 25% пашни, примерно половину их составляют силосные. Пары занимают в среднем около 10%. Данная структура соответствует рекомендациям научных учреждений для этой зоны (Рекомендации..., 1973).

Почвы пахотных угодий характеризуются большим разнообразием. Но преобладают черноземные (26%), лугово-черноземные и черноземно-луговые (40,8%). Значительные площади пашни располагаются на глубоких и средних солонцах (19,7%).

Пахотные земли почти не орошаются. Орошаемые пашни в Барабе занимают лишь 4,2 тыс. га, или 0,25% общей площади пашни. В основном они используются для выращивания многолетних трав, овощных культур и картофеля.

Большие массивы — 2965,6 тыс. га, или 64,3% всех сельскохозяйственных угодий, занимают сенокосы и пастбища.

Заливных лугов в зоне имеется только 35,7 тыс. га, или 2,1% общей площади сенокосов. При этом улучшены они на площади всего 1,7 тыс. га. В основном заливные луга чистые, их насчитывается 29,6 тыс. га. Заросшие кустарниками луга занимают 3,7 тыс. га, покрыто кочками 0,7 тыс. га.

Наиболее обширны суходольные сенокосы, составляющие 1559,1 тыс. га (90,8% всех сенокосных угодий), из них улучшенных всего 171,9 тыс. га, или 11%. Чистые сенокосы занимают здесь 1217,9 тыс. га. Все эти площади хотя и малопродуктивны (урожайность сена в среднем за последние годы составляла 3—5 ц/га), но на большей их части возможна механизированная заготовка сена. Часть суходольных сенокосов (169,3 тыс. га) заросла кустарником и мелколесьем. Урожайность трав на них еще ниже, а применение механизированной сеноуборки крайне затруднено.

Довольно труднодоступны для заготовки сена заболоченные сенокосы. Они занимают 121,2 тыс. га (7,1%), из них чистых — 95,6, заросших лесом и кустарниками — 9,9, покрытых кочками — 15,7 тыс. га. Поскольку такие сенокосы могут выкашиваться вручную, то используются они в основном для заготовки сена для личного скота колхозников и рабочих совхозов, а чаще вообще не выкашиваются.

Пастбищные угодья представляют собой преимущественно суходолы — 1197,9 тыс. га, или 95,8% всех пастбищ. Остальная часть — 51,7 тыс. га (4,2%) заболочена. Среди суходольных пастбищ преобладают чистые — 1096,7 тыс. га (91,5%). Однако улучшенных — всего 31,2 тыс. га, или 2,6% от площади суходольных и 2,4% от общей площади пастбищ. Более 7% пастбищных угодий заросло кустарником и мелколесьем и покрыто кочками. Продуктивность их невысокая из-за низкой питательности произрастающих на них трав.

Следует отметить, что кормовые угодья Барабы отличаются крайне неблагоприятными почвенными условиями. Так как под пашни заняты лучшие лугово-пастбищные угодья, для сенокосов и пастбищ используются солончаки (376,2 тыс. га), корковые и высокостолбчатые

солонцы (162,9 тыс. га), солонцовые комплексы с преобладанием солонцов (1200,1 тыс. га), комплексные почвы с участием солонцов и солончаков (319,6 тыс. га), а также солонцы средние и глубокие (21,3 тыс. га). Таким образом, солонцовые и засоленные почвы естественных сенокосов и пастбищ Барабы занимают более 2 млн. га, или 70% всей площади кормовых угодий (Тюменцев, Попов, 1975).

Несмотря на значительную заболоченность естественных кормовых угодий — 172,9 тыс. га (5,8%), работы по их осушению ведутся недостаточно интенсивно. В настоящее время в Барабе числится 55,8 тыс. га осушенных земель, из них естественных кормовых угодий 55,0 тыс. га.

Перечисленные выше факторы значительно снижают валовое производство кормов. В результате, несмотря на то, что в зоне в среднем на одну условную голову крупного рогатого скота приходится около 2,8 га естественных кормовых угодий, обеспеченность животных кормами за их счет составляет в среднем 45—60%, а в засушливые годы и того ниже.

