

# РЕЧНОЙ СТОК ОБСКОГО БАССЕЙНА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ



НОВОСИБИРСК 1986

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

**РЕЧНОЙ СТОК  
ОБСКОГО БАССЕЙНА  
И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

**НОВОСИБИРСК 1986**

Речной сток Обского бассейна и его использование: Сб. науч. тр. /АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т геологии и геофизики. Редкол.: д.г.-м.н. В.А.Николаев, к.г.н. В.М.Савкин (отв.ред.) и др. -Новосибирск, 1986. - 135 с.

Освещаются гидрологические и водохозяйственные вопросы использования стока в бассейне Оби, возможность и необходимость его регулирования в целях комплексного применения. Показано влияние изменения водности рек в сезонном и многолетнем разрезах на решение водохозяйственных задач, развитие инженерно-геологических и русловых процессов, формирование лесной и водной растительности.

Сборник представляет интерес для специалистов научных и проектных организаций, связанных с водно-мелиоративным строительством, а также преподавателей геолого-географических специальностей.

#### Редколлегия

чл.-кор. АН СССР О.Ф.Васильев, д.г.-м.н. В.А.Николаев (отв.ред.),  
к.г.н. В.М.Савкин (отв.ред.), к.г.н. Н.В. Вострякова,  
к.г.-м.н. В.С.Кусковский

#### Рецензенты

д.г.-м.н. С.А.Архипов (ИГиГ СО АН СССР),  
к.г.н. В.М.Топоров (ЗапСибНИИ Госкомгидромета)

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Постановка современных задач экономного и эффективного использования водных ресурсов сибирских рек, вызывает необходимость детальной гидролого-географической характеристики районов первоочередного и перспективного водохозяйственного строительства. Развитие водных мелиораций на юге Западной Сибири и возрастающие требования к качеству речных вод выдвигают задачу оптимизации использования незарегулированного речного стока, а также водных запасов существующих и проектируемых водохранилищ. В ближайшее время необходимо коренным образом улучшить напряженные водохозяйственные балансы, обосновать и осуществить природоохранные мероприятия при гидротехническом строительстве. В связи с этим изучение изменений речного стока в Обском бассейне под влиянием природных и антропогенных факторов и связанное с этим изменение природных условий рек и прилегающих территорий, является весьма актуальным.

С позиций комплексного использования речного стока Обского бассейна наиболее напряженный водохозяйственный баланс сложился на Верхней Оби. Здесь сосредоточены основные водопотребители, и в ее границах практически замыкается зона интенсивного сельскохозяйственного производства. В то же время формирующиеся здесь водные ресурсы оказывают существенное влияние на распределение речного стока Средней Оби, особенно в маловодные годы и сезоны.

Сопоставление многолетних и внутрисезонных колебаний речного стока Обского бассейна с перспективной водохозяйственной нагрузкой выявляет дефициты стока в отдельные маловодные периоды по природоохранным и народнохозяйственным требованиям. Это вызывает необходимость глубокого многолетнего регулирования стока и разработки научных основ управления им. В порядке дискуссии как частичное решение этой проблемы рассматривается возможность создания Сибирского речного пути.

Следует учитывать, что особенности и масштабы регулирования речного стока оказывают влияние на развитие береговых и русловых процессов. Изменение гидрологического режима под влиянием регулирования обуславливает изменение направленности береговых и русловых процессов и связанных с ними природных систем. Прогноз же их развития тесно связан с динамикой использования водных ресурсов рек и водохранилищ.

Лаборатория водных проблем ИГиГ СО АН СССР, являясь организатором Комплексной межинститутской экспедиции СО АН СССР по перераспределению водных ресурсов Сибири, объединяла специалистов различного профиля, изучавших как водные ресурсы Обского бассейна, так и природные процессы, развивающиеся в зависимости от водности рек. В предлагаемом сборнике в основном изложены результаты этих исследований, выполненных в XI пятилетке. Некоторые статьи сборника, посвященные вопросам водных мелиораций в Западной Сибири, были представлены как доклады на секции "Проблемы мелиорации, использования водных ресурсов и охрана окружающей среды" Всесоюзной конференции "Развитие производительных сил Сибири и задачи ускорения научно-технического прогресса" (Новосибирск, 1985 г.).

ОЦЕНКА ВОДНО-РЕСУРСНОЙ СИТУАЦИИ В ОБСКОМ БАССЕЙНЕ  
В СВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
РЕЧНОГО СТОКА

Осуществление намечаемых программ интенсивного агропромышленного освоения Западной Сибири, а также программы долговременных мелиораций в стране связаны с возрастанием использования водных ресурсов и обуславливают необходимость их детального изучения. Оценка ресурсов производится по гидрологическим характеристикам рек, одной из важнейших — является внутригодичное распределение стока. Вопросы исследования и расчета внутригодичного режима стока вызваны запросами практической деятельности и имеют основополагающее значение для проектирования водохозяйственных мероприятий. В подавляющем большинстве случаев именно внутригодовым режимом стока с учетом его многолетних изменений определяются основные параметры водохозяйственных систем, в частности, максимальный полезно используемый расход и необходимая зарегулированность стока.

В настоящее время в водохозяйственной практике применяется расчет сезонного и месячного распределения стока по методу В. Г. Андреянова (1960) и другие методы, использующие в той или иной мере основные положения указанной методики, в частности метод реальных лет. В статье выполнен расчет внутригодичного распределения стока по основным гидрологическим створам Оби и Иртыша по методу реальных лет для различной водности (5, 25, 50, 75 и 95 %-ной обеспеченности — р).

Методики, основанные на анализе формирования внутригодичного режима стока под воздействием физико-географических факторов, позволяют объективно установить особенности распределения стока в годы различной водности и правильно оценить величину стока в лимитирующий период и сезон.

Внутригодовой режим стока обуславливается как режимом климатических факторов, которые существенно изменяются в течение года и из года в год, так и факторов естественного регулирования водосбора, которые хоть и относительно стабильны, но их влияние количественно различно в разные годы.

Большая протяженность рассматриваемой территории с юга на север обуславливает разный характер формирования внутригодового распределения стока, которое, как и другие гидрологические характеристики режима подчиняется принципу широтной зональности. В частности, все эти основные положения относятся и к таким большим рекам, как Обь и Иртыш, но здесь сказывается совокупный результат влияния многих факторов и, особенно, многочисленных крупных притоков, протекающих в различных высотных и климатических зонах. Анализ полученных расчетов распределения стока по месяцам в зависимости от водности года по створам Оби и Иртыша показывает, что в многоводные и отчасти в средние по водности годы отмечается более равномерное распределение стока между весенними и летне-осенними месяцами, в маловодные — менее равномерное.

Основной процент стока в Новосибирске проходит в мае (23–29 %) и июне (15–25), ниже, в районе Колпашево, наблюдается то же процентное соотношение, с некоторым увеличением долей майского (до 33) и июньского стока (18,6) в маловодные годы. По мере движения вниз (с Белогорье, Салехард) основные объемы стока перераспределяются уже более-менее равномерно, между июнем и июлем (17–23 %). Значительно выше, по сравнению с Новосибирском, процент стока в августе (9–13).

Сток зимних месяцев XII–III в Новосибирске–Колпашево находился в пределах 1,5–2,5 %, в Белогорье–Салехарде — 2,0–3,0 и везде на 0,5–1,0 % выше в маловодные годы. На Иртыше у Тобольска, как и у Новосибирска, наибольший процент стока отмечался в мае (20–22) и июне (20–24), зимний же (XII–III месяцы) не превышал 1,6–3,7 %. Достаточно наглядная картина изменения внутригодового распределения стока по створам Оби и Иртыша для лет различной водности показана на рисунке. Как уже не раз отмечалось многими авторами (Плиткин, 1976; Малик, 1979), современное распределение стока Оби и Иртыша изменилось в результате его регулирования водохранилищами.

В бассейне Оби к настоящему времени сооружено четыре крупных водохранилища, из них три на Иртыше и одно на Оби, а также несколько небольших водохранилищ на притоках (в том числе Тоболле и Ишиме), имеющих местное значение. Суммарный полезный объем четырех водохранилищ составляет 36,7 км<sup>3</sup> или 9 % от среднего-

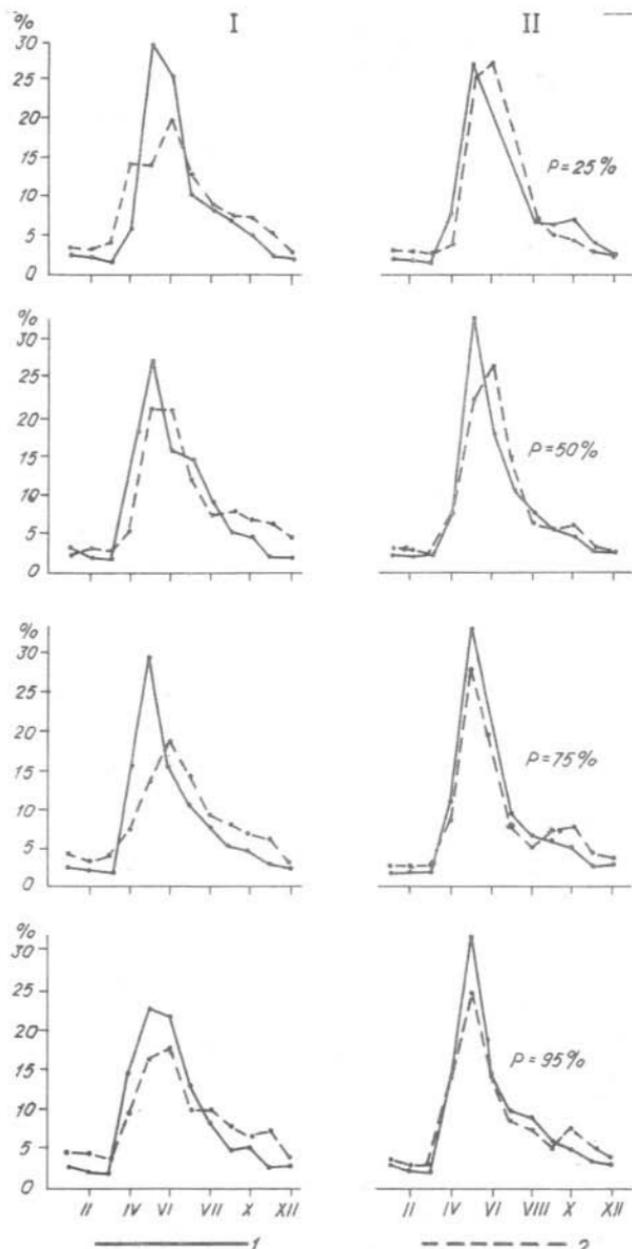
дового стока Оби в устье. Новосибирское водохранилище имеет полезный объем  $4,4 \text{ км}^3$ , что равно лишь 8 % зарегулированного среднегодового стока. Кроме этого, необходимо отметить, что с 1962 г. началась длительная фаза маловодья (средний сток составлял 0,9 от нормы), которая продолжается уже 20 лет и, очевидно, продолжится еще 1,5–2,0 десятка лет (Моделирование..., 1985).

Несмотря на то, что водные ресурсы Оби в среднем и нижнем течении весьма значительны и в настоящее время превышают потребности народного хозяйства, в самом Новосибирском водохранилище уже сейчас в маловодные годы не хватает около  $1,0 \text{ км}^3$  воды. В отдельные периоды различных по водности лет ситуация еще более обостряется. Особенно наглядно за последние годы маловодье 1980–1982 гг., когда даже не годовая маловодность этих лет, а маловодность летне-осенних периодов привела к сработке регулирующей призмы и понижению уровня водохранилища ниже уровня мертвого объема (УМО) на 1,28 и 1,88 м.

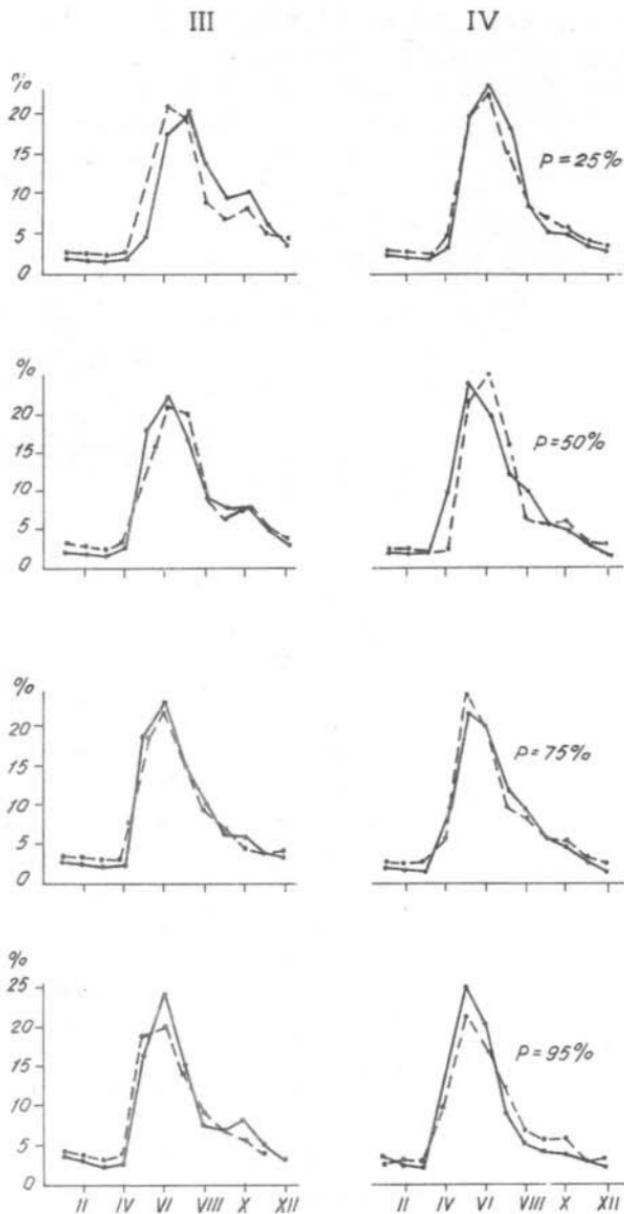
На Иртыше создано два водохранилища, строится Шульбинское, но наибольшую роль в регулировании его стока играет Бухтарминское с полезным объемом  $30,6 \text{ км}^3$ . Оно контролирует 20 % стока бассейна. Заполнение водохранилища совпало с маловодным периодом, в результате чего в 1968–1974 гг. его регулирующая призма была сработана до минимума, а к апрелю 1975 г. из полезного объема в водохранилище осталось всего  $2,3 \text{ км}^3$ . Водные ресурсы Иртыша в створе Тобольска составляют  $67,4 \text{ км}^3$ , в Ханты-Мансийске –  $84 \text{ км}^3$ .

Расчитанное нами за два периода (до и после регулирования) распределение и изменение месячного стока в сочетании с исследованием многолетних колебаний годового и сезонного стока могут служить основой для детальных водохозяйственных проработок. Наиболее существенно сток в весенние (V–VI месяцы) снизился в Новосибирске, в Колпашево эти изменения менее существенны, а в Белогорье и Салехарде практически отсутствуют. Зимний сток значительно (до 3–4 %) повысился в Новосибирске и на 0,5 % в Колпашево, что особо ощутимо в маловодные годы (см. рисунок).

Сравнительный анализ изменений внутригодового распределения стока может также осуществляться путем сопоставления средних значений месячного и годового стока в естественных и изме-



Внутригодовое распределение стока в естественных (I) и зарегули-



рованных (2) условиях для лет различной водности ( $p=25, 50, 75, 95\%$ ):  
 I - Новосибирск, II - Колпашево, III - Белогорье, IV - Тобольск.

ненных условиях за достаточно длительные периоды времени. А так как относительное распределение сезонного стока за периоды различной продолжительности является достаточно устойчивым, то можно в качестве многолетнего принять относительное изменение стока за фактические периоды до и после регулирования (Веретенникова, 1982).

Сравнительный анализ внутригодового распределения стока за естественный (1933–1956 гг.) и зарегулированный (1957–1983 гг.) периоды в створе Новосибирска показывает (табл. 1), что здесь произошли наиболее существенные преобразования, которые соответствуют изменениям балансовых характеристик водохранилища и определяются режимом его регулирования. Расходы весенне-летне-осеннего периода (апрель – октябрь) снизились и составляют от 71 в мае до 97 % в октябре бытового стока. Наиболее существенное снижение до 1500 м<sup>3</sup>/с произошло в мае. Сток же зимних месяцев (XII–III) существенно возрос и составил 112–120 % естественного. В увеличившемся более чем в 2,5 раза за счет впадения крупных многоводных притоков створа в районе Колпашево ( $w_{\text{ср.много.}} = 131 \text{ км}^3$ ), также наблюдаются некоторые изменения. В зимние месяцы (XII–III) он составляет 104–132 %, в остальные – снизился и равен 82–96 % естественного. Основные изменения в створах Белогорья и Салехарда происходят за счет совокупных изменений стока Верхней и Средней Оби и Иртыша. В створе Белогорье отмечается небольшое увеличение зимних расходов (XII–III) на 15–25 %, расходы июня – октября понизились на 1–6 %. У Салехарда изменения незначительны, наибольшее увеличение зимних расходов на 600–700 м<sup>3</sup>/с, снижение же стока, наблюдающееся лишь в октябре – ноябре, находится в пределах всего 1–8 %. По мере движения вниз от створа плотины наблюдается сдвиг во времени в начале снижения стока. Если в Новосибирске оно фиксируется в апреле, то в Колпашево – уже в мае, в Белогорье – практически в июле, а в Салехарде – октябре – ноябре и находится в пределах точности расчетов.

Анализ изменений внутригодового стока Иртыша по отдельным створам (табл. 2) показывает, что в Омске – Усть-Ишиме зарегулированный сток декабря–апреля увеличился приблизительно в одинаковых пределах на 25–55 %, сток весенне-летнего периода понизился и составляет от 59 до 93 % бытового. Антропогенное изменение стока нижнего Иртыша (у Тобольска) менее значительно. Расходы

Таблица I

Изменение среднемесячных расходов воды р.Оби по створам  
в зарегулированных условиях в сравнении с бытовыми

Створ, расстоя- ние от плотины, км	Изменение стока: $\Delta Q$ в м <sup>3</sup> /с и в % от бытового												за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Новосибирск	<u>194</u>	<u>255</u>	<u>341</u>	<u>-433</u>	<u>-1476</u>	<u>-625</u>	<u>-380</u>	<u>-235</u>	<u>-159</u>	<u>-33</u>	<u>193</u>	<u>61</u>	<u>-195</u>
23	<u>144</u>	<u>170</u>	<u>200</u>	<u>-81</u>	<u>-71,5</u>	<u>-85,1</u>	<u>-87,6</u>	<u>-88,7</u>	<u>-89,9</u>	<u>-97,4</u>	<u>126</u>	<u>112</u>	<u>-89,4</u>
Колпашево	<u>43</u>	<u>186</u>	<u>273</u>	<u>314</u>	<u>-1431</u>	<u>-1619</u>	<u>-702</u>	<u>-445</u>	<u>-419</u>	<u>-372</u>	<u>-66</u>	<u>-97</u>	<u>-445</u>
564	<u>104</u>	<u>119</u>	<u>132</u>	<u>110</u>	<u>-82,3</u>	<u>-85,5</u>	<u>-88,5</u>	<u>-88,8</u>	<u>-87,4</u>	<u>-88,1</u>	<u>-96,4</u>	<u>-93,1</u>	<u>-89,5</u>
с.Белогорье	<u>624</u>	<u>623</u>	<u>638</u>	<u>504</u>	<u>843</u>	<u>302</u>	<u>-1560</u>	<u>-80</u>	<u>-285</u>	<u>-577</u>	<u>-69</u>	<u>664</u>	<u>23</u>
1834	<u>118</u>	<u>121</u>	<u>125</u>	<u>115</u>	<u>105</u>	<u>-98,8</u>	<u>-93,6</u>	<u>-99,4</u>	<u>-96,9</u>	<u>-93,2</u>	<u>-98,8</u>	<u>115</u>	<u>100</u>
Салехард	<u>612</u>	<u>621</u>	<u>559</u>	<u>436</u>	<u>-61</u>	<u>2023</u>	<u>2210</u>	<u>686</u>	<u>72</u>	<u>-889</u>	<u>-231</u>	<u>770</u>	<u>574</u>
2700	<u>114</u>	<u>118</u>	<u>119</u>	<u>114</u>	<u>-99,6</u>	<u>106</u>	<u>108</u>	<u>103</u>	<u>100</u>	<u>-91,7</u>	<u>-96,3</u>	<u>116</u>	<u>105</u>

Примечание. Период 1933-1956 гг. - бытовой режим, 1957-1983 гг. - зарегулированный,  
числитель -  $\Delta Q = Q_{зар.} - Q_{быт.}$ ; знаменатель - % изменения =  $Q_{зар.}/Q_{быт.}$

Таблица 2

Изменение среднемесячных расходов воды Иртыша по створам  
в зарегулированных условиях в сравнении с бытовыми

Створ, расстояние от плотины, км	Изменение стока: $\Delta Q$ в м <sup>3</sup> /с и в % от бытового												за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Омск	90	138	145	205	-157	-789	-651	-243	-128	-49	2	81	-106
1265	125	142	150	131	-93,1	-66,6	-59,2	-76,0	-84,5	-93,7	100	125	-88,7
Усть-Ишим	124	155	194	323	-523	-644	-823	-428	-118	-72	27	104	-178
2075	130	140	155	145	-826	-80,0	-65,0	-70,1	-88,2	-92,3	104	123	-86,5
Тобольск	91	107	160	440	203	-672	-806	-533	-195	-223	-110	70	-133
2452	115	119	132	139	104	-88,4	-80,2	-78,9	-89,1	-86,5	-90	109	-93,8

Примечание. Период 1923-1959 гг. - бытовой режим, 1960-1982 гг. - зарегулированный,  
числитель -  $\Delta Q = Q_{\text{зар.}} - Q_{\text{быт.}}$ ; знаменатель - % изменения =  $Q_{\text{зар.}}/Q_{\text{быт.}}$ .

воды зимних месяцев повысились на 9–39 %, а июня–октября уменьшились на 10–21 %. И если в Усть-Ишиме и Омске наибольшее уменьшение стока наблюдалось в июне, то в Тобольске оно сместилось на август.

Влияние Бухтарминского водохранилища на годовой сток и его внутригодовое распределение особенно существенно в экстремальные по водности годы. Так, в многоводном 1986 г. водохранилище задержало 15,7 км<sup>3</sup> стока половодья, что снизило сток у Омска на 35 %, а у Тобольска на 19 %. В маловодном 1974 г. водохранилище сработало 11,6 км<sup>3</sup> из ранее аккумулированных запасов воды, за счет чего годовой сток увеличился соответственно на 87 и 22 %. Наиболее заметно снижение весенне–летнего и повышение зимнего стока в маловодные годы 95 %-ной обеспеченности (см. рисунок).

Основное практическое значение имеет распределение стока между сезонами года, а также сток критического по водности лимитирующего периода и внутри него – лимитирующего сезона. В зависимости от режима реки выделялись и назначались границы сезонов, а для облегчения территориальных обобщений и удобства их использования в водохозяйственной практике границы их приняты постоянными.

Характерной фазой гидрологического режима Оби является весенне–летнее половодье продолжительностью от 3 до 5 месяцев, сменяющееся летне–осенним периодом от 4 до 2 месяцев и продолжительной зимней меженью. В соответствии с этим установлены границы сезонов. За лимитирующий период приняты оба маловодных сезона – лето–осень и зима, а за лимитирующий сезон – зима (табл. 3). Из таблицы видно, что независимо от водности года по длине Оби при движении с юга на север доля весеннего и весенне–летнего стока уменьшалась (в %) от 76–79 в Новосибирске, до 67–78 в Колпашево и 65–70 в с.Белогорье и Салехарде, а доля летне–осеннего – наоборот, увеличивалась (в %) от 30 в Новосибирске до 40–50 в Белогорье – Салехарде. Зимний сток увеличивался несущественно от 9–12 % в Новосибирске, до 11–17 – в Белогорье – Салехарде. Изменение стока лимитирующего периода подчиняется общей закономерности и в зависимости от водности года он увеличивался от 30 % в Новосибирске до 40–50 в Белогорье. Сток лимитирующего сезона увеличивался несущественно.

Таблица 3

Распределение сезонного стока по створам рек Оби и Иртыша для лет различной водности в бытовых и зарегулированных условиях

Характеристика стока	Сток по периодам в % от годового											
	до регулирования						после регулирования					
	сезонный сток				сток лимит. периода	сток лимит. сезона	сезонный сток				сток лимит. периода	сток лимит. сезона
	весна	весна-лето	лето-осень	зима			весна	весна-лето	лето-осень	зима		
IV-VI	IV-VIII	VI-XI	XI-III	VI-III	XII-III	IV-VI	IV-VIII	VI-XI	XI-III	VI-III	XII-III	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	р.Обь у Новосибирска											
Средний за период	52,9	76,3	39,7	10,8	33,3	7,5	46,2	69,1	41,1	17,3	40,2	12,6
Очень многоводный	57,8	79,2	35,5	10,3	28,7	6,5	53,4	73,6	37,7	13,1	33,3	8,8
Многоводный	60,5	79,0	32,3	9,3	32,3	7,0	47,1	68,6	40,5	17,2	39,9	12,2
Средний	55,8	79,4	35,4	10,8	29,5	8,7	47,3	66,5	40,1	19,0	40,9	12,6
Маловодный	59,8	77,8	31,1	12,2	30,0	9,1	39,9	63,5	45,1	20,9	45,4	14,8
Очень маловодный	59,1	79,0	32,6	10,8	29,2	8,3	42,4	62,1	41,8	22,9	47,9	15,8

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	р.Обь у Колпашево													
Средний за период	55,0	74,8	36,2	12,3	32,9	8,7	53,3	73,0	36,1	14,6	34,9	10,7		
Очень многоводный	52,0	72,8	39,7	13,0	36,2	8,3	48,0	72,5	41,8	12,9	37,5	10,1		
Многоводный	55,5	75,2	36,5	12,0	32,0	8,2	53,6	73,9	37,5	13,4	32,8	8,2		
Средний	48,1	69,5	44,1	13,1	25,3	7,6	56,1	74,7	31,7	15,3	32,1	12,2		
Маловодный	62,4	78,1	29,2	11,1	28,4	8,3	56,4	69,2	32,2	15,7	35,9	11,3		
Очень маловодный	58,3	76,9	31,6	13,3	32,1	10,1	52,7	68,2	34,2	18,1	38,8	12,9		
	р.Обь у Белогорья													
Средний за период	38,1	69,6	50,8	15,7	41,8	11,0	38,6	68,5	48,3	17,6	42,8	13,0		
Очень многоводный	28,5	74,0	63,7	11,7	43,5	7,6	33,2	68,4	54,1	17,5	46,3	12,6		
Многоводный	29,6	63,2	59,9	16,6	50,1	10,4	35,1	75,2	53,8	14,6	40,0	11,1		
Средний	42,7	68,9	47,6	14,9	40,3	9,5	36,7	65,9	49,7	19,0	43,4	13,7		
Маловодный	44,9	70,3	42,7	16,5	39,8	12,1	44,1	68,5	40,9	19,0	41,1	14,9		
Очень маловодный	43,5	66,5	43,7	17,8	41,2	12,7	45,8	64,5	37,5	23,5	43,2	16,8		

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
р.Обь у Салехарда												
Средний за период	33,7	68,1	55,6	14,8	46,8	10,6	33,3	67,3	54,1	16,3	46,9	12,5
Очень многоводный	28,0	66,7	56,1	13,1	46,6	9,1	29,1	71,0	61,5	12,8	48,7	9,3
Многоводный	30,1	68,6	58,2	16,0	49,6	11,8	28,6	69,5	60,5	14,5	49,6	10,9
Средний	39,0	70,8	51,8	13,3	41,9	9,3	33,8	64,3	51,8	17,9	47,3	14,3
Маловодный	34,6	65,4	53,5	16,9	47,5	11,9	40,7	70,7	45,6	17,0	38,5	13,5
Очень маловодный	42,2	71,7	46,8	14,4	30,8	11,0	45,4	67,8	40,9	16,9	42,2	13,4
р.Иртыш у Тобольска												
Средний за период	47,3	72,9	43,2	13,8	36,8	9,5	50,0	71,7	38,2	15,9	36,5	11,8
Очень многоводный	49,3	75,1	42,2	12,3	34,7	8,5	45,3	72,7	44,4	14,1	37,9	10,0
Многоводный	47,3	75,2	41,8	14,1	33,5	10,5	48,3	72,3	40,9	14,2	36,4	10,6
Средний	53,6	76,1	37,1	12,5	34,2	9,4	50,4	72,3	38,9	14,1	36,0	10,6
Маловодный	50,4	72,7	40,5	15,9	38,6	10,4	50,8	70,2	35,2	17,3	38,5	13,7
Очень маловодный	61,2	76,4	27,0	15,2	29,4	11,9	50,8	68,0	32,5	21,8	36,1	16,8

К настоящему времени сезонное распределение стока несколько изменилось, как и в месячном распределении, наиболее существенно в Новосибирске и отчасти в Колпашево (см. табл. 3).

Современное распределение сезонного стока по створам Оби представляется в следующем виде. Весенне-летний сток снизился и составляет 62-73 % годового в Новосибирске и 68-75 - в Колпашево. Особенно заметно снижение стока в маловодные годы. Зимний сток (XI-III) стал достигать в Новосибирске (в %) 13-23 по сравнению с 9-12 прежними, в Колпашево 13-18 годового. Сток лимитирующего периода в Новосибирске составляет для лет разной водности 33-45, т.е. увеличился на 3-15, а лимитирующего сезона - увеличился на 4-10 %.

Аналогичные изменения наблюдаются и в Белогорье, но величины незначительны (2-5 %) и касаются главным образом стока лимитирующего сезона.

Антропогенное изменение стока Нижнего Иртыша (в Тобольске), хоть и отмечается в средних величинах, как мы видим в табл. 2, малоощутимо при сравнении лет одинаковой водности (см. табл. 3). Осенне-летний сток понизился незначительно (на 2-8 %), зимний (XI-III месяцы) - на столько же повысился. Наиболее существенные изменения наблюдаются в маловодные годы 95 %-ной обеспеченности. Все это связано с характером многолетнего регулирования Бухтарминским водохранилищем и влиянием периода маловодья.

Проведенный анализ внутригодового распределения стока с выявлением его особенностей и изменений использован для оценки водно-ресурсной ситуации в основных гидрологических створах Оби и Иртыша с учетом внутри- и межбассейновых изъятий стока и влияния хозяйственной деятельности на уровне 2000 г.

Началом существенных антропогенных изменений годового и сезонного стока Оби и Иртыша в их верхнем и среднем течении считается конец 50-х - начало 60-х гг. Это связано в основном со строительством и вводом в действие водохранилищ Новосибирской и Бухтарминской ГЭС. Дальнейшее развитие этого процесса будет происходить со строительством Шульбинской ГЭС на Иртыше, Крапивинской ГЭС на Томи, водохранилища которых будут располагать общим полезным объемом около 22 км<sup>3</sup>, с увеличением забора воды в действующий канал Иртыш - Караганда до проектной

величины  $2,2 \text{ км}^3$  и дальнейшим возрастанием безвозвратных потерь при коммунально-промышленном водоснабжении, орошении и т.д. Оценка водно-ресурсной ситуации в бассейне Средней и Нижней Оби и Нижнего Иртыша на уровень 2000 г. была выполнена методом реальных лет. В качестве гидрологической основы по всем створам сделана выборка характерных водохозяйственных лет различной обеспеченности (50, 75, 90 и 95 %), а также лет с минимальной в ряду водностью. Для отдельных пунктов учитывались годы с высокой или очень высокой водностью. С целью детального выявления экстремально напряженных условий по стоку дополнительно рассматривались годы с наиболее низким стоком в лимитирующий сезон (XII-III месяцы) и лимитирующий период (VIII-XI месяцы). Подбирались годы, отличающиеся своеобразием внутригодового и сезонного распределения стока. При этом выборка делалась из рядов, используемых при расчетах институтом "Союзгипроводхоз" и Государственным гидрологическим институтом. Рассмотрение такого диапазона гидрологических условий позволяет с определенной достоверностью спрогнозировать гидрологическую обстановку на перспективу. Водохозяйственная нагрузка на речной сток принята с учетом широкого развития мелиорации на юге Западной Сибири, безвозвратных антропогенных потерь на народнохозяйственные нужды с учетом всех видов хозяйственной деятельности, влиянием на изменение стока существующих, строящихся и перспективных водохранилищ Обь-Иртышского бассейна, а также проектировавшимся ранее изъятием стока в объеме 28 и  $25 \text{ км}^3$  в год.

Ввиду ограниченности объема статьи приводятся данные лишь по трем основным створам (Новосибирск, Белогорье, Тобольск) и краткие, наиболее характерные выборки из расчетных таблиц.

По створу Новосибирск проанализированы 14 лет различной водности с характерным внутригодовым и сезонным распределением стока, из них 5 лет с близкой к средней водностью и различным распределением стока по месяцам, 6 лет с водностью, близкой к 90 и 95 %-ной обеспеченности. Кроме того, подобраны самые минимальные по водности годы из различных водохозяйственных рядов (1982 и 1933-1934 гг.). Взяты и два года низкой водности, близкой к 75 %-ной обеспеченности, а также год очень высокой водности (6 %) по водохозяйственному ряду "Союзгипроводхоза" с минимальным стоком в I-III месяцы.

Водохозяйственная нагрузка на сток в створе принята с учетом изъятия стока на орошение юга Западной Сибири, обеспечения судоходных и природоохранных расходов воды ниже створа. Перераспределение стока во времени принято с учетом регулирования Новосибирским и строящимся Еландинским водохранилищем.

Максимальная нагрузка на сток в створе отмечается в IV-VII и IX-X месяцах, при этом в течение IV-VII месяцев влияние Еландинского водохранилища увеличивает изъятие стока на его заполнение, а в остальные - снижает напряженность водохозяйственного баланса, особенно улучшая водообеспеченность зимнего периода. В годы средние по водности водные ресурсы Оби в створе Новосибирска в основном удовлетворяют перспективные требования водопотребителей и водопользователей, и лишь в IV месяце возможен дефицит стока. В апреле он объясняется тем, что суммарное потребление во всех вариантах превышает среднемноголетнюю норму стока этого месяца. Но этот дефицит может быть компенсирован за счет снижения попуска в нижний бьеф на  $300 \text{ м}^3/\text{с}$  и некоторого изменения графика заполнения водохранилища. Дефицит стока в сентябре-октябре в отдельные годы 50 %-ной обеспеченности связан с той же причиной (суммарное водопотребление почти равно среднемноголетней норме расходов этих месяцев).