Ускоренные темпы развития промышленности в Западной Сибири и быстрый рост населения предъявляют повышенные требования к развитию сельскохозяйственного производства как в регионе в целом, так и в отдельных его областях. Чтобы обеспечить потребности растущего населения, объем продукции животноводства в Барабинской зоне (с учетом вывоза части ее за пределы области) должен вырасти к 2000 г. почти в 3 раза. Достигнуть этого можно только за счет повышения продуктивности скота и роста его поголовья, а это значит, что потребуется значительно увеличить производство кормов. И здесь важным резервом является интенсификация кормодобывания, улучшение естественных кормовых угодий и расширение площадей под ними путем осушения болот.

Следует заметить, что перспективы освоения новых земель под пашню в Барабе довольно ограничены: некоторое ее увеличение возможно в основном за счет сенокосов и пастбищ, расположенных на темно-серых и серых лесных почвах, черноземах обыкновенных, среднемощных, маломощных, солонцеватых и южных. Таких земель, по нашим данным, насчитывается около 70 тыс. га. Гораздо шире возможности для освоения новых земель под сенокосы и пастбища. Здесь имеется около 82 тыс. га вырубок и гарей, более 200 тыс. га кустарников, 1071 тыс. га низинных болот. Кроме того, в сельскохозяйственный оборот может быть вовлечено еще около 200 тыс. га переходных болот. Таким образом, в сельскохозяйственные угодья может быть вовлечено около 1,5 млн. га новых земель.

Освоение их должно быть одновременным с проведением мелиоративных мероприятий, направленных на коренное улучшение естественных кормовых угодий (осушение заболоченных земель, орошение земель с недостаточным увлажнением, защита почв от ветровой и водной эрозии, известкование кислых и гипсование засоленных почв, а также другие меры повышения плодородия земель).

По предварительным подсчетам, в Барабинской низменности до 2000 г. необходимо провести мелиоративные работы в следующих объемах: регулярное орошение пашни на площади около 250 тыс. га; осушение заболоченных земель (кроме болот) на площади 1790 тыс. га; рассоление земель на площади более 1,5 млн. га, в том числе пашни — 750 тыс. га; коренное улучшение чистых кормовых угодий — около 1,1 млн. га; культуртехнические работы на кормовых угодьях (удаление кочек, кустарников и мелколесья) на площади около 290 тыс. га; создание орошаемых культурных пастбищ — 30 тыс. га.

Одним из важнейших видов мелиорации земель в Барабинской низменности является орошение, особенно в южных районах. Как и в других районах Западной Сибири, орошаемые земли здесь отводятся

главным образом под посевные культуры. Примерная структура посевных площадей на орошаемых землях имеет следующий вид: зерновые — 44,5%, силосные — 30,2%, многолетние травы — 17,1%, кормовые корнеплоды — 8,2%.

Таблица 2

Прибавка урожая отдельных культур под воздействием орошения по Новосибирской области в среднем за 1969—1970 гг.

Культура	Урожайность, ц/га		Прибавка урожая, ц/га
	без орошения	с орошением	
Пшеница	8,6	11,5	2,9
Овес	11,0	25,0	14,0
Картофель	71,0	97,0	26,0
Овощи	118,0	183,0	65,0
Кукуруза на силос	161,0	195,0	34,0

Объем капитальных вложений в орошение не зависит от состава возделываемых культур. В среднем за 5 лет (1966—1970 гг.) он был равен 826 руб./га. Влияние орошения на урожайность отдельных культур можно проследить по результатам производственной деятельности хозяйств Новосибирской области (табл. 2).

Прибавки урожая овощных культур обеспечат окупаемость вложений в орошение за 1,1 года, картофеля — за 2,2 года. Несколько больше срок окупаемости при возделывании на орошаемых землях зерновых культур (Интенсификация..., 1975).

Эффективность использования осушенных земель зависит от их продуктивности и величины капитальных вложений. В лесостепной зоне капитальные затраты на осушение земель в среднем составляют 152,6 руб./га, стоимость дополнительной продукции — 39,2, чистый доход — 23,7 руб./га. Срок окупаемости затрат — 6,4 года. В свою очередь, величина капитальных вложений зависит от объема земляных работ: так, капитальные вложения в осушение земель в лесостепной зоне при объеме земляных работ до 100 м³/га составляют 130,1, а при объеме более 200 м³/га — 186,2 руб./га. Следовательно, чтобы получать больше дополнительной продукции с меньшими капитальными затратами, для осушения нужно подбирать участки с меньшим объемом земляных работ и высевать на них культуры, обеспечивающие наибольший выход продукции с единицы площади.