В отдельные маловодные годы 75 %-ной и особенно 90 и 95 %-ной обеспеченности дефицит стока отмечается с апреля по октябрь, а величины его очень значительны, достигая в апреле  $1300 \text{ м}^3/\text{с}$  (табл. 4).

Выявленные закономерности распределения речного стока в створе Новосибирска и его использования на перспективу еще раз наглядно подтверждают необходимость более глубокого многолетнего регулирования стока Верхней Оби.

Создание Еландинского водохранилища на р. Катунь емкостью  $3 \text{ км}^3$ , дающего возможность осуществить многолетнее регулирование, позволит несколько увеличить приток к створу Новосибирской ГЭС в период сработки Новосибирского водохранилища, что улучшит водохозяйственную обстановку в его нижнем бьефе. Однако полностью водохозяйственные задачи это не решит.

Максимальное удовлетворение возрастающих требований водопользователей и водопотребителей в створе Новосибирска может

Распределение расчетного условно "свободного" стока р.Обь - Новосибирская ГЭС  
в годы и сезоны различной водности

Модельный год	Обеспеченность, %	Особенности модельного года, периода	Среднемесячный условно "свободный" сток, м <sup>3</sup> /с											
			У	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
1975	49	Ближайший к среднему по водности год	233	2196	1114		-54	38	491	331	474	442	315	536
			433	2682	1458	43	-87	-28	335	138	239	409	116	658
1979	48	Год, близкий к среднему по водности, сток IV близок к среднемугодовому минимуму	1653	1945	344	63	176	168	1048	790	366	422	238	-834
			1853	2432	688		143	102	892	597	131	389	29	-712
1981	93	Год, близкий к 90 %-ной обеспеченности из ряда 1958-1983 гг. сток VII равен среднемугодовому минимуму, а VII - выше средних величин	-167	125	-506		-104	18	772	830	480	491	352	-504
			33	612	-262	-57	-137	-48	616	637	245	458	153	-382
1974	93	Самый минимальный по водности год из ряда 1958-1983 гг.. Сток VI-IX месяцев равен среднемугодовому минимуму	233	-65	-506	-197	-390	-132	590	395	417	506	261	-124
			433	422	-162		-423	-198	434	202	182	473	62	-2
1982	92,5	Один из самых маловодных из ряда 1958-1983 гг. Сток VII равен среднемугодовому минимуму	-37	446	-576	33	-174	-179	801	379	528	491	206	-794
			163	932	-232		-207	-246	645	185	290	458	7	-672
1933-1934	96	Самый минимальный по водности год из ряда 1930-1960 гг. "обводнения" гидроузлов	883	-45	-86	343	226	-174	194	262	259	206	-26	-1301
			1083	442	258		193	-240	38	69	24	173	-225	-1179
1968	87	Год низкой водности с минимальным стоком в XI-XII мес. и близким к среднемугодовому минимуму стоком VII-X	913	795	-506	-167	-374	-350	378	311	432	413	368	166
			1113	1282	-162		-407	-416	222	118	197	380	169	288

Примечание. Числитель - условно "свободный сток" с учетом влияния Новосибирского и Еландинского водохранилищ. Знаменатель - то же, но с учетом только Новосибирского водохранилища.

быть достигнуто только строительством Каменского водохранилища, позволяющего осуществить глубокое многолетнее регулирование стока Оби в ее верхнем течении. Полезная емкость Каменского водохранилища по предварительным ориентировочным расчетам на уровне 1990 г. должна быть не менее 3,2 км<sup>3</sup>. Это позволит осуществлять гарантированные попуски в нижний бьеф Новосибирского водохранилища в объемах не менее 1400 м<sup>3</sup>/с в период навигации и 500 м<sup>3</sup>/с при ледоставе. На уровне 2000 г. возможно увеличение емкости Каменского водохранилища до 5,5 км<sup>3</sup>. Это позволило бы повысить обеспеченность попусков в нижний бьеф и гарантировать отъемы воды из верхнего бьефа Новосибирской ГЭС в объеме до 5,8 км<sup>3</sup> в год. Минимальный полезный объем Каменского водохранилища, исходя из величин изъятия для целей ирригации из Новоси-

бирского водохранилища и сохранения существующего режима попусков в нижний бьеф, должны быть не менее  $2,1 \text{ км}^3$ .

На Иртыше у Тобольска характерно наибольшее возрастание потребностей в водных ресурсах, особенно в перспективе на 2000 год, при условии изъятия части стока Иртыша для обводнения засушливых районов.

При этом водозабор у Тобольска будет базироваться на остаточном стоке Иртыша в этом створе, а приточность будет зависеть от объемов безвозвратного изъятия выше створа и от величины гарантированных расходов воды на судоходство и зимних расходов в створе Омска. Однако забор воды будет осуществляться неравномерно как в месячном, так и в годовом объеме в зависимости от водности Иртыша. Эта неравномерность водозабора в разные годы может быть сглажена регулирующей емкостью, которая повысит водообеспеченность мелиоративных мероприятий, т.е. созданием водохранилища у Тобольска или выше. В то же время, создание Тобольского водохранилища может вызывать значительные затопления земельных угодий, поэтому в настоящее время вопрос о создании этого водохранилища остается открытым и все расчеты водохозяйственной нагрузки рассматривались, исходя из предпосылок изъятия стока при отсутствии водохранилища.

Характерными годами для створа Тобольска являются 1930, 1959–1960 и 1966 гг., близкие по водности к 50 %-ной обеспеченности; 1934, 1936–1937 и 1968 гг., близкие по обеспеченности к 90 %, 1967 и 1982 гг. с обеспеченностью около 95 %, а также многоводный 1947 г. с обеспеченностью 0,2 % (табл. 5). В сезонном разрезе этих лет выделены периоды, экстремальные по маловодности и лимитирующие проведение водохозяйственных мероприятий.

Внутрибассейновые безвозвратные изъятия стока в основном преобладают в V–IX месяцы, в X–II месяцы доля их уменьшается, возрастая к апрелю – периоду заполнения вышележащих водохранилищ. Следует отметить, что нагрузка на речной сток выше Тобольска весьма значительна, в связи с чем природоохранные и судоходные расходы в русле в период межени практически имеют предельные значения. В качестве дополнительной нагрузки на речной сток было рассмотрено также проектируемое ранее изъятие его части для повышения водообеспеченности засушливых районов Западной Сибири, Урала и Средней Азии.

Таблица 5

Расчетный среднемесячный условно "свободный" сток в створе Тобольска в годы и сезоны различной водности

Модельный год	Обеспеченность, %	Особенности отдельного года, периода	Среднегодовое условно "свободный" сток, м <sup>3</sup> /с											
			У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1930	50	Год, средний по водности, сток по месяцам близок к средним величинам	409	-389	85	-915	-1638	-883	58	-409	-981	-958	-958	-1972
1959-1960	48	Год, близкий к среднему по водности по ряду 1930-1960 гг. "Союзгипроводхоза"	1969	21	-1235	-2015	-1938	-903	-399	-538	-720	-793	-887	-1407
1968	89	Год, близкий к 90 %-ной обеспеченности, с расходами воды IV-XII значительно ниже средних величин	1259	-1499	-2885	-2455	-2738	-1813	-712	-729	-785	-826	-803	-1577
1934	90	Год, 90 %-ной обеспеченности с минимальным за период 1891-1962 гг. стоком I-IV, много ниже средних величин стоком V-X	-161	-1419	-1545	-2555	-2828	-1513	-112	-657	-1089	-1068	-1085	-2318
1936-1937	92	Год, близкий по водности к 90 % со значительно ниже средних величин стоком во все месяцы, а в III - даже с минимальным за весь период наблюдений 1930-1960 гг.	309	-1469	-2045	-2775	-2907	-1863	-634	-788	-955	-1012	-1127	-269
1967	95,5	Один из самых маловодных годов периода 1891-1962 гг. особенно за счет периода V-VII, когда сток много ниже среднего	-671	-2819	-3385	-2585	-2278	-1583	-365	-663	-777	-767	-839	-1617

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	12	13	14	15
1982	96,5	Один из самых маловодных годов периода 1891-1962 гг. Сток IV-XI значительно ниже среднего, а в сентябре (IX) даже мизиньский за весь период наблюдений	479	-2309	-3195	-3149	-3125	-2111	-621	-605	-802	-642	-907	-1727
1947	0,2	Очень многоводный год, расходы всех месяцев много выше средних	5489	2951	2325	1915	2320	-393	328	-118	-389	-388	-541	1733

Расчеты выполнены из предположения, что для водозабора будут использоваться только воды Иртыша, без дотации стока Оби, однако, непременным условием ставилось соблюдение ниже водозабора гарантированных судоходных и природоохранительных расходов в русле. Расчеты среднемесячного условно "свободного" стока (см. табл. 5) показывают, что даже в год средней водности планируемое изъятие стока возможно лишь в V-VII месяцы, в остальное время наблюдается его дефицит. А в маловодные годы, с обеспеченностью 90 % и выше, дефицит наблюдается в течение всего года.

Только в многоводные годы водномелиоративные мероприятия могут быть обеспечены почти в течение всего года. Таким образом, изъятие стока без дополнительного перерегулирования у Тобольска ограничено V-VII месяцами в годы 50 %-ной обеспеченности и может быть произведено лишь в многоводные годы. Без дотаций стока Оби организация водозабора у Тобольска практически невозможна или возникает реальные предпосылки к снижению судоходных и природоохранных расходов в нижнем течении Иртыша. Повышение водообеспеченности водохозяйственных мероприятий может быть достигнуто дополнительным регулированием стока Иртыша и его притоков.

Белогорье является замыкающим водохозяйственным створом Обь-Иртышского бассейна. Водохозяйственная нагрузка на речной сток в створе Белогорья, рас-

считанная авторами статьи, выполнена с учетом затрат стока на народнохозяйственные нужды выше створа и обеспечения гарантированных судоходных и природоохранных расходов в Оби ниже с. Белогорья (табл. 6). Рассмотрено также влияние на перераспределение стока в Белогорье существующих и перспективных водохранилищ Оби и Иртыша.

Проектный приток к створу Белогорья проанализирован на основании водохозяйственных рядов, используемых при расчетах Госкомгидрометом (1932–1983 гг.) и "Союзгипроводхозом" (1930–1960 гг.). В качестве модельных выбраны реальные годы различной водности: близкой к средней, 75, 90 %-ной обеспеченности, а также самые маловодные годы: 1968 г. (96,5 %-ной обеспеченности), характеризующейся минимальным стоком в течение VIII–XII месяцев и очень низким стоком I–III месяцев из всего ряда наблюдений 1932–1983 и 1982 гг. – 96 %-ной обеспеченности. Проанализировано распределение стока внутри характерных лет с целью выявления минимального стока в различные месяцы (см. табл. 6). Выбраны также годы с минимальным стоком в I–III и IV месяцы, в XI–XII и с VIII по XII. Рассмотрен 1936 год, близкий по водности к 75 %-ной обеспеченности с низким стоком в I–IV месяцы; 1944 г. – также близкий к среднему (48 %-ной обеспеченности), но характеризующийся очень низким стоком I–III месяца и 1951 г. с обеспеченностью 88 % и наиболее низким стоком VIII–XII месяцев.

Сопоставление водохозяйственной нагрузки на речной сток с его распределением в характерные модельные годы показывает, что уже в годы средней водности возможен (хотя и небольшой) дефицит стока в IX месяце и более значительный в IV месяце, что объясняется тем, что суммарное водопотребление в этот период превышает среднемноголетнюю норму стока и почти равно максимальному многолетнему расходу апреля ( $5800 \text{ м}^3/\text{с}$ ). В связи с этим во все рассмотренные модельные годы в апреле наблюдается дефицит стока (табл. 6).

В средние по водности годы из водохозяйственного ряда, рассматриваемого "Союзгипроводхозом" (1983 г., 1957–1958 гг.), дефицит стока может иметь место в сентябре и октябре. Это обусловлено тем, что сток в IX месяце в 1983 г. несколько ниже многолетней нормы. При рассмотрении в качестве модельного 1957–1958 гг. дефицит стока фиксируется и в октябре, суммарное пот-

ребление стока в IX, X месяцах почти совпадает со среднемноголетней нормой расходов, а в связи с тем, что сток этих месяцев несколько ниже нормы, наблюдается дефицит стока.

Особенно напряженная обстановка с водными ресурсами ниже с. Белогорья может сложиться в годы с обеспеченностью по водности 90 % и выше. Рассматривая в качестве модельного сток 1933 г. и 1933–1934 гг., можно видеть его дефицит уже в августе. Это связано с тем, что августовский сток в эти годы составлял приблизительно половину среднемноголетней нормы этого месяца, дефицит же стока в IX, X месяцах, как уже отмечалось, наблюдается и в годы меньшей обеспеченности. Так, 1952 и 1933–1934 гг. отличались и низким стоком января–марта, практически близким к минимальным величинам.

Следует отметить, что зарегулированность стока на вышележащих участках Оби и Иртыша снижает дефицит, а пуск в эксплуатацию всех планируемых до 2000 г. водохранилищ бассейна в значительной мере снизит напряженность водохозяйственной обстановки в створе Белогорья, особенно по природоохранным требованиям.

В годы низкой водности (модельные 1968 г. – 96,5 % и 1982 г. – 96 %) значительные дефициты стока могут наблюдаться уже в VII–X месяцах. Так, водность VII–X месяцев 1982 г. была самой минимальной из всего ряда наблюдений 1932–1983 гг. В годы 75 %-ной водности (модельный 1936 г.) значительный дефицит стока может быть в V месяце, так как расход в мае этого года является минимальным для всего ряда (8900 м<sup>3</sup>/с).

При анализе внутригодового распределения стока, были выбраны годы с минимальным стоком отдельных месяцев. Характерным в этом отношении является 1951 г. (88 %-ной водности), но с минимальным из всего ряда стоком в VII–XII месяцах.

В целом практически все годы с обеспеченностью по водности 50 % и более, рассмотренные для створа Белогорья, в условиях перспективной нагрузки на речной сток показывают дефицит стока в IV, а также IX–X месяцах.

Наиболее опасен в этом отношении дефицит водных ресурсов IV месяца, когда на Нижней Оби и Нижнем Иртыше еще наблюдается ледостав. В этот период соблюдение природоохранных расходов в русле является остро необходимым по рыбохозяйственным показателям. Дефицит стока по судоходным требованиям в IX–X месяцах может

Таблица 6

Расчетный среднемесячный условно "свободный" сток р.Обь-с.Белогорье в годы и сезоны различной водности

Модельный год	Обеспеченность, %	Особенности модельного года, периода	Среднемесячный условно "свободный" сток, м <sup>3</sup> /с											
			У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1965	52	Год, близкий к среднему по водности, с расходами по всем месяцам, близкими к многолетним величинам, а в IV - даже выше среднего	<u>x6768</u>	<u>I2632</u>	<u>I0296</u>	<u>69I</u>	<u>335</u>	<u>2404</u>	<u>3682</u>	<u>2043</u>	<u>I027</u>	<u>968</u>	<u>926</u>	<u>-2349</u>
			6918	I2782	I0446	84I	485	2554	3682	2043	997	988	I076	-2349
			<u>xx9075</u>	<u>I5506</u>	<u>II194</u>	<u>677</u>	<u>216</u>	<u>2266</u>	<u>3143</u>	<u>I33I</u>	<u>I80</u>	<u>2I</u>	<u>-195</u>	<u>-218I</u>
			9225	I5656	II344	827	366	2416	3143	I33I	250	4I	-45	-218I
1957-1958	54	Год, близкий к 50 %-ной обеспеченности, со стоком в IX ниже многолетней нормы	<u>x5698</u>	<u>I3932</u>	<u>I4466</u>	<u>320I</u>	<u>-II05</u>	<u>-I956</u>	<u>2634</u>	<u>I643</u>	<u>II87</u>	<u>I098</u>	<u>826</u>	<u>-2899</u>
			5848	I4082	I4616	335I	-955	-2806	2634	I643	II57	II18	976	-2899
			<u>xx8005</u>	<u>I6806</u>	<u>I5364</u>	<u>3187</u>	<u>-I224</u>	<u>-2094</u>	<u>2093</u>	<u>93I</u>	<u>340</u>	<u>I5I</u>	<u>-295</u>	<u>-273I</u>
			8155	I6956	I5514	3377	-1074	-1944	2093	93I	410	I7I	-145	-273I
1952	90	Год 90 %-ной обеспеченности, с минимальным стоком в I-IV и стоком IX-XII значительно ниже средних многолетних величин	<u>x-I032</u>	<u>943I</u>	<u>9496</u>	<u>II9I</u>	<u>-I546</u>	<u>-I586</u>	<u>I462</u>	<u>I403</u>	<u>277</u>	<u>298</u>	<u>316</u>	<u>-3189</u>
			-882	9582	9646	I34I	-1395	-1436	I462	I403	347	318	466	-3189
			<u>xxI275</u>	<u>I2306</u>	<u>I0394</u>	<u>II77</u>	<u>-I664</u>	<u>-I724</u>	<u>923</u>	<u>69I</u>	<u>-570</u>	<u>-649</u>	<u>-505</u>	<u>-302I</u>
			1425	I2456	I0544	I327	-1514	-1574	923	69I	-500	-629	-656	-302I
1933-1934	9I, I	Год, близкий к 90 %-ной обеспеченности, с минимальным стоком I-IV и стоком III, составляющим лишь половину многолетней нормы (ряд "Совгипрорудхоза")	<u>x5308</u>	<u>8942</u>	<u>3716</u>	<u>-569</u>	<u>I85</u>	<u>474</u>	<u>3132</u>	<u>5953</u>	<u>367</u>	<u>I28</u>	<u>56</u>	<u>-3579</u>
			5458	9092	3866	-419	335	624	3132	5953	437	I48	206	-3579
			<u>xx7615</u>	<u>II816</u>	<u>4614</u>	<u>-583</u>	<u>66</u>	<u>336</u>	<u>2593</u>	<u>524I</u>	<u>-480</u>	<u>-819</u>	<u>-1065</u>	<u>-34II</u>
			7765	II966	4764	-433	216	486	2593	524I	-410	-799	-915	-34II
1968	96,5	Год наиминимальней водности из ряда 1932-1983 гг. с очень низким стоком УIII-III	<u>x5568</u>	<u>5032</u>	<u>I296</u>	<u>-II49</u>	<u>-2605</u>	<u>-2246</u>	<u>I262</u>	<u>813</u>	<u>777</u>	<u>598</u>	<u>456</u>	<u>-I839</u>
			5718	5182	I446	-999	-2455	-2096	I262	813	847	618	606	-I839
			<u>xx7875</u>	<u>7906</u>	<u>2194</u>	<u>-II63</u>	<u>-2724</u>	<u>-2384</u>	<u>723</u>	<u>I0I</u>	<u>-70</u>	<u>-349</u>	<u>-665</u>	<u>-I67I</u>
			8085	8056	2344	-1013	-2574	-2234	723	I0I	0	-329	-515	-I67I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1962	96	Один из наименьших по водности год с минимальным из всего ряда стоком УИ-Х	х6968 7118 хх9276 9425	5232 5382 8106 8256	-1404 -1254 -506 -356	-2559 -2409 -2573 -2423	-3255 -3105 -3374 -3224	-2866 -2716 -3004 -2854	3502 3502 2953 2963	2333 2333 1621 1621	1247 1317 400 470	1028 1048 81 101	876 1026 -245 -95	-2079 -2079 -1911 -1911
1966	72	Год, близкий к 75 %-ной обеспеченности с минимальным стоком в I-IV и самым минимальным из всего ряда стоком У	х-2632 -2382 хх-225	8432 8582 11306	12436 12646 13394	7391 7541 7377	-256 -105 -374	-236 -86 -274	2962 2962 2423	1813 1813 1101	817 887 30	248 288 -699	-24 126 -1145	-3619 -3619 -3451
1951	88	Год достаточно низкой водности с минимальным (из всего ряда стоком) УИ-ХII	х8168 8318 хх10475	10232 10282 13006	5396 5546 6294	-1899 -1749 -1913	-3255 -3105 -3374	-3016 -2866 -3154	982 682 143	343 343 -369	1607 1677 760	1028 1048 81	526 676 -595	-19 -19 149

Примечание. Суммарное потребление стока: х - с учетом влияния всех водохранилищ, хх - с учетом существующих водохранилищ. Ислитель - изъятие 26 км<sup>3</sup>, знаменатель - изъятие 25 км<sup>3</sup>.

быть частично компенсирован увеличением объемов землечерпания и другими мерами поддержания гарантированных глубин в русле. Компенсировать дефицит стока в лимитирующие периоды возможно и быстрее с созданием планируемых водохранилищ в верхнем и среднем течении Оби и Иртыша. Можно согласиться также с предложениями об уменьшении объемов изъятия стока в годы и сезоны экстремально малой водности.

Наиболее радикальным мероприятием по повышению водообеспеченности мелиораций и удовлетворению требований водопользователей, находящихся в нижнем течении Оби, следует считать подпитку водных ресурсов Обского бассейна водами Енисея, используя для этой цели Кеть-Касский канал.

В целом выполненные авторами исследования показывают, что основным фактором преобразования речного стока Оби и Иртыша на современном этапе являются

водохранилища, другие виды хозяйственной деятельности составляют лишь небольшую долю.

Водоохранилища Оби и Иртыша, созданные в верховьях этих рек, несущественно преобразовали сток средних и нижних течений, так как контролируемый ими объем составляет всего 11 % от стока в створе Белогорья.

Регулирование стока водохранилищами в основном изменило внутригодовое распределение его в связи с требованиями отдельных отраслей народного хозяйства.

Анализ водохозяйственной ситуации на Верхней и Средней Оби и Нижнем Иртыше показывает, что расчеты только на годовые величины, без учета внутригодового распределения, не отражают действительного положения. В настоящее время в отдельные периоды осенне-зимнего и предвесеннего сезонов уже выявляются дефициты стока. На уровне 2000 г. эта ситуация может значительно осложниться.

В замыкающем створе Обь-Иртышского бассейна - Белогорье суммарное водопотребление на уровень 2000 г. в отдельные месяцы лет средней водности может превысить среднемноголетнюю норму этих месяцев, а в лимитирующие периоды лет с обеспеченности 90 % и выше дефицит стока постоянен для апреля, сентября и октября месяцев.

Для Нижнего Иртыша возможно изъятие стока только в V-VIII месяцы лет средней водности. В годы с обеспеченностью 90 % и более дефицит стока наблюдается длительное время.

Выявленные закономерности распределения речного стока и его использования на перспективу показывают необходимость глубокого многолетнего регулирования, которое может значительно снизить дефицит стока, а пуск в эксплуатацию всех планируемых до 2000 г. водохранилищ Обского бассейна в значительной мере снимет напряженность всей водохозяйственной обстановки. Первоочередным и наиболее радикальным мероприятием по улучшению водохозяйственных балансов в Обском бассейне следует считать увеличение зарегулированности стока, а также подпитку стока Оби водами Енисея.

## Литература

АНДРЕЙНОВ В.Г. Внутригодовое распределение речного стока. Л.: Гидрометеоздат, 1960. 327 с.

ВЕРЕТЕННИКОВА Г.М., ЛЕОНОВ Е.А. Оценка современного изменения внутригодового распределения стока крупных рек под влиянием водохранилищ. - В кн.: Сборник работ по гидрологии. № 17, 1982. Л.: Гидрометеоздат, с. 3-31.

МАЛИК Л.К., ПОДОЛЬСКАЯ Г.М. Изменение водного режима Оби в нижнем бьефе Новосибирского гидроузла. - Водные ресурсы, 1979 № 5, с. 23-35.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ гидросферы, атмосферы и ближнего космоса. Новосибирск: Наука, 1985. 179 с.

ПЛИТКИН Г.А. Водные ресурсы Оби и их изменение под влиянием хозяйственной деятельности. - Тр. ЗСРНИГМИ, 1976, вып. 26, с. 77-92.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА  
РЕК БАСЕЙНА ВЕРХНЕЙ ОБИ В МНОГОЛЕТНЕМ И СЕЗОННОМ РАЗРЕЗАХ

Водные ресурсы рек бассейна Верхней Оби достаточно велики, поэтому вопрос об их использовании выходит далеко за пределы данной территории и тесно связан с развитием экономики всей Западной Сибири. Так, проектируемый на Катунь каскад гидроэлектростанций будет включен в энергетическую систему Сибири. Воды Верхней Оби предполагается использовать для орошения и обводнения засушливых районов Западной Сибири.

Основной задачей данной работы является оценка водных ресурсов рек бассейна Верхней Оби, исследование особенностей их синхронности и многолетней изменчивости. Применительно к задачам установления синхронности и цикличности колебаний речного стока исследования в основном ограничивались рассмотрением годового стока. Нам представляется интересным проанализировать колебания одной из важнейших характеристик стока — водности весеннего половодья.

Бассейн Верхней Оби расположен на юге Западной Сибири в пределах Алтайского края, Новосибирской и Кемеровской областей. Общий водосбор вытянут в северном направлении. На востоке к нему примыкают речные системы притоков Томи, на западе водосбор ограничен Обь-Иртышским водоразделом. Площадь бассейна Верхней Оби (до створа Камень-на-Оби) равна 216 000 км<sup>2</sup>.

В настоящее время в бассейне Верхней Оби действует шесть станций и постов на Оби и 64 на ее притоках. Существующая сеть охватывает в основном Обь и ее наиболее крупные притоки. Изученность небольших водотоков остается незначительной и составляет менее 1 % (Баширова, Зееберг, 1967). Продолжительность наблюдений за стоком воды по большинству станций, включая закрытые, не превышает 20–25 лет. Исключение составляют створы на реках Оби и Бии, где длительность наблюдений изменяется от 50 – 60 лет до 80 и более.

Основные черты гидрологического режима рек бассейна Верхней Оби определяются тем, что их бассейны расположены в разных физико-географических зонах и имеют смешанный горно-равнинный рельеф. Гидрологический режим в горной и равнинной частях резко

различен. Вертикальная зональность климатических условий в горных районах оказывает значительное влияние на режим рек. Увеличение количества осадков и понижение температуры воздуха с высотой обуславливает изменение соотношения составляющих водного баланса, в результате с увеличением абсолютной высоты сток, как правило, возрастает.

Основная область питания горных рек Алтая находится на высотах от 500 до 2500 м в зоне хвойных лесов. Половодье здесь проходит с апреля по июнь, гидрограф его имеет характерный для горных рек пилообразный вид. На реках со сравнительно невысокими водосборами максимальные расходы наблюдаются в конце апреля — начале мая, а на реках с высокими водосборами во второй половине мая — начале июня.

После прохождения максимума половодья и до начала осеннего ледохода обычно наблюдается медленное уменьшение стока, нарушаемое дождевыми паводками. Зимняя межень устойчива и длится с ноября до конца марта. Сток за период половодья составляет на горных реках Алтая 60–70 % от годового. В летне-осенний период стекает 25–40 % годового стока, в зимний около 10 %.

Реки приобской предгорной равнины характеризуются ярко выраженным весенним половодьем, летними и осенними паводками, продолжительной летне-осенней и зимней меженью. Половодье начинается в первой половине апреля, реже в конце апреля — начале мая. Оно проходит преимущественно в виде одной волны. За весенний период стекает около 70 % годового стока, за летне-осенний 20–25 %, зимний 5–10 %.

Годовой сток Оби у слияния рек Бии и Катунь равен 35,2 км<sup>3</sup>. К створу Барнаул (участок длиной 275 км) объем воды составляет в среднем за год 46,0 км<sup>3</sup>. Далее вниз по течению до створа Каменьна-Оби (длина участка 233 км) годовой сток возрастает на 5,4 км<sup>3</sup>.

Наибольшей величиной водных ресурсов в бассейне Верхней Оби отличаются реки Катунь (19,5 км<sup>3</sup>) и Бия (14,7 км<sup>3</sup>). Они дают около 67 % всего годового стока Оби в створе Каменьна-Оби. Если же взять все крупные реки Горного Алтая (Бия, Катунь, Песчаная, Ануй, Чарыш), то эта величина возрастает до 82 %. Таким образом, основная часть водных ресурсов бассейна Верхней Оби формируется за счет стока рек Горного Алтая.

После впадения р. Чарыш почти весь боковой приток Обь получает с правобережья (Бол. Речка, Чумыш, Верх. Иня, Ниж. Сузун и др.). Средний многолетний объем воды этих притоков составляет  $7,01 \text{ км}^3$ . Левобережные притоки (Алей, Барнаулка, Касмала и др.) дают боковой приток воды в 1,5 раза меньше правобережных, что объясняется разными условиями формирования стока (табл. I).

Нами была проведена оценка синхронности и цикличности колебаний стока весеннего половодья рек Верхней Оби. Для облегчения территориального обобщения характеристик стока половодья был принят единый для всех рек бассейна Верхней Оби период с апреля по июнь. Продолжительность периода назначалась с таким расчетом, чтобы в принятых границах помещалась генетически однородная фаза гидрологического режима половодья всех рек.

Для оценки колебаний весеннего стока рек бассейна Верхней Оби были использованы следующие характеристики: коэффициенты парной корреляции; синхронности; вариации, разностные интегральные кривые.

Расчеты выполнялись по параллельному ряду наблюдений за стоком половодья с 1936 по 1983 гг. Кроме этого, на отдельных створах за некоторые годы (Обь — Камень-на-Оби, Катунь — с. Сrostки) сток был восстановлен путем приводок по рекам-аналогам. Приводки осуществлялись методами графической связи и множественной корреляции.

Произведена взаимная корреляция весеннего стока рек бассейна Верхней Оби и составлена корреляционная матрица. С помощью анализа матрицы на рассматриваемой территории выделено (табл. 2) три района с высокими показателями коэффициентов корреляции.

Горные реки бассейна Верхней Оби входят в два района. В первый входят бассейны Катунь, Бии и их притоки. Основная область питания находится на высотах от 500 до 2500 м. Коэффициенты корреляции изменяются от 0,82 до 0,86. Второй район включает горные реки Песчаную, Ануй, Чарыш и их притоки, их средняя водосбора не превышает 900 м, коэффициенты корреляции внутри района изменяются от 0,75 до 0,92. Следует подчеркнуть однородность колебаний весеннего стока для первого и второго районов: средний коэффициент корреляции составляет 0,71; минимальный 0,56; максимальный 0,80.

Таблица I

## Водные ресурсы бассейна Верхней Оби

Река - пункт	Площадь водо- сбора, км <sup>2</sup>	Средний годовой сток, км <sup>3</sup>	Сток за характерные по водности годы, км <sup>3</sup>		
			обеспеченность, %		
			10	75	95
Горные районы					
Катунь - с.Сростки	58400	19,5	24,7	15,6	11,5
Бия - Бийск	36900	14,7	18,8	12,6	10,1
Каменка - с.Советское	1730	0,43	0,60	0,34	0,24
Песчаная - с.Точильное	4720	1,04	1,47	0,81	0,57
Ануй - с.Старотырышкино	6850	1,15	1,70	0,85	0,58
Чарыш - совхоз Чарыш- кий	20700	5,76	7,60	4,55	3,46
Предгорные и равнинные районы					
Правобережье					
Бол.Речка - с.Троицкое	953	0,15	0,20	0,13	0,10
Чумыш - с.Тальменка	20600	4,42	5,92	3,88	2,85
Верх.Иня - п.Сплавной	1270	0,11	0,16	0,09	0,07
Ниж.Сузун - п.Октябрьс- кий	1050	0,13	0,18	0,11	0,08
Прочие правобережные притоки	17744	0,48	0,68	0,31	0,23
Левобережье					
Алей - с.Хабазино	20800	1,15	1,72	0,84	0,64
Барнаулка - Барнаул	5690	0,12	0,18	0,08	0,05
					0,03
Касмала - с.Рогозиха	1650	0,06	0,10	0,05	0,03
Прочие левобережные притоки	16953	2,20	2,99	1,76	1,50
Всего	216000	51,40	67,00	42,00	32,00

Реки предгорий (Алей, Чумыш, Касмала и др.) образуют самостоятельный район. Средняя высота их бассейнов не превышает 300 м, коэффициенты корреляции внутри района изменяются от 0,61

Таблица 2

Районы с синхронным колебанием весеннего стока

Речные бассейны (до гидрометрического створа, входящего в район)	Средняя высота бассейна, м	Коэффициенты парной корреляции внутри района		
		средний	минимальный	максимальный
Бия - Бийск, Чулышман - Балкча, Катунь - с.Сростки, Аккем - Аккем, Урсул - Онгудай	1370- 1780	0,84	0,82	0,86
Песчаная - Точильное, Ануй - Старотырышкино, Чарыш - совхоз Чарышский	640	0,82	0,75	0,92
Алей - Хабазино, Чумыш - Тальменка, Касмала - с.Рогозиха	233- 300	0,68	0,61	0,79

до 0,79. Колебания весеннего стока предгорных рек довольно слабо связаны с колебаниями стока горных рек ( $r \leq 0,60$ ). Среди этих рек особо выделяется бассейн р.Верх.Ини, колебания стока которой очень слабо связаны как с колебаниями стока соседних рек, так и горных ( $r \leq 0,40$ ).

Необходимо отметить значительную синхронность колебаний весеннего стока для бассейнов Верхней Оби, верховьев Иртыша и Енисея, что объясняется однородными условиями формирования талого стока. Коэффициенты корреляции между стоком этих рек достаточно велики и изменяются от 0,75 до 0,84. В то же время несколько иной характер многолетних колебаний стока и уровней воды отмечается на реках и озерах Обь-Иртышского междуречья.

Для оценки территориального изменения стока использовались коэффициенты синхронности, под которыми понимается отношение числа лет с совпадающими в двух речных бассейнах фазами водности к общему числу лет. Оценка проводилась по методике, предложенной К.П.Воскресенским и Т.Е.Григоркиной (1981).

Для расчета вероятности колебаний водности половодья рек использовались эмпирические кривые обеспеченности, по которым

определялось значение стока 10, 25, 75 и 95 %-ной обеспеченности. Для оценки колебаний стока половодья за реальные годы приняты следующие фазы водности (%): 1) очень маловодная ( $p \geq 95$ ); 2) маловодная ( $75 \leq p \leq 95$ ); 3) средняя по водности ( $25 \leq p \leq 75$ ); 4) многоводная ( $10 \leq p \leq 25$ ); 5) очень многоводная ( $p \leq 10$ ). По хронологическим рядам весеннего стока одинаковой длины устанавливалась водность реальных лет по указанным интервалам амплитуды колебаний стока. Синхронность фаз водности различных рек оценивалась по пятибалльной шкале: 1) совпадение фаз водности двух рек или районов +1 балл; 2) несовпадение фаз водности (например, очень мало- и очень многоводный) -1 балл; 3) синхронность колебаний по смежным фазам (очень маловодная и маловодная; средняя и мало- или многоводная; очень многоводная и многоводная) +0,5 балла; 4) несовпадение через одну несмежную фазу (очень мало- или очень многоводная фаза и средняя) 0 баллов; 5) несовпадение через две несмежные фазы водности (очень мало- или очень многоводная на одной реке и много- или маловодная на другой) -0,5 балла.