Объем мелиоративных работ в Барабинской низменности на период до 2000 г. потребует значительных затрат. По нашим подсчетам, затраты на освоение новых земель и улучшение существующих сельскохозяйственных угодий составят 2,7 млрд. руб., из них на освоение новых земель — 1,5 млрд. руб. Здесь следует заметить, что при комплексном решении вопроса об освоении новых земель в Барабе одновременно придется изыскивать возможности компенсации недостатка трудовых ресурсов. Поэтому капитальные затраты, очевидно, будут несколько выше, поскольку потребуются дополнительные вложения на привлечение трудовых ресурсов из других районов страны и их обустройство. Кроме того, дополнительные вложения потребуются на охрану почв от эрозии, строительство дорожной сети и т. д. Тем не менее, намеченные мероприятия весьма перспективны, поскольку позволят значительно увеличить производство валовой продукции и повысить производительность труда.

ЛИТЕРАТУРА

Интенсификация использования земли в Западной Сибири.— В кн.: Труды СО ВАСХНИЛ, Новосибирск, 1975, с. 81—87.

Рекомендации по борьбе с засухой в степных районах Сибири. М., «Колос», 1973. 19 с.

Тюменцев Н. Ф., Попов А. А. Бонитет почвенного покрова административных районов Новосибирской области.— В кн.: Бонитировка почв Западной Сибири. Новосибирск, «Наука», 1975, с. 97—109.

В. А. Кульшин

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛЕГКОГО МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА

Изучение подзолистых почв, формирующихся на песчаных отложениях, проведено в северной части Томской области в пределах Александровского района.

Особенности геологического строения определяют наличие двух групп почвообразующих пород — песчаных и суглинистых, каждая из которых вносит существенные черты в характер почвообразовательного процесса, в одном случае обусловливая свободный дренаж и формирование почв по явно автоморфному типу, а в другом — приводя к появлению признаков заболачивания вследствие затрудненного оттока атмосферных осадков. В целом территория северной части Обь-Иртышского междуречья сильно обводнена и заболочена. Незаболоченные участки невелики. Это либо дренируемые приречные полосы, либо выположенные холмовидные поднятия и гряды.

Климат рассматриваемой территории резко континентальный с довольно продолжительной суровой зимой и коротким жарким летом. Среднегодовая температура воздуха, по данным Александровской метеостанции, отрицательная и составляет около — 3°. Средняя температура самого холодного месяца (января) — 21,5°, а самого теплого (июля) 17,1°. Суммы средних температур невысокие.

Годовое количество осадков 470 мм. В распределении осадков в течение года наблюдается один максимум (июнь — июль) 78—80 мм и один минимум (февраль — март) 12—14 мм. Больше половины осадков приходится на долю вегетационного периода, в течение апреля — октября выпадает около 80% годового количества осадков. Суммарное годовое испарение значительно ниже суммы осадков и составляет около 350 мм. Следует также отметить, что самый теплый период совпадает с периодом максимального увлажнения. Снежный покров появляется в первой половине октября, как только температура воздуха переходит 0°С. В отдельные годы снег может выпасть на 15 дней раньше или позже. Начало снеготаяния обычно относится к концу апреля или началу мая, полностью снег сходит к середине мая. Поскольку почвы песчаного и супесчаного механического состава формируются на повышенных участках рельефа, то в силу значительного перераспределения снега по элементам рельефа они промерзают на бо́льшую глубину по сравнению с почвами, развитыми на выположенных склонах и межгривных понижениях. Вместе с тем почвы легкого механического состава отличаются более высокой водопроницаемостью, невысокой влагоемкостью и хорошей теплопроводностью, вследствие чего в начале лета они довольно быстро и на значительную глубину оттаивают без выделения больших количеств влаги. Мерзлые горизонты в таких почвах не являются водоупором.

Вершины холмов и пологие склоны высоких террас, сложенные супесчано-песчаными отложениями, покрыты сосновыми (с единичными кедрами) бруснично-зеленомошными, чернично-багульниково-зеленомошными или лишайниковыми лесами. Формирующиеся на песчаных и супесчаных отложениях песчаные подзолы, как все легкие почвы, в силу выше упомянутых свойств создают благоприятные условия для роста светлохвойных лесов, а именно сосновых.