Синхронность фаз водности стока весеннего половодья в бассейне Верхней Оби за период наблюдений оценивалась с помощью полного и частного коэффициента

$$K_{\Pi} = \frac{\sum n_i b_i}{\sum n_i} \quad \text{и} \quad K_{\text{ч}} = \frac{\sum n_j}{\sum n_i}, \quad \text{где } n_i - \text{число}$$

сравниваемых лет наблюдений;  $n_j$  - число лет наблюдений, водность которых на сравниваемых реках совпадает;  $b_i$  - баллы синхронности.

Из результатов расчетов (табл. 3) следует, что коэффициенты синхронности половодья горных рек изменяются в пределах 0,73-0,85. Очевидно, что общий ход водности весеннего стока горных рек подчиняется одной и той же закономерности. Что же касается предгорных и равнинных рек, то синхронность фаз водности половодья для этого района выражена слабее, чем для горных рек. Это объясняется особенностями формирования половодья в конкретных речных бассейнах.

Для выявления цикличности колебаний стока и оценки водности отдельных периодов нами построены разностные интегральные кривые модульных коэффициентов половодья для пунктов с наиболее длительными рядами наблюдений. Для более полного представления о

Коэффициенты синхронности весеннего стока рек  
в бассейне Верхней Оби

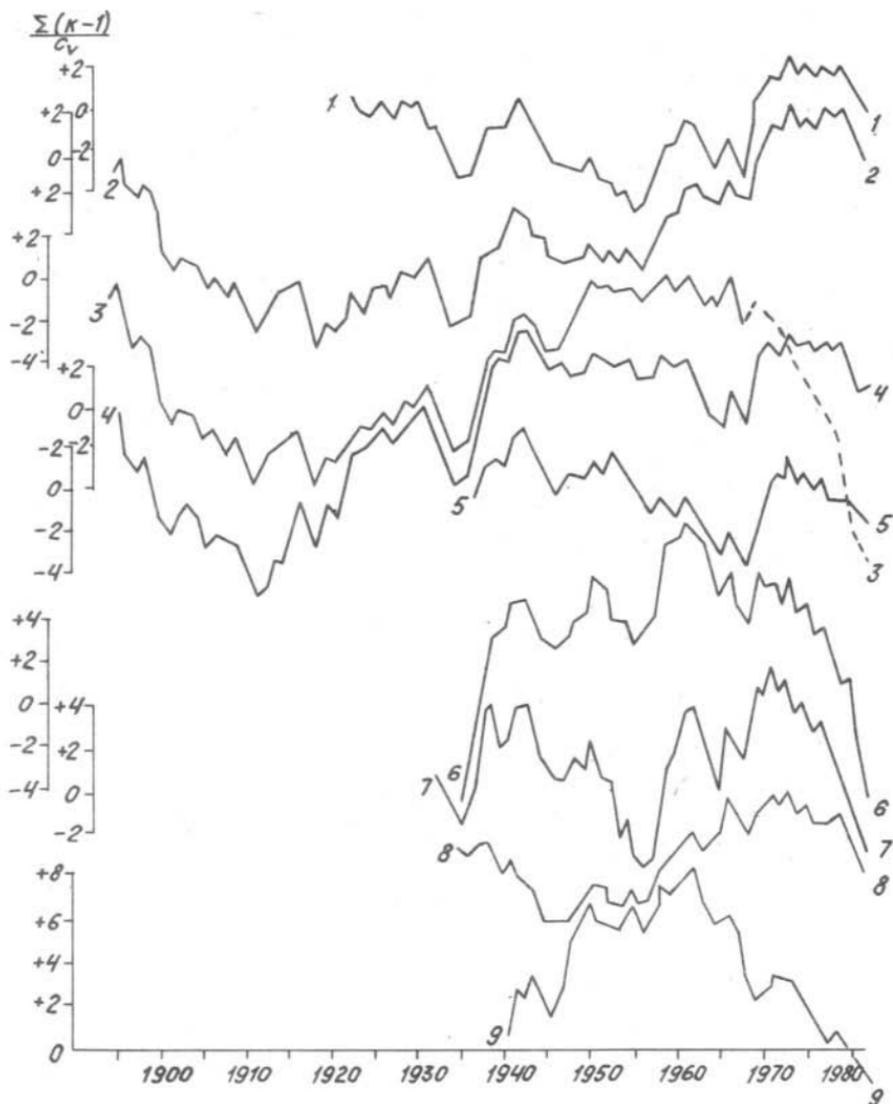
Бассейны рек	Бия	Катунь	Песчаная	Ануй	Чарыш	Алей	Касмала	Чумыш	Верх. Иня
Бия	1,00								
Катунь	0,84	1,0							
Песчаная	0,84	0,74	1,00						
Ануй	0,80	0,77	0,85	1,00					
Чарыш	0,73	0,73	0,73	0,75	1,00				
Алей	0,70	0,64	0,65	0,70	0,66	1,00			
Касмала	0,70	0,65	0,65	0,70	0,63	0,70	1,00		
Чумыш	0,68	0,69	0,65	0,73	0,62	0,73	0,73	1,00	
Верх. Иня	0,57	0,62	0,59	0,56	0,54	0,61	0,68	0,61	1,00

колебаниях стока половодья в бассейне Верхней Оби такая кривая была проанализирована и для Оби у Новосибирска (см. рисунок).

По разностным интегральным кривым для каждой реки произведено выделение фаз водности весеннего стока. В результате совместного анализа весь ряд годовых величин стока половодья горных рек был разделен на несколько крупных периодов различной водности: маловодные 1896–1911, 1932–1935, 1943–1956, 1974–1982 (незавершенный); близкие к средней водности 1912–1931, 1962–1968; многоводные 1936–1942, 1957–1961, 1969–1973 гг. Продолжительность этих периодов различная – от 5 до 20 лет. На их фоне наблюдаются более короткие ритмы, которые иногда по знаку не совпадают с водностью указанных периодов. Так, в маловодный период 1896–1911 гг. отмечались годы с водностью выше средней (1902, 1903), а в период выше средней водности 1912–1931 гг. были маловодные годы (1917, 1918, 1927).

В чередовании многоводных и маловодных групп нет строгой периодичности, длительность их разная – от 2 до 12 лет, что соответствует длине циклов для среднего годового стока на крупных реках Северного полушария (Речной сток ..., 1966; Калинин, Давыдова, 1968).

Степень отклонения групп маловодных и многоводных лет горных рек бассейна Верхней Оби изменяется от – 30–32 (1899–1901,



Совмещенные разностные интегральные кривые модульных коэффициентов стока весеннего половодья рек бассейна Верхней Оби: Сбь - Барнаул (1), Обь - Камень-на-Оби (2), Обь - Новосибирск (3), Бия - Бийск (4), Катунь - с.Сростки (5), р.Песчаная - с.Точильное (6), р.Ануй - с.Старотырышкино (7), р.Чумыш - с.Тальменка (8), р.Касмала - с.Рогозиха (9).

1917–1918 гг.) до +20 % (1936–1942, 1969–1973 гг.). Наибольшей водностью половодья горных рек отличаются 1966 и 1969 гг., значение модульных коэффициентов в это время достигало 1,58–1,76 по р.Бии и 1,35–1,45 по Катунь. Из наиболее маловодных лет выделяются 1900 г., модульный коэффициент половодья составлял 0,60 для р.Бии и 0,47 для Оби.

Ход водности в бассейнах равнинных рек и горных несколько отличается. Только очень много- и маловодные годы и периоды охватывают всю территорию, например, маловодные годы 1945, 1955, 1967, 1968, 1974, 1980 и многоводные 1938, 1941, 1958, 1966, 1969. В большинстве же случаев сохраняется общее соответствие фаз водности.

Рассматривая сток весеннего половодья, нельзя не остановиться на его связи с годовым. Установлено, что цикличность колебаний годового стока, обусловленная развитием гелио- и атмосферных процессов отмечается и в колебаниях весеннего стока. Весь ряд величин стока весеннего половодья можно разбить на те же периоды водности, что и для среднего годового стока. Коэффициенты водности этих периодов мало отличаются между собой (табл.4).

Бассейн Верхней Оби имеет сравнительно небольшой коэффициент вариации весеннего стока. Как уже отмечалось, основная масса воды Верхней Оби образуется за счет горного стока. Горные реки Алтая отличаются большой сезонной и многолетней зарегулированностью. При дождливом и холодном лете объем воды Катунь формируется за счет среднегорной зоны (Комлев, 1964). При этих условиях в высокогорной зоне на больших площадях сохраняются зимние осадки. При жарком и сухом лете недостаток влаги в бассейне в значительной степени компенсируется повышенным стоком высокогорной зоны, которая расходует не только сезонные, но и многолетние запасы в снежниках. В результате повышается устойчивость ежегодного и весеннего стока Катунь и Бии, что в свою очередь обуславливает устойчивый сток Оби. Коэффициент вариации весеннего стока Оби по створу с.Фоминское равен 0,22, по створам Камень-на-Оби и Барнаул 0,24. Коэффициенты изменчивости стока половодья рек бассейна Верхней Оби колеблются от 0,22–0,25 для горных рек и до 0,37–0,45 для предгорных и равнинных рек.

Начиная с 1974 г. обширная часть территории южной части Сибири и Казахстана охвачена устойчивым маловодьем. В зоне мало-

Средние модульные коэффициенты водности годового и весеннего стока рек бассейна Верхней Оби по отдельным периодам

Годы	Фаза водности	Средние модульные коэффициенты							
		р.Бия - Бийск		Катунь - с.Сростки		Обь - Барнаул		Обь - Камень-на Оби	
		Q год.	Q вес.	Q год.	Q вес.	Q год.	Q вес.	Q год.	Q вес.
1896-1911	спад	0,90	0,84					0,83	0,86
1912-1931	подъем	1,09	1,09					1,03	1,04
1932-1935	спад	0,91	0,89			0,92	0,84	0,95	0,90
1936-1942	подъем	1,23	1,24	1,14	1,14	1,21	1,12	1,20	1,20
1943-1956	спад	0,92	0,97	0,91	0,94	1,02	0,92	1,00	0,95
1957-1961	подъем	1,11	1,11	1,16	1,16	1,28	1,28	1,27	1,27
1962-1968	спад	0,90	0,90	0,92	0,91	0,90	0,95	0,94	0,95
1969-1973	подъем	1,14	1,19	1,20	1,19	1,18	1,19	1,21	1,20
1974-1983	спад	0,95	0,93	0,87	0,91	0,93	0,92	0,94	0,93

(данные за неполный год)

водья оказались бассейн озера Байкал и верхние части бассейнов главных сибирских рек Енисея, Ангары, Оби и Иртыша. Причиной снижения водности является существенное (на 20-30 %) сокращение количества атмосферных осадков (Дружинин, Хамьянова, 1983). Аналогичная климатическая обстановка на этой части территории наблюдалась и в прошлом. В бассейне Верхней Оби маловодье, начавшееся в 1974 г., не было аномальным, и сложившаяся в настоящее время ситуация не выходит за пределы расчетных. Однако в 1974, 1980 и 1981 гг. сток Оби у Барнаула и Камень-на-Оби не превышал 90 %-ной обеспеченности.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1) горная часть бассейна Верхней Оби представляет собой однородный район, в котором ход водности всех рек подчинен одной и той же закономерности. Необходимо отметить значительную синхронность колебаний весеннего стока для верховьев Оби, Енисея и Иртыша, что объясняется однородными условиями формирования талого стока;

2) выявлено отличие в колебаниях стока горных и равнинных рек в бассейне Верхней Оби. В изменениях стока половодья этих рек нет полной синхронности. Только очень многоводные и маловодные годы и периоды охватывают всю территорию бассейна Верхней Оби. В большинстве же случаев сохраняется общее соответствие фаз колебаний водности;

3) бассейн Верхней Оби имеет сравнительно небольшой коэффициент вариации стока весеннего половодья. Основная часть водных ресурсов формируется за счет стока горных рек (82 %), которые отличаются большой годовой и сезонной зарегулированностью;

4) полученные данные о многолетней изменчивости стока половодья согласуются с изменчивостью среднего годового стока для рек бассейна Верхней Оби. Цикличность колебаний годового стока, обусловленная развитием гелио- и атмосферных процессов, отмечается и в колебаниях весеннего стока

#### Литература

БАШИРОВА Г.П., ЗЕЕБЕРГ В.В. Изученность гидрологического режима рек бассейна верхней и средней Оби. - Труды Новосибирского регионального гидрометцентра, 1967, № I (5), с. 21-28.

ВОСКРЕСЕНСКИЙ К.П., ГРИГОРКИНА Т.Е. Многолетние колебания стока рек Дальнего Востока. - Труды Дальневосточного регионального НИИ, 1981, вып. 94, с. 3-12.

ДРУЖИНИН И.П., ХАМБЯНОВА Н.В. Маловодье в бассейне оз. Байкал и на крупных реках юга Сибири. - География и природные ресурсы, 1983, № 4, с. 61-67.

КАЛИНИН Г.П., ДАВЫДОВА А.И. Циклические колебания стока рек Северного полушария. — В кн.: Проблемы речного стока. М.: Изд-во МГУ, 1968, с. 9–22.

КОМЛЕВ А.М. О сезонной и многолетней зарегулированности стока горных рек Алтая. — В кн.: Водные ресурсы Западной Сибири. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1964, с. 35–48.

РЕЧНОЙ СТОК и геофизические процессы /Дружинин И.П., Коноваленко Э.П., Кукушкина В.П. и др. — М.: Наука, 1966. 295 с.

Л.Н.Каскевич

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Реализация тезиса "Охрана природы — всенародное дело" — ведет к перестройке деятельности многих организаций, в первую очередь — проектных и научных институтов. В настоящее время обязательным в проектах является раздел "Охрана окружающей среды". В этой связи важным элементом при научном обосновании любого проекта должна стать экологическая оценка, которая бы включала не только "хорошую" экологию — сохранение качества и благоустроенности преобразуемой среды, но и "рациональную" экологию — комплексный подход к ее преобразованию. Прямое отношение это имеет и к создаваемым водохранилищам ГЭС, которые, перераспределяя сток рек во времени и пространстве, вносят серьезные изменения в природу и хозяйство. Являясь искусственными экосистемами целевого назначения, они прежде всего должны удовлетворять требованиям хорошей и рациональной экологии (Каскевич и др., 1980а). Однако в практике это не всегда соблюдается, что видно на примере водохранилища Новосибирской ГЭС.

Новосибирский гидроузел с малым энергетическим потенциалом и с водохранилищем сезонного регулирования имеет ограничения по судоходству и водоснабжению. При создании водохранилища ушло под воду около 2500 тыс.м<sup>3</sup> леса, 281 км<sup>2</sup> сельскохозяйственных угодий. При подготовке ложа сведено леса с 300 км<sup>2</sup>, переселено

54 населенных пункта, под судоходные трассы расчищено 25 км<sup>2</sup> то-  
невых участков. Являясь водоемом комплексного назначения с га-  
рантированным водообеспечением в любой маловодный год, Новоси-  
бирское водохранилище значительно улучшило санитарные условия  
реки в районе Новосибирска, работу городского водопроводного хо-  
зяйства и водного транспорта, особенно в летне-осеннюю межень.  
Однако его водные ресурсы, равно как и всей бессточной зоны  
Обь - Иртышского междуречья, подвержены значительным внутри- и  
межсезонным колебаниям. Это предопределило те ограничения по су-  
доходству, водоснабжению и санитарным нормам в нижнем бьефе, ко-  
торые отражены в существующих правилах использования его водных  
ресурсов. В дальнейшем водохозяйственная роль водохранилища бу-  
дет повышаться. Равноправным участником Новосибирского водохозяй-  
ственного комплекса (ВХК) уже становится рекреация. В районе  
водохранилища около 230 разных баз отдыха или более 30 % от об-  
щего числа учреждений отдыха Новосибирской области с общим коли-  
чеством мест на 38 тыс. человек. В целом по области обеспечен-  
ность учреждениями отдыха по санаториям - профилакториям состав-  
ляет 1,6 места на 1000 жителей вместо рекомендуемых нормативными  
документами 40 мест на 1000, по домам отдыха и пансионатам - 2  
против рекомендуемых 8, по базам рыбаков и охотников - 1,3 про-  
тив 10 по нормам (Денисова и др., 1978).

В настоящее время раздел по рекреационному использованию  
водохранилищ и прилегающих к ним территорий является обязатель-  
ной составляющей частью проектов гидроузлов комплексного назна-  
чения. Однако ряд проблем рекреационного водопользования решен  
еще явно недостаточно. К ним относятся:

- развитие и разработка методологического подхода к оценке  
отдыха населения как одного из антропогенных факторов воздействия  
на окружающую среду;

- разработка научных основ определения дифференцированных  
рекреационных нагрузок на акваториальные комплексы;

- проведение рекреационного районирования, планировки и  
обустройства водохранилищ с учетом осуществляемых на них органи-  
зационных, инженерных, водохозяйственных и других мероприятий  
(Авакян и др., 1986).