В пониженных элементах рельефа произрастают редкостойные заболоченные сосновые кустарниково-лишайниковые и кедрово-сосновые леса с примесью березы и хорошо развитым долгомошно-сфагновым покровом. Постоянные представители кустарничкового покрова — голубика и багульник, иногда с незначительной примесью брусники. Опад в

лесах состоит из хвои, веточек и листьев кустарничков. Подстилка отличается слабой степенью разложенности.

Широкому распространению сосновых насаждений способствуют не только песчаные отложения, но и благоприятные условия, создающиеся под влиянием пожаров в темнохвойных лесах. Гари имеют широкое распространение во всей Западной Сибири. На песках и супесях смены пород после пожаров, как правило, не происходит, возобновление леса идет теми же породами, но иногда на смену выгоревшим хвойным лесам приходят лиственные, что ведет за собой некоторое изменение почвенных свойств.

В почвенном покрове на повышенных участках и холмах на рыхлых четвертичных отложениях песчаного и супесчаного механического состава широко распространены подзолистые почвы — иллювиально-железистые, а в западинах и пологих шлейфах — иллювиально-железисто-гумусовые подзолы. При хорошо расчлененном рельефе почвенно-грунтовые воды находятся глубже 2 м, и воздействие факторов, вызывающих грунтовое переувлажнение, в значительной мере снимается. В этих условиях формируются иллювиально-железистые подзолы. Там, где плоские возвышенные участки сменяются западинами и уровень грунтовых вод не превышает 1—1,5 м, формируются иллювиально-железисто-гумусовые подзолы с признаками глубинного оглеения в нижней части профиля. Подобные почвы в различных местах Западной Сибири описаны в нескольких работах [Афанасьева, Василенко, 1973; Долгова, Гаврилова, 1973; Гаджиев, Овчинников, 1977].

Песчаные породы, на которых формируются описываемые почвы, хотя и относятся различными авторами к отложениям разного генезиса, весьма близки между собой по химико-минералогическим особенностям. Эти отложения, многократно переотложенные, характеризуются однообразным минералогическим составом с господством в нем кварца (76%) и небольшим участием полевых шпатов (23%). Зернам кварца присуща угловатая окатанность, корродированность. Содержание минералов тяжелой фракции (в группе частиц с 0,1—0,05 мм) обычно не превышают 1—2%.

Песчаные породы у дневной поверхности на глубину, затронутую процессами почвообразования, слабослоисты. В их механическом составе преобладает фракция среднего песка (0,25—0,05 мм) при очень малом содержании пыли и ила (0,5%), что обеспечивает свободный внутренний дренаж. Колебания в содержании тех или иных фракций в механическом составе по почвенному профилю в большинстве случаев определяются неоднородностью материнских пород и элювиально-иллювиальным распределением по профилю илистой фракции.

Профиль иллювиально-железистых подзолов характеризуется накоплением небольшой (2—7 см) грубогумусной слабо разложившейся подстилкой (A_0), в которой часто встречаются угольки, особенно в нижней части этого слоя. Подстилка резко сменяется белесым подзолистым горизонтом (A_2) мощностью 9—17 см. Ниже этого горизонта находится бурый с яркими охристыми пятнами иллювиальный горизонт (B_t), который подразделяется по степени окраски на несколько подгоризонтов. Ниже яркие охристые тона исчезают. Морфологический профиль иллювиально-железистых подзолов имеет границы перехода генетических горизонтов линейные или слабоволнистые. Почвы имеют кислую реакцию среды, особенно в подзолистом горизонте — pH водной суспенции 4,2—4,7. Содержание гумуса в верхнем горизонте около 1% и постепенно падает с глубиной. Результаты определения поглощенных катионов свидетельствуют о малой емкости обмена, что полностью коррелирует с незначительной их гумусностью и легким механическим составом. В подзолистом горизонте сумма обменных катионов не превышает 4 мг·экв/100 г почвы,

в иллювиальном горизонте она увеличивается до 5—5,5, а в почвообразующей породе снижается до 0,5.