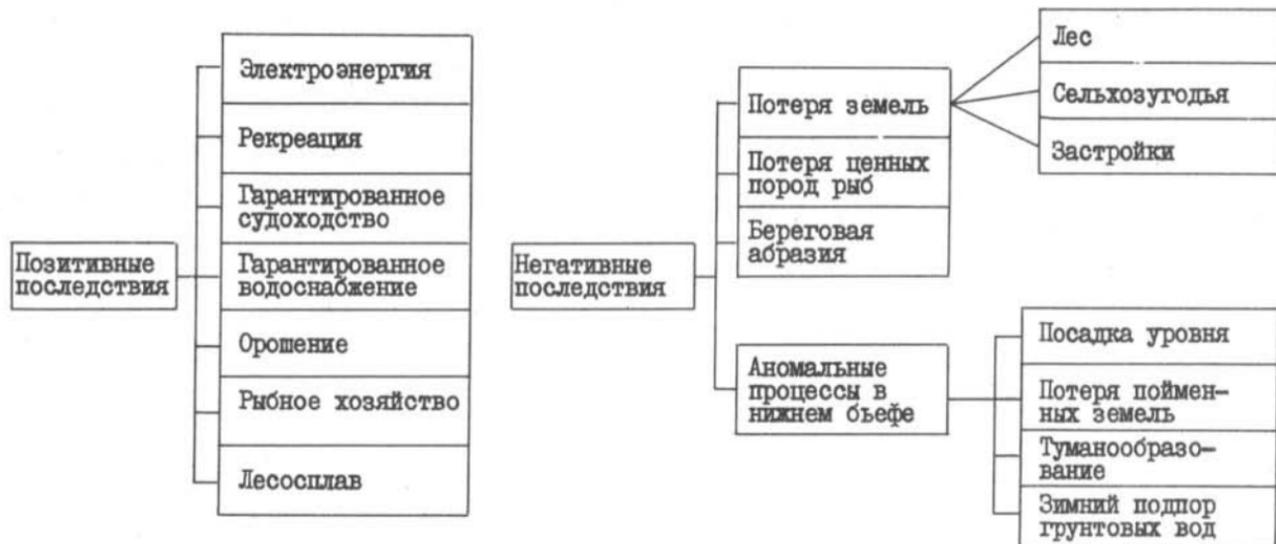
Водные ресурсы водохранилища все более используются для  
сельскохозяйственных целей. Уже к 2000 г. водозабор из Новосибир-

ского водохранилища на орошение земель составит  $5,5 \text{ км}^3/\text{год}$ , а к 2020 г. —  $9,7 \text{ км}^3/\text{год}$ . Исследования показали (Каскевич и др., 1980а; Вострякова, Савкин, 1984), что при полезной емкости Новосибирского водохранилища  $4,4 \text{ км}^3$  отъемы воды из него в количестве только  $3,0 \text{ км}^3/\text{год}$  потребуют создания дополнительных регулирующих емкостей на Верхней Оби, в том числе — водохранилищ Катунского каскада и, возможно, Каменского водохранилища. Дефицит в воде в настоящее время составляет более  $1,0 \text{ км}^3$ , а с учетом проектируемых и строящихся оросительных систем (Кулундинский канал с забором воды —  $0,6 \text{ км}^3$ , Чеминская оросительная система —  $0,1 \text{ км}^3$ , Бурлинская —  $0,3 \text{ км}^3$ , Ирменская —  $0,1 \text{ км}^3$ ), а также в связи с предстоящим обводнением р. Карасук и оз. Чаны (примерно  $0,2-0,4 \text{ км}^3$ ) дефицит воды в годы 85 %-ной обеспеченности по стоку составит  $2,5-3,0 \text{ км}^3$  (Кусковский и др., 1986).

Сооружение водохранилищ ГЭС имеет определенный социально-экологический характер, последствия которого в обобщенном виде (на основании опыта исследований на крупных водохранилищах Сибири) приведены в схеме таблицы (Каскевич и др., 1980 б). Большинство из указанных в схеме последствий, кроме лесосплава в позитивных факторах, туманообразования и зимнего подпора грунтовых вод — в негативных, присущи водохранилищу Новосибирского гидроузла. Положительная роль Новосибирского гидроузла и его водохранилища по многим позициям очевидна, однако, в последнее десятилетие, особенно в связи с маловодными годами, все более остро вступают в противоречия участники ВХК. Так, например, требования рыбного хозяйства, с одной стороны, сводятся к тому, чтобы к концу мая водохранилище было наполнено до отметки нормального подпорного уровня (НПУ), с другой, — для затопления нерестилищ рыбакам необходимы специальные попуски в нижний бьеф. Эти условия не могут быть выполнены как из-за существующих правил использования водных ресурсов, так и из-за условий заполнения водоема, обусловленных естественным режимом Оби.

По условиям сельскохозяйственного производства пойма Оби должна обводняться в апреле-мае в течение 20-30 дней, для чего необходимы попуски в нижний бьеф в объеме  $6000-7000 \text{ м}^3/\text{с}$ . Но даже в годы с обеспеченностью по стоку 50-70 % эти нужды не могут быть удовлетворены из-за несоответствия им естественного режима распределения стока и по причине того, что уже при рас-

Схема социально-экологических последствий сооружения ГЭС в Сибири



ходах, равных или больших  $5750 \text{ м}^3/\text{с}$ , в нижнем бьефе возможно подтопление территорий. Малая емкость водохранилищ не может позволить делать попуски в нижний бьеф  $900\text{--}1000 \text{ м}^3/\text{с}$  в течение 30 дней, которые необходимы для избежания развития процессов заболачиваемости. Углубление противоречий между участниками ВХК, возможно, будет происходить и в дальнейшем на неблагоприятном природном фоне, так как в предстоящие полтора десятилетия прогнозируется преобладание лет с водностью ниже нормы.

Дефицит в воде неизбежно приведет и к недовыработке электроэнергии на ГЭС, затраты которой по данным районного энергетического управления "Новосибирскэнерго" только на подъем воды насосными станциями, например в Кулунду и южные районы Новосибирской области, должны возрасти к 1990 г. на 610 млн кВт·ч., а к 2000 г. — на 1280 млн кВт·ч. в год (в настоящее время — 1,8 млрд кВт·ч/год.).

К числу экологических проблем, требующих разработки соответствующих природоохранных мероприятий и имеющих место на Новосибирском водохранилище, относятся береговые переформирования в верхнем бьефе, обусловленные ветроволновыми воздействиями; русловые деформации и посадка уровня — в нижнем бьефе, вызванные в основном хозяйственной деятельностью. Только в первые годы эксплуатации водоема (1959—1960 гг.) протяженность абразионных берегов составила 115 км или 20 % от общей протяженности береговой линии Новосибирского водохранилища, площадь безвозвратно потерянных земель — примерно  $4 \text{ км}^2$ . К 1970 г. эти цифры составили соответственно около 250 км и  $14 \text{ км}^2$ , а к 1980—1983 гг. абразионным процессам были подвергнуты еще 100 км береговой линии, потери земель от которых составили около  $5 \text{ км}^2$ . Темпы разрушения берегов с течением времени несколько снижаются, но все большее число участков требует осуществления берегозащитных мероприятий. По данным ТЭО берегозащиты, выполненного Ленгидропроектом в 1975—1978 гг., только для защиты берегов I-й очереди участков Новосибирского водохранилища потребуется более 30 млн руб.

На работу коммунального хозяйства и водного транспорта в нижнем бьефе значительно влияет хозяйственная деятельность. Карьерные разработки аллювиальных песков в русле Оби привели к увеличению его емкости. По данным ВНИИГА (Векслер и др., 1983),

за 25 лет понижение уровня в створе ГЭС произошло на 1,6 м, по водомерному посту Новосибирска – на 0,6–1,05 м при объеме карьерных разработок в 30 млн м<sup>3</sup>. Продолжающаяся посадка уровня на фоне природного маловодья потребовала в зимний период попусков в размере 630–680 м<sup>3</sup>/с, что привело к углубленной сработке водохранилища ниже уровня мертвого объема (УМО) на 1,9 м в 1981 г. и на 1,7 м – в 1982 г. Это, в свою очередь, осложнило работу водозаборов на водохранилище, причем предприятия и учреждения города работали в специально заданном режиме энергопотребления. Были также сдвинуты сроки начала навигации, впоследствии активизировались процессы разрушения берегов. Для снижения или предотвращения отрицательного влияния маловодных лет необходимы капитальные вложения для реконструкции городских водозаборов и нижнего подходного канала к шлюзу. Уже сейчас углубление существующих ковшей и строительство новых Правобережного и Левобережного ковшевых водозаборов ориентировочно оценивается Сибгипротрансом в 6 млн р., а укрупненные затраты на реконструкцию городских водозаборов нижнего бьефа составляют примерно 3 млн. р.

Дальнейшие научные исследования на Новосибирском водохранилище должны быть направлены на оптимизацию режима использования его ресурсов с учетом водохозяйственных и экологических ограничений. Под последними подразумеваются природные или нормированные условия формирования количества и качества водных и биотических ресурсов водохранилища.

Для снижения отдельных негативных последствий создания Новосибирского водохранилища и повышения эффективности использования его водных ресурсов необходимо:

– разработать новые правила использования водных ресурсов с учетом всех участников ВХК, предусмотрев в них уменьшение навигационных попусков из водохранилища до 1100–1000 и 1000–900 м<sup>3</sup>/с соответственно в годы 85 %- и 95 %-ной обеспеченности по стоку;

– обеспечить судоходный попуск в нижний бьеф в объеме 1300 м<sup>3</sup>/с в течение навигационного периода. По фактическим данным, в маловодные 1971 и 1974 гг. он обеспечивался лишь на 74 и 48,5 %, а в 1981 г. – на 59,8 %;

– исследовать возможность регулирования судоходных попусков путем строительства специальных гидротехнических сооружений в нижнем бьефе;

- выполнить реконструкцию водозаборов нижнего бьефа;
- регулярно проводить дноуглубительные работы для поддержания гарантированных судоходных глубин;
- научно обосновать создание дополнительных регулирующих водохранилищ на Верхней Оби, что позволит стабилизировать водохозяйственный баланс Новосибирского водохранилища и его нижнего бьефа;
- выполнить специальные исследования по научному обоснованию возможности регулирования водного режима мелководий для организации на них прудовых хозяйств, а также с целью использования их вод для орошения прилегающих территорий.

Перспективным направлением экологических исследований на водохранилище следует считать комплексное изучение гидродинамического, термического, химического и биологического режимов, а также процессов развития его берегов. Основным методом исследований при этом должно стать физическое и математическое моделирование.

#### Литература

АВАКЯН А.Б., БОЙЧЕНКО В.К., САЛТАНКИН В.П. Некоторые вопросы рекреационного использования водохранилищ. - Водные ресурсы, 1986, № 3, с. 77-84.

ВЕКСЛЕР А.В., ДОНЕНБЕРГ В.М. Переформирование русла в нижнем бьефе крупных гидроэлектростанций. М.: Энергоатомиздат, 1983. 216 с.

ВОСТРЯКОВА Н.В., САВКИН В.М. Водные ресурсы юга Западной Сибири и их использование. - В кн.: Пути преобразования речного стока на юге Сибири. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1984, с.4-22.

ДЕНИСОВА Н.Н., КУКУШКИН В.А., РЕЗНИКОВ Н.Т. Оценка рекреационного использования побережья водохранилища Новосибирской ГЭС. - В кн.: Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. Вып. 2. Л., 1978, с. 92-96.

КАСКЕВИЧ Л.Н., ПОНЬКО В.А., СЕРГЕЕНКОВ И.С. Экологические проблемы при создании водохранилищ ГЭС Сибири. - В кн.: Влияние водохранилищ ГЭС на хозяйственные объекты и природную среду. Л.: Энергия, 1980а, с. 123-131.

КАСКЕВИЧ Л.Н., КАСКЕВИЧ Э.П., МЕЗЕНЦЕВ С.А. и др. Экологические аспекты сооружения энергообъектов Сибири. — В кн.: Системы энергетики—тенденции развития и методы управления. Т.3. Иркутск, 1980б, с. 96—105.

КУСКОВСКИЙ В.С., САВКИН В.М., КАСКЕВИЧ Л.Н. Использование водных ресурсов и формирование берегов водохранилищ Сибири. — География и природные ресурсы, 1986, № 2, с. 3—7.

В.П.Битюков

### ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Новосибирское водохранилище — первый искусственный крупный водоем в Западной Сибири. Оно создано в результате сооружения на Оби Новосибирской ГЭС — русловой, низконапорной, совмещенно-го типа гидроэлектростанции.

Река Обь перекрыта осенью 1956 г. Нормальный подпорный уровень был достигнут весной 1959 г. За прошедшие 30 лет значительно изменился социально-экономический облик Новосибирского промышленно-хозяйственного региона, накоплен опыт использования природных ресурсов водохранилища в народном хозяйстве, определены пути дальнейшего повышения эффективности Новосибирского водохозяйственного комплекса (ВХК).

Водные ресурсы водохранилища расходуются для целей электроэнергетики, судоходства, водоснабжения и рыбного хозяйства. Достаточно положительно решаются вопросы по уменьшению зоны затопления и подтопления пойменных территорий города при прохождении многоводных весенних паводков. Успешно используется водохранилище и его прибрежная зона в целях рекреации, а также в ирригационном строительстве, широко развернувшимся в прибрежных колхозах и совхозах.

Использование водных ресурсов водопользователями, входящими в Новосибирский ВХК, осуществляется в соответствии с существующими правилами, утвержденными в 1969 г. Они определяют и

регламентируют работу ГЭС в различные периоды и устанавливают для этих периодов контрольный ход уровней в водохранилище и нижнем бьефе. При этом интересы и требования водопользователей учтены в той степени, в какой они отвечают эффективному, комплексному использованию водных ресурсов.

Как правило, режим работы ГЭС и водохранилища в течение года характеризуется следующими этапами:

– заполнение водохранилища избыточным стоком весеннего половодья;

– летнее стояние уровней водохранилища на отметке нормального подпорного уровня (НПУ) плюс 20 см; форсировка производится ежегодно с 1969 г. и направлена на более полную срезку максимальных приточных расходов больших половодий и создание дополнительных запасов воды для обеспечения навигационных попусков;

– навигационная сработка водохранилища в период летне-осенней межени, когда приточные расходы уменьшаются ниже навигационного расхода  $1300 \text{ м}^3/\text{с}$ ; навигационная емкость водохранилища составляет  $1,28 \text{ км}^3$  и размещена в пределах призмы высотой  $1,23 \text{ м}$ ;

– сработка водохранилища в период осеннего шуго- и ледообразования для обеспечения работы коммунальных и промышленных водозаборов Новосибирска, расположенных в нижнем бьефе (объем призмы водохранилища, потребной для этих целей, зависит от фактически складывающихся гидрометеорологических условий);

– зимняя плановая сработка водохранилища до уровня мертвого объема (УМО).

Правилами использования водных ресурсов определены координаты противоперебойной линии диспетчерского графика сработки водохранилища для маловодного года с расчетной обеспеченностью стока 95 %. В нижний бьеф при этом пропускается санитарный расход  $450 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Сработка водохранилища заканчивается достижением УМО обычно в середине апреля, когда начинает интенсивно увеличиваться приток в водохранилище. К этому времени режим расходов и уровней в нижнем бьефе носит уже не зимний, а летний характер, поэтому возникает необходимость увеличения попусков до  $1050 - 1100 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Основные гидрологические характеристики водотока Оби, водно-энергетические показатели и водохозяйственный баланс Новосибирского водохранилища с 1960 по 1986 г. приведены в таблицах I - 4.

Известно, что гидротехническое строительство на крупных реках оказывает радикальное влияние на природные условия районов, где сооружаются эти объекты. Изменения природных условий за годы эксплуатации произошли и на Оби, в верхнем и нижнем бьефах Новосибирского гидроузла.

Верхний бьеф. Ледостав на водохранилище длится примерно половину года - с первой декады ноября по первую декаду мая. Длительность ледовых явлений увеличилась по сравнению с бытовым состоянием реки. Весной лед из водохранилища не сбрасывается в нижний бьеф, а тает в нем. Берега водохранилища уже около трех десятилетий продолжают находиться в стадии неустойчивого развития, которая характеризуется активным ветроволновым переформированием и значительной их деформацией. По данным наблюдений за устойчивостью береговой полосы, с момента создания водохранилища и до 1980 г., общая протяженность переработанных его берегов достигает 225 км (41 % периметра). Поэтому возникла проблема защиты берегов от ветроволнового разрушения. В 1971 г. межведомственная комиссия обследовала техническое состояние береговой полосы. Материалы работы комиссии явились исходными данными для составления в 1978 г. Ленинградским отделением института "Гидропроект" технико-экономического обоснования (ТЭО) берегоукрепительных сооружений и других мероприятий, связанных с переформированием берегов. Отмечено, что форсировка НПВ на 20 см дала новый импульс процессу их разрушения. В ТЭО рекомендованы 16 участков, инженерная защита которых экономически целесообразна, в том числе три участка - первоочередные: мыс Бердская стрелка, участок между 32-34 км железной дороги Новосибирск-Ташкент (в районе пляжа Академгородка СО АН СССР) и пос. Ленинское на левом берегу водохранилища, в 10 км выше сооружений гидроузла. В настоящее время Управление эксплуатации Новосибирского водохранилища уже выполняет защиту берега на первых двух участках, завершает разработку рабочих чертежей защитных сооружений для третьего.

Одновременно происходит процесс заиления водохранилища, за период существования которого объем грунта, поступившего в него за счет разрушения берегов, составил 8 млн м<sup>3</sup>. Со стоком Оби

Основные гидрологические элементы водотока Оби  
в створе Новосибирской ГЭС

Год	Объем стока, км <sup>3</sup>		Расход притока, м <sup>3</sup> /с			
	годовой	в весен- нем па- водке	среднегодовой		максималь- ный	минималь- ный
			Q	p, %		
1960	66,0	27,6	2085	9,58	7340	-
1961	65,6	32,9	2080	10,8	8830	-
1962	45,0	26,7	1430	75,5	9500	255
1963	40,4	19,6	1280	85,6	4020	273
1964	45,6	25,2	1450	73,2	9660	170
1965	45,0	24,4	1430	78,0	6180	264
1966	68,5	40,4	2160	19,1	10160	252
1967	44,7	18,0	1410	80,2	4800	290
1968	40,4	23,8	1280	88,5	5000	248
1969	74,2	43,3	2340	2,22	12900	235
1970	59,2	31,2	1870	30,7	5920	310
1971	55,3	32,7	1750	41,7	8100	260
1972	52,4	28,3	1660	50,0	7950	260
1973	64,3	35,3	2040	13,3	8890	270
1974	37,0	20,8	1175	91,0	8370	220
1975	49,3	27,5	1560	57,0	7000	225
1976	46,4	21,0	1460	74,0	6000	444
1977	55,0	31,4	1740	42,3	10100	506
1978	45,8	25,6	1450	76,0	8550	425
1979	51,8	30,6	1640	49,2	8300	305
1980	42,2	21,1	1340	84,3	7350	390
1981	37,2	20,4	1180	90,2	5100	300
1982	38,2	21,0	1210	90,0	7340	250
1983	46,6	22,2	1470	67,5	4100	290
1984	57,6	24,04	1802	32,5	7050	280
1985	56,5	26,5	1790	41,0	8500	200
1986	-	24,9	-	-	7100	285

Таблица 2

Среднемесячные расходы притока в водохранилище  
Новосибирской ГЭС и их обеспеченность в процентах

Годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1960	<u>382</u> 44,8	<u>369</u> 25,8	<u>359</u> 19,5	<u>1720</u> 49,4	<u>5580</u> 23,3	<u>4730</u> 27,0	<u>3990</u> 13,3	<u>2740</u> 9,58	<u>2540</u> 2,11	<u>1360</u> 20,8	<u>944</u> 11,5	<u>665</u> 2,11
1961	<u>500</u> 9,58	<u>365</u> 30,7	<u>340</u> 30,7	<u>4480</u> 0,87	<u>4020</u> 66,8	<u>3990</u> 45,7	<u>3110</u> 34,5	<u>2560</u> 13,3	<u>2130</u> 5,84	<u>1615</u> 9,58	<u>1030</u> 9,58	<u>760</u> 0,87
1962	<u>605</u> 2,11	<u>470</u> 3,36	<u>450</u> 4,60	<u>3290</u> 8,33	<u>3775</u> 73,1	<u>3200</u> 71,8	<u>1490</u> 93,0	<u>1215</u> 91,7	<u>868</u> 89,2	<u>820</u> 74,3	<u>530</u> 56,0	<u>430</u> 49,4
1963	<u>376</u> 51,4	<u>366</u> 27,1	<u>423</u> 5,72	<u>1355</u> 61,4	<u>2880</u> 95,7	<u>3180</u> 74,3	<u>1830</u> 81,5	<u>1255</u> 90	<u>1040</u> 72,8	<u>907</u> 68,6	<u>1165</u> 8,6	<u>540</u> 20
1964	<u>495</u> 15,5	<u>309</u> 66,2	<u>273</u> 79	<u>850</u> 79	<u>5350</u> 31	<u>3380</u> 67,6	<u>2360</u> 66,2	<u>1525</u> 74,6	<u>997</u> 76	<u>788</u> 78,8	<u>573</u> 45,1	<u>495</u> 25,4
1965	<u>427</u> 27,4	<u>365</u> 32,8	<u>343</u> 28,8	<u>2540</u> 20,5	<u>4250</u> 63,8	<u>2470</u> 90,2	<u>1610</u> 91,8	<u>1130</u> 96	<u>1475</u> 35,6	<u>1265</u> 95	<u>765</u> 23,2	<u>560</u> 11,0
1966	<u>380</u> 51,5	<u>365</u> 32,4	<u>332</u> 36,5	<u>1690</u> 48,6	<u>8260</u> 2,7	<u>5530</u> 10,4	<u>4630</u> 6,9	<u>1930</u> 42,4	<u>1110</u> 66	<u>772</u> 84	<u>502</u> 58,5	<u>448</u> 40,5
1967	<u>326</u> 79,7	<u>298</u> 74,1	<u>304</u> 57	<u>1700</u> 49	<u>3040</u> 91,6	<u>2100</u> 95	<u>1940</u> 75,7	<u>3000</u> 5,5	<u>1900</u> 19,5	<u>1300</u> 26	<u>637</u> 35	<u>398</u> 76,2

1968	<u>330</u> 78	<u>266</u> 89	<u>614</u> 0,93	<u>2970</u> 10,2	<u>3460</u> 84,4	<u>2630</u> 86	<u>1470</u> 95,3	<u>1050</u> 98	<u>817</u> 92,5	<u>813</u> 83,3	<u>487</u> 61	<u>416</u> 62
1969	<u>327</u> 78	<u>252</u> 90	<u>240</u> 90,5	<u>1160</u> 69	<u>7880</u> 4,4	<u>7400</u> 0,95	<u>3690</u> 18,5	<u>1950</u> 41,5	<u>1790</u> 20,5	<u>1850</u> 4,35	<u>966</u> 14	<u>595</u> 6,15
1970	<u>447</u> 20,3	<u>370</u> 25,5	<u>362</u> 20	<u>3640</u> 4,8	<u>3330</u> 85	<u>4970</u> 23	<u>2900</u> 67	<u>2000</u> 31,9	<u>1480</u> 36	<u>1650</u> 8,6	<u>780</u> 0,9	<u>541</u> 25,5
1971	<u>435</u> 25	<u>360</u> 36,8	<u>285</u> 75	<u>3260</u> 10,8	<u>5080</u> 37	<u>4120</u> 40	<u>3210</u> 33,6	<u>1580</u> 73	<u>1000</u> 78	<u>800</u> 80,6	<u>580</u> 47	<u>370</u> 86
1972	<u>358</u> 64	<u>320</u> 58,3	<u>319</u> 46,6	<u>2920</u> 13,7	<u>4270</u> 60,3	<u>3660</u> 60,2	<u>2540</u> 59,5	<u>1700</u> 63,8	<u>1320</u> 54	<u>1160</u> 37,4	<u>775</u> 23,6	<u>595</u> 7,2
1973	<u>443</u> 20,8	<u>340</u> 43	<u>354</u> 20,8	<u>3580</u> 5,84	<u>5130</u> 35,7	<u>4730</u> 28,3	<u>4210</u> 9,58	<u>2080</u> 28,5	<u>1300</u> 53,3	<u>1000</u> 54,4	<u>710</u> 32	<u>485</u> 29,5
1974	<u>388</u> 44,8	<u>285</u> 80,5	<u>253</u> 88	<u>2770</u> 19,5	<u>2970</u> 95,5	<u>2160</u> 94,5	<u>1310</u> 97,9	<u>896</u> 99	<u>805</u> 93	<u>1300</u> 26,6	<u>552</u> 55	<u>335</u> 93
1975	<u>276</u> 93	<u>244</u> 92	<u>216</u> 93	<u>2730</u> 23	<u>3180</u> 88	<u>4940</u> 29,4	<u>3110</u> 36	<u>1340</u> 85	<u>861</u> 88	<u>1020</u> 55	<u>475</u> 64	<u>362</u> 87
1976	<u>333</u> 76,5	<u>300</u> 70	<u>239</u> 90	<u>1310</u> 67	<u>3970</u> 69	<u>3240</u> 72	<u>1980</u> 78	<u>2250</u> 22,4	<u>1200</u> 63	<u>1420</u> 17	<u>745</u> 55	<u>548</u> 15,2
1977	<u>425</u> 29,0	<u>263</u> 87,5	<u>270</u> 79,0	<u>3520</u> 6,8	<u>4520</u> 57	<u>3560</u> 60	<u>1990</u> 72	<u>1940</u> 42	<u>1540</u> 29	<u>1420</u> 17,4	<u>1020</u> 11,5	<u>415</u> 62,5

I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO	II	I2	I3
I978	<u>418</u> 3I,3	<u>320</u> 56,0	<u>329</u> 36,6	<u>3250</u> I2,5	<u>3710</u> 76,0	<u>2770</u> 84,0	<u>1890</u> 78,0	<u>1840</u> 5I,0	<u>1040</u> 7I,I	<u>860</u> 73,5	<u>575</u> 50,0	<u>383</u> 80,3
I979	<u>350</u> 4I,3	<u>324</u> 53,0	<u>309</u> 55,6	<u>862</u> 74,0	<u>5540</u> 23,0	<u>4180</u> 37,5	<u>2290</u> 66,8	<u>1370</u> 85,0	<u>1500</u> 3I,0	<u>1010</u> 43,2	<u>1160</u> 7,I	<u>647</u> 5,0
I980	<u>429</u> 26,5	<u>339</u> 43,2	<u>292</u> 65,5	<u>1170</u> 54,0	<u>3210</u> 87,0	<u>3190</u> 73	<u>2380</u> 64	<u>1520</u> 75	<u>1160</u> 59,I	<u>864</u> 70,5	<u>580</u> 47	<u>404</u> 74
I981	<u>369</u> 59	<u>318</u> 58	<u>313</u> 50	<u>2420</u> 26	<u>3050</u> 90	<u>2310</u> 9I	<u>1300</u> 97	<u>1220</u> 87,3	<u>1070</u> 69	<u>956</u> 59,4	<u>539</u> 56,8	<u>555</u> I4,4
I982	<u>277</u> 92	<u>262</u> 87	<u>260</u> 82	<u>2580</u> 25,6	<u>2810</u> 99,0	<u>2610</u> 87,0	<u>1410</u> 94,7	<u>1360</u> 83,3	<u>835</u> 92,4	<u>969</u> 59,5	<u>810</u> 20,0	<u>390</u> 82,4
I983	<u>330</u> 78,8	<u>308</u> 87,9	<u>299</u> 63,I	<u>1510</u> 65,6	<u>3560</u> 76,0	<u>3390</u> 65,3	<u>2420</u> 6I,0	<u>1850</u> 49,5	<u>1210</u> 59,6	<u>1470</u> I4,4	<u>855</u> I7,7	<u>450</u> 40,4
I984	<u>393</u> 40,4	<u>311</u> 63,4	<u>281</u> 75,5	<u>1190</u> 73	<u>4190</u> 6I	<u>3790</u> 56	<u>3740</u> 16,63	<u>3944</u> 4,0	<u>1469</u> 35,9	<u>1261</u> 3I,39	<u>755</u> 26,8	<u>543</u> I7,76
I985	<u>394</u> 39,20	<u>328</u> 49,40	<u>258</u> 84,50	<u>2760</u> 2I,20	<u>3380</u> 85,0	<u>3990</u> 43,0	<u>3285</u> 28,9	<u>2000</u> 34,3	<u>1585</u> 25,0	<u>1170</u> 35,0	<u>851</u> I8,0	<u>557</u> 9,0
I986	<u>455</u> I5,80	<u>346</u> 35,4	<u>294</u> 62,5	<u>2200</u> 40,8	<u>4190</u> 59,2	<u>3100</u> 73,5	-	-	-	-	-	-

Водно-энергетические показатели  
Новосибирского гидроузла

Год	Выработка электроэнергии в % от среднегодовой величины	Удельные расходы воды, м <sup>3</sup> /кВт·ч	Коэффициент использования водотока, %	Число часов использования установленной мощности
1960	92,5	25,2	63,4	4050
1961	123,8	25,2	83,8	5407
1962	96,9	24,7	94,2	4222
1963	87,2	25,0	96,0	3807
1964	96,2	24,9	89,8	4200
1965	95,7	24,7	93,5	4181
1966	102,5	27,2	70,5	4487
1967	99,4	23,7	94,5	4340
1968	84,2	23,5	91,2	3915
1969	113,0	26,0	70,0	4940
1970	122,3	26,0	83,9	5050
1971	112,3	26,0	90,5	4410
1972	109,5	25,1	95,0	4210
1973	125,5	26,2	87,0	4830
1974	90,0	23,1	100,0	3460
1975	105,4	25,7	95,0	4048
1976	108,7	23,4	100,0	4178
1977	125,0	24,1	94,0	4802
1978	111,7	24,0	100,0	4295
1979	113,0	24,2	94,2	4343
1980	107,0	22,9	99,3	4114
1981	93,0	23,4	100,0	3574
1982	93,5	22,5	100,0	3593
1983	113,0	22,8	100,0	4347
1984	125,0	23,9	91,9	4802
1985	121,0	23,9	97,7	4675

Водохозяйственный баланс Новосибирского  
водохранилища

Год	Запас воды на начало года, млн м <sup>3</sup>	Полный объем притока, млн м <sup>3</sup>	Годовое использование воды, млн м <sup>3</sup>		Средне- годовой напор на гид- роузле, м
			на произ- водство электро- энергии	холостые сбросы	
1960	9008	66050	40900	23101	16,95
1961	9542	65665	54590	11099	17,33
1962	9018	45027	42624	4121	17,81
1963	7530	40363	38306	-	17,24
1964	8105	44581	40316	5044	17,30
1965	6950	45014	41435	2586	17,68
1966	8335	68520	49180	18960	16,89
1967	7010	44700	44700	709	17,81
1968	7730	40400	36700	1870	18,28
1969	7450	74210	51300	20520	17,29
1970	8203	59203	55500	2960	17,75
1971	7928	55260	51270	3750	17,72
1972	6543	52440	48020	770	18,01
1973	8520	64300	55720	6620	17,70
1974	7040	37000	36130	-	18,53
1975	7380	49346	47360	2670	17,45
1976	6723	46417	44544	-	18,19
1977	8530	54962	52605	3446	18,11
1978	7610	45816	47016	-	18,03
1979	6390	51751	47840	2901	17,98
1980	7390	42250	43000	320	18,05
1981	5932	37200	37100	-	17,93
1982	5908	38250	36800	-	18,13
1983	7370	46590	45270	-	18,45
1984	7630	57620	52340	4640	18,24
1985	7884	56450	50600	2260	18,35
1986	8456	-	-	-	-

и ее притоков, впадающих в водохранилище, поступил такой же объем твердых наносов. Общий же объем заиления за все годы эксплуатации гидроузла не превысил 1,5 % объема водохранилища.

Цветение воды водохранилища и нецикличность изменения ее мутности в результате ветровых волнений оказывает неблагоприятное влияние на работу водозаборов, расположенных в нижнем бьефе. Повышение уровня грунтовых вод после создания водохранилища отрицательно сказалось на развитии лесных культур, которые занимают большие площади в береговой зоне водоема.

Нижний бьеф. Ледовый режим в нижнем бьефе ныне характеризуется: наличием полыньи — незамерзающего участка реки, длина которого зависит от режима работы ГЭС, температуры поступающей из водохранилища воды, метеорологических и других условий; более продолжительным по сравнению с бытовым состоянием реки периодом осеннего ледохода и шугохода; более ранними сроками вскрытия реки весной; уменьшением толщины и прочности ледового покрова реки. Образование полыньи в нижнем бьефе ГЭС создало на некоторых участках благоприятные условия для образования шуги.

Необходимо подчеркнуть, что характер взаимосвязи расхода и уровней воды в период закрытого русла в нижнем бьефе гидроузла очень сложен и подлежит еще тщательному исследованию. Решение этой задачи будет иметь большое практическое значение, поскольку точное прогнозирование зимних коэффициентов способствует оптимизации режимов ГЭС и водохранилища.

Наиболее сложной проблемой является деформация русла реки в нижнем бьефе. В первые 10 лет эксплуатации гидроузла деформация русла происходила в основном за счет естественного процесса размыва осветленной водой и самоотмостки русла реки. После 1966 г. на деформацию русла и снижение уровней существенное влияние начала оказывать добыча грунта, в значительных объемах забиравшегося ежегодно из русла реки в городской черте на хозяйственные нужды. По неполным данным организаций и предприятий, осуществлявших карьероразработки в русле и на пойме реки, к 1984 г. здесь добыто более 40 млн м<sup>3</sup> песка.

МГУ, ВНИИГ и Западно-Сибирский НИИ Госкомгидромета СССР при активном участии специалистов гидротехнической службы РЭУ "Новосибирскэнерго" в 1976—1980 гг. проанализировали деформацию русла в нижнем бьефе ГЭС и составили прогноз русловых пере-

формирований на период до 2000 г. На основе данных эксплуатации ГЭС и наблюдений на водомерных постах "Нижний бьеф" и "Новосибирск" установлено, что к 1980 г. понижение уровней воды Оби составляло в створе ГЭС 160–165 см и в створе водпоста "Новосибирск" – 70–105 см относительно бытовых уровней в меженный период (рис. 1). Расчетами трансформации русла Оби, охватившими как прошлый период (от 1957 г. до настоящего времени), так и перспективу (до 2000 г.) подтверждено, что одной из основных причин непрекращающегося процесса понижения уровней является разработка русловых карьеров, объем которых более чем в три раза превосходит объем естественного размыва русла. Продолжение карьерных разработок в русле Оби в объемах предшествующих лет (в среднем по 2–2,5 млн м<sup>3</sup> в год) или даже меньших приведет к дополнительному понижению уровней относительно их нынешнего положения, которое к 2000 году составит в створе ГЭС – 45–60 см и в створе водпоста "Новосибирск" – 35–40 см (Векслер, Доненберг, 1983).

Деформация русла реки и понижение (посадка) уровней воды привели к необходимости значительно увеличить хозяйственные пуски из водохранилища. Так, например, зимой для поддержания минимальных уровней, необходимых для обеспечения нормальной работы городских водозаборов, требуется производить пуски с расходами 630–680 м<sup>3</sup>/с, а в отдельных случаях до 750 м<sup>3</sup>/с, вместо 450 м<sup>3</sup>/с, которые были достаточны в конце 60-х годов для поддержания даже более высокого уровня.

Указанные изменения природных условий и, в первую очередь деформация русла реки в нижнем гидроузле, создали ряд проблем при использовании водных ресурсов Новосибирского водохранилища, которые значительно обостряются в маловодные годы, характерные для последнего времени. Так, после 1974 г. из 13 лет семь оказались маловодными (1974, 1976, 1978, 1981–1983, 1986) при полном отсутствии холостых сбросов или при очень незначительном их объеме – 320 млн м<sup>3</sup> (см. табл. 2–4). В этих случаях увеличение расходной части при одновременном уменьшении приходной придает крайне напряженный характер водохозяйственному балансу; при осуществлении сработки водохранилища в навигационный и осенне-зимний периоды даже в строгом соответствии с правилами использования накануне весеннего половодья возникает недостаток водных ресурсов.

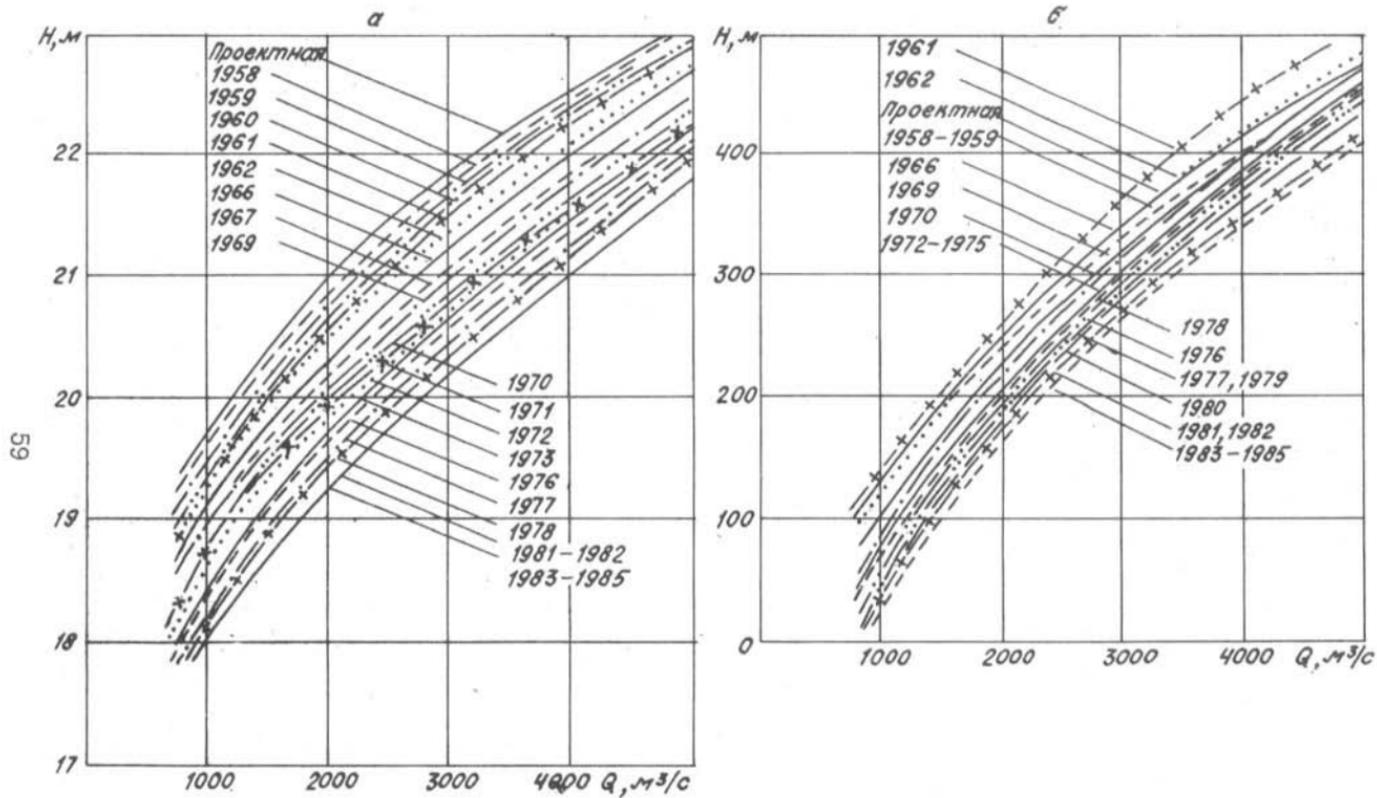


Рис. 1. Кривые зависимости расходов от уровней воды в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС  
По водпостам: а - "Нижний бьеф", б - "Новосибирск".

По этой причине водохранилище было сработано на 15 см ниже УМО в апреле 1976 г. В начале осенне-зимнего периода 1978-1979 гг. сработка водохранилища шла также значительно ниже противоперебойной линии диспетчерского графика для маловодного года. В связи с этим предполагался дефицит водных ресурсов в объеме  $1 \text{ км}^3$ , который можно было ликвидировать только за счет использования призмы водохранилища, расположенной на 1-1,5 м ниже УМО. Однако экстремально поздняя весна, сохранение до середины апреля зимнего режима в нижнем бьефе, строго экономное расходование водных ресурсов позволили избежать предполагавшейся углубленной сработки водохранилища.

Накануне зимы 1980-1981 гг. в бассейне Верхней Оби сложилась неблагоприятная гидрологическая обстановка, выразившаяся в уменьшенном на 20-30 % ниже нормы притока воды в водохранилище и длительном периоде шуго- и ледообразования в нижнем бьефе. Указанные обстоятельства вместе с прогрессирующей посадкой уровня воды в реке в черте города обусловили интенсивную осенне-зимнюю сработку водохранилища. Фактически она шла значительно ниже противоперебойной линии диспетчерского графика для маловодного года, хотя сток реки осенью и зимой 1980-1981 годов все-таки превысил расчетную обеспеченность 95 % и составил фактически 90,2 % (см. табл. 1). Уровень водохранилища перед началом весеннего половодья был на 1,28 м ниже УМО. Следует отметить, что такая глубокая сработка водохранилища была произведена впервые за все время его существования. Дефицит водных ресурсов весной 1981 г. составил  $0,8 \text{ км}^3$ .

Еще более сложная обстановка с использованием водных ресурсов имела место на гидроузле в осенне-зимний период 1981-1982 гг. К 1 января 1982 г. уровень водохранилища был на 1 м ниже контрольной отметки.

Расчетами, выполненными в РЭУ "Новосибирскэнерго" и Западно-Сибирском управлении по гидрометеорологии и контролю природной среды, была установлена реальность повторения углубленной предпаводковой сработки водохранилища в объемах, равных или даже превышающих сработку 1981 г. Фактический уровеньный режим полностью подтвердил прогнозы специалистов. Несмотря на осуществлявшийся строго экономный режим расходования водных ресурсов с поддержанием в нижнем бьефе минимально возможных уров-

ней по условиям работы водозаборов и санитарного состояния реки, уровень водохранилища перед началом весеннего половодья 1982 года на 1,90 м был ниже УМО (9 апреля). На рис. 2 показан ход сработки водохранилища в осенне-зимние периоды 1980-1981 и 1981-1982 гг. Здесь же приведены координаты противоположной линии диспетчерского графика сработки водохранилища для расчетного маловодного года обеспеченностью 95 %.

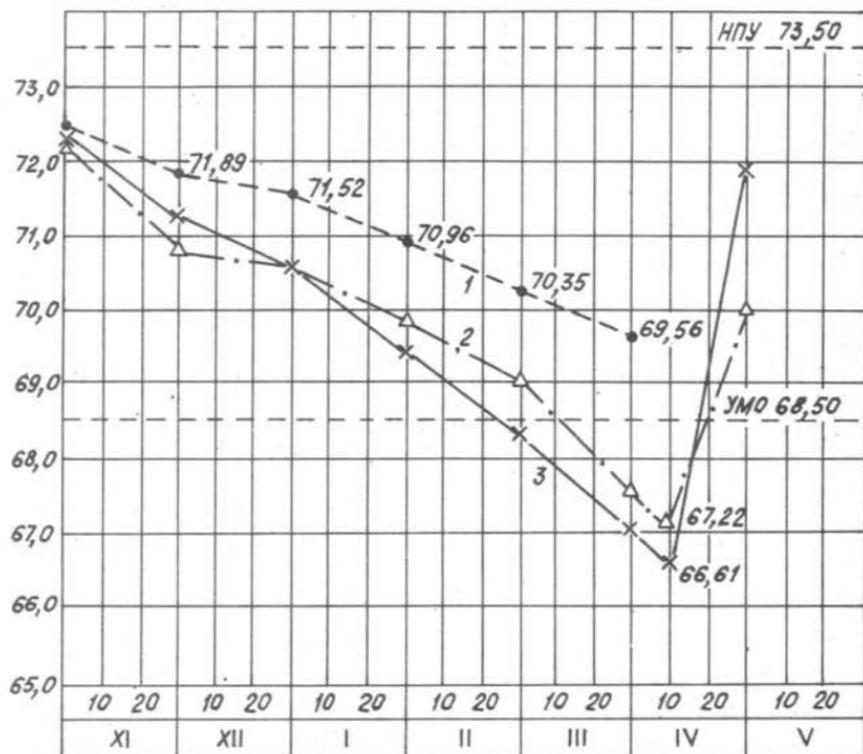


Рис. 2. Графики сработки водохранилища в осенне-зимний период: 1 - противоположная линия. Ход сработки водохранилища: 2 - в 1980-1981 гг., 3 - в 1981-1982 гг.

В последующие 1983-1985 годы водность Оби возросла (обеспеченность среднегодовых расходов притока в водохранилище составила 67,5; 32,5; 41 % (см. табл. 2). Однако дефицит водных

ресурсов сохранялся. В начале 1982 г. работники коммунального хозяйства Новосибирска, являющегося одним из самых основных участников водохозяйственного комплекса, выполнили комплекс работ по вакуумированию водоприемного колодца левобережного водозабора городского водопровода. Это мероприятие оказалось очень эффективным и способствовало уменьшению минимальных рабочих уровней в реке с 45–50 см до нулевой отметки Новосибирского водомерного поста при открытом русле реки и устойчивом ледоставе, а в период интенсивного шуго- и ледообразования – с 80–100 до 50–60 см. В связи с этим появилась возможность уменьшить расходы в нижнем бьефе и приблизить их к величине санитарного попуска – 450 м<sup>3</sup>/с. Таким образом удалось избежать углубленной предполоводной сработки водохранилища в прошедшие три года. Не было также такой глубокой сработки водохранилища и весной 1986 г.

В целях прекращения отрицательного влияния руслового процесса в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС на работу водопользователей и водопотребителей Новосибирского ВХК, в соответствии с рекомендациями МГУ и ВНИИГА Новосибирский облисполком своим решением в феврале 1982 г. установил ниже гидроузла 75-километровую зону запрета производства карьерных разработок. И, как показывает практика последних лет, уровни воды в Оби на приплотинном участке стабилизировались. На рис. 1 видно, что в 1984 и 1985 гг. кривые связи расходов и уровней в створах водомерных постов "Нижний бьеф" и "Новосибирск" практически не изменили своего положения.

Технико-экономическим обоснованием режима работы Новосибирской ГЭС в период навигации и осенне-зимней сработки водохранилища, выполненным Ленинградским отделением института "Гидропроект" в 1979 г. в качестве радикальной меры, направленной на снижение напряженности водохозяйственных балансов водохранилища и повышение эффективности использования водных ресурсов ВХК, рекомендовано выполнить реконструкцию водозаборов, расположенных в нижнем бьефе гидроузла, которая позволила бы обеспечить устойчивое и надежное функционирование их при пониженных уровнях воды в реке, как при открытом русле и устойчивом ледоставе, так и во время интенсивного шуго- и ледообразования.

С полным основанием мероприятия, осуществленные на левобережном водозаборе, можно рассматривать в качестве первого этапа такой реконструкции.

В дальнейшем, конечно, оудет выполнен тщательный анализ всех последствий деформации русла реки с понижением уровней в нижнем бьефе гидроузла и произведенной в связи с этим в маловодные годы (1981 и 1982) углубленной предполоводной сработкой водохранилища. Но уже сейчас очевидно, что в условиях недостатка водных ресурсов существенно снижается регулирующая возможность Новосибирской ГЭС и ее энергетическая отдача. В связи с понижением уровней в нижнем бьефе гидроузла гидротехнические сооружения, основное и вспомогательное оборудование ГЭС работают в условиях, значительно отличающихся от проектных (Битюков, 1981а).

Опыт работы ГЭС, особенно в последние годы, свидетельствует о необходимости корректировки существующих правил использования водных ресурсов Новосибирского водохранилища, введенных в действие еще в 1969 г. и в настоящее время уже полностью не соответствующих ни изменившимся условиям в верхнем и нижнем бьефах гидроузла, ни новому уровню развития водопользования. Что касается изменившихся геоморфологических условий в нижнем бьефе гидроузла, то о них подробно было сказано выше. О новом, более высоком уровне развития водопользователей можно проследить на примере речного транспорта. За прошедшие два десятилетия общий объем перевозок, на наиболее протяженном в бассейне участке — Новосибирская ГЭС—устье р. Томи увеличился с 3700 тыс. т в 1965 г. до 8800 тыс. т в 1985 г. Соответственно изменилась и гарантированная глубина на плесе от 100 см в прошлом до 250 см в настоящем. В будущем здесь предстоит поддерживать глубины порядка 300—320 см. Такие же количественные и качественные показатели роста имеются и у других водопользователей и водопотребителей — участников Новосибирского ВХК.

Понижение уровней воды в нижнем бьефе гидроузла привело к уменьшению глубины на "короле" нижней камеры судоходного шлюза, и транзитное судоходство по нему осуществляется уже многие годы за счет перераспределения сбросов в нижний бьеф в пределах среднесуточного навигационного попуска  $1300 \text{ м}^3/\text{с}$  по специальному графику, разрабатываемому совместно специалистами гидроэнерге-

тиками и речниками. Для улучшения условий судоходства в перспективе намечено произвести реконструкцию шлюза с устройством дополнительной камеры в нижнем подходном канале.

Серьезной проблемой последних лет, влияющей на эффективность использования водных ресурсов Новосибирского ВХК, является водохозяйственное строительство на берегах водохранилища без учета его уровневого режима. Показательным примером в этом отношении является Чеминская оросительная система, первая очередь которой была пущена в эксплуатацию в 1983 г. Водоприемные сооружения головной насосной станции заложены на отметках, требующих для запуска системы и производства влагозарядки почвы в первой декаде мая интенсивного подъема уровней воды в водохранилище — на первом этапе весеннего половодья. Такой форсированный режим заполнения водохранилища не соответствует оптимальному и значительно отличается от предусмотренного проектом. При пропуске весенних половодий через сооружения Новосибирской ГЭС это приводит к увеличению объемов "холостых", непроизводительных сбросов через водосливную плотину.

В 1986 г. был опробован режим заполнения водохранилища избыточным стоком весеннего половодья при использовании полной пропускной способности гидротурбин (2800—3900 м<sup>3</sup>/с в зависимости от действующего напора). Такой режим позволил не только уменьшить, но и полностью исключить упомянутые выше потери гидроресурсов.

Таким образом, в последние годы, во время заполнения водохранилища весной, в навигационный и осенне-зимний периоды, использование водных ресурсов водохранилища осуществляется с вынужденным отступлением от действующих правил, что еще раз подтверждает объективную необходимость их корректировки.

Совершенно очевидно, что вопросы рационального использования водных ресурсов Новосибирского водохранилища в маловодные годы станут еще более сложными в результате реализации проекта переброски вод водохранилища в р. Карасук для орошения земель сельскохозяйственных угодий Новосибирской области и Алтайского края, а также для подпитки озера Чаны и других.

Безусловно, дефицит водных ресурсов достигнет своего максимума в случае стока Оби, обеспеченность которого выйдет за пределы расчетной величины 95 %. Гидрологический ряд Оби состоит

уже почти из 100 членов. Согласно статистике наиболее маловодными годами в этом ряду являются 1900 и 1901 гг., обеспеченность стока которых составила 98,16 % и 97,08 % соответственно. В гидротехнической службе РЗУ "Новосибирскэнерго" выполнены оценочные водохозяйственные расчеты использования водных ресурсов в случае аналогичной маловодности для современных условий нижнего бьефа гидроузла в части обеспечения гарантированных санитарных попусков - 450 м<sup>3</sup>/с. Результаты этих расчетов показали, что для нормального водоснабжения Новосибирска, его населения и промышленности, водохранилище может быть сработано до УМО уже к началу очередного календарного года, а накануне весеннего половодья, к апрелю - на 5-6 метров еще ниже. Этот вывод полностью подтвердился в ходе расчетов водохозяйственных балансов водохранилища, выполненных в институте "Запсибгипроводхоз" в рамках проектных проработок по обводнению р.Карасук и орошению земель в сельскохозяйственных