Морфологический профиль иллювиально-железисто-гумусовых подзолов яркий, красочный, четко дифференцирован на генетические горизонты: $A_0 — A_2 — B_h — B_f — BC — C$. Подзолистый горизонт имеет большую мощность (до 30 см), ярко-белесую окраску. Обычно он лежит сразу под подстилкой, но иногда между ним и подстилкой выделяется маломощный переходный горизонт A_0A_1. Переходы между генетическими горизонтами не всегда ровные, часто языковатые, а почвообразующие породы несут в себе следы явного оглеения. Мощность профиля и отдельных генетических горизонтов иллювиально-железисто-гумусовых подзолов находится в прямой зависимости от глубины залегания грунтовых вод: чем они ближе к поверхности, тем короче профиль почв и более сжаты генетические горизонты, и наоборот. Иллювиально-железисто-гумусовые подзолы имеют невысокое содержание гумуса, в верхней части профиля (гор. A_0A_1) его количество составляет 2,5—3%, в подзолистом горизонте оно резко уменьшается до 1%. Почвы кислые (pH водный колеблется по профилю от 4,2 до 6,2), резко обеднены поглощенными основаниями, в них содержится очень мало как Ca и Mg, так и Al и H. Емкость поглощения не превышает 0,7—0,9 мг·экв.

Подзолы легкого механического состава характеризуются полным отсутствием оструктуренности. Благодаря легкости механического состава в период дождей эти почвы не заплывают.

В целом на рассматриваемой территории по морфологии, генезису и физико-химическим свойствам подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-железисто-гумусовые аналогичны почвам северотаежной подзоны европейской части СССР [Аарнио, 1915; Завалишин, 1954; Иванова, Полынцева, 1936; Марченко, 1961; Морозова и др., 1971; Рожнова, 1964; и др.].

ЛИТЕРАТУРА

Аарнио Б. А. О выпадении окислов железа и алюминия в песчаных и щебнистых почвах Финляндии.— Почвоведение, 1915, № 2, 3.

Афанасьева Т. В., Василенко В. И. Подзолистые холодные почвы средней тайги Западной Сибири.— В кн.: Природные условия Западной Сибири. Вып. 4. М., Изд-во МГУ, 1973.

Гаврилова И. П., Долгова Л. С. Песчаные почвы среднетаежной подзоны Западной Сибири.— В кн.: Природные условия Западной Сибири. Вып. 2. М., Изд-во МГУ, 1972.

Гаджиев И. М., Овчинников С. М. Почвы средней тайги Западной Сибири. Новосибирск, 1977.

Долгова Л. С., Гаврилова И. П. Иллювиально-гумусовые подзолы среднетаежной подзоны Западной Сибири.— В кн.: Природные условия Западной Сибири. Вып. 4. М., Изд-во МГУ, 1973.

Завалишин А. А. К характеристике основных подтипов почв лесной зоны Европейской части СССР. Вып. 1. М., 1954.

Иванова Е. Н., Полынцева О. А. К вопросу о генезисе подзолов с гумусово-иллювиальным горизонтом на продуктах выветривания нефелиновых сиенитов Хибинского массива.— Проблемы сов. почвоведения. М.—Л., 1936, сб. 1.

Марченко А. И. Почвообразование на песчаных наносах Кольского полуострова.— В кн.: Леса Кольского полуострова и их возобновление. М., Наука, 1961.

Морозова Р. М., Куликова В. К., Богданова Г. И. Содержание несиликатных форм полуторных окислов и кремнезема в железистом песчаном подзоле.— В кн.: Почвы Карелии и пути повышения их плодородия. Петрозаводск, 1971.

Овчинников С. М. О песчаных почвах южной части бассейна реки Таз.—В кн.: Специфика почвообразования в Сибири. Новосибирск, 1979.

Рожнова Т. А. О провинциальных особенностях подзолообразования на песчаных породах.— Почвоведение, 1964, № 8.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

I. Общие вопросы и гидрологические условия

В. Н. Сакс. Задачи сибирских ученых в исследованиях по проблеме перераспределения стока рек в Сибири 4

Г. В. Воропаев. Основные вопросы комплексной программы научных исследований в связи с разработкой проектов территориального перераспределения водных ресурсов в стране 8

А. А. Бостанджогло, С. Л. Вендров, Г. В. Воропаев, Г. Б. Грин. Вопросы научного обоснования переброски части стока бассейна р. Оби в центральные и южные районы Срединного региона и их связь с задачами водохозяйственного благоустройства Западной Сибири 18

В. М. Широков. Изменение природных условий в Западной Сибири после переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию 22

В. А. Николаев, Д. В. Пучкова. Пути комплексного использования водных ресурсов Обь-Иртышского междуречья в решении Обь-Каспийской проблемы 30

И. П. Дружинин. Научные исследования по проблеме оптимизации развития водного хозяйства страны 34

Г. А. Плиткин. Водный и тепловой баланс замкнутых понижений бассейна р. Иртыша и некоторые особенности формирования и использования стока 43

Л. К. Малик. Задачи географических исследований в Западной Сибири в связи с проблемой переброски части стока сибирских рек на юг 47

Г. В. Бачурин. Проблема перераспределения водных ресурсов в Среднем регионе и задачи изучения природы северных районов Западной Сибири 52

И. А. Волков. Проблема переброски части стока сибирских рек на юг и транссибирский речной путь 56

А. З. Амусья. Подземный сток южной части Западно-Сибирской равнины . . . 61

Т. М. Черная. Подземный сток на территории озерных водосборов степной и лесостепной частей Западно-Сибирского артезианского бассейна . . . 70

В. М. Савкин. Развитие берегов сибирских водохранилищ в период их заполнения и эксплуатации 77

П. С. Панин, В. А. Казанцев, Х. Х. Мелеск. О некоторых особенностях поступления и переноса водорастворимых веществ в лесостепной зоне Западной Сибири 84

II. Ландшафты и охрана природной среды

В. А. Николаев, Д. В. Пучкова. Геоморфологические аспекты освоения Западно-Сибирской равнины 89

Н. И. Михайлов. Новые материалы о ландшафтной структуре лесоболотной зоны Среднего региона 95

Г. Е. Коломиец. Характеристика ландшафтных районов Обской поймы . . . 101

И. Б. Петров. Исследования поймы Иртыша в зоне предполагаемого первоочередного изъятия стока для переброски на юг Срединного региона . . 110

Н. И. Баглаева. О ландшафтных исследованиях бассейна оз. Чаны 114

А. Г. Поползин. Охрана природы озер юга Западной Сибири и Северного Казахстана 117

III. Почвы и мелиорация земель

М. И. Нейштадт. Проблемы Западной Сибири в связи с ее заболоченностью . . 121

В. С. Мезенцев, Г. В. Белоненко. Обоснование экономических оросительных норм 124

А. С. Хоментовский, Ю. М. Нестеренко. Водообеспеченность степной зоны западной части Срединного региона и межбассейновые переброски сибирской воды в Среднюю Азию 128

И. Н. Угланов. О некоторых вопросах мелиоративного освоения земель на юге Западно-Сибирской равнины 129
В. С. Кусковский. Влияние форсированных уровней на берега глубоководных водохранилищ Сибири (на примере Красноярского) 140
Г. Л. Самсонов. Оценка сложности мелиоративно-гидрогеологических условий южной части Западной Сибири в пределах Омской и Новосибирской областей 144
П. С. Панин. Особенности орошения яровой пшеницы в условиях Западной Сибири 149
Л. В. Воронина. Почвенно-климатические процессы на солонцах при опытном орошении 153
С. И. Черноусов. Грунты Кулунды 158
Л. В. Березин. К вопросу о производственно-мелиоративной группировке солонцов Западной Сибири 166
В. В. Бирюков. Земельный фонд Барабинской низменности и перспективы его использования 171
В. А. Кульшин. Условия формирования и некоторые особенности подзолистых почв легкого механического состава среднетаежной подзоны Обь-Иртышского междуречья 176

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА ВОД НА ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ СИБИРИ

Ответственный редактор
Владимир Николаевич Сакс

Утверждено к печати Новосибирским отделом
Географического общества СССР

Редакторы издательства *А. К. Соколов, Н. Г. Рязанова*
Художественный редактор *М. Ф. Глазырина*
Художник *Н. А. Пискун*
Технический редактор *А. В. Сурганова*
Корректоры *Е. Н. Зимина, В. В. Борисова*

ИБ № 10450

Сдано в набор 16.07.79. Подписано к печати 04.06.80. МН-05235. Формат 70×108¹/₁₆. Бумага типографская № 2. Литературная гарнитура. Высокая печать. Усл. печ. л. 16,1. Уч.-изд. л. 17,5. Тираж 1000 экз. Заказ № 603. Цена 3 руб.

Издательство «Наука», Сибирское отделение. 630099, Новосибирск, 99, Советская, 18.
4-я типография издательства «Наука». 630077. Новосибирск. 77. Станиславского. 25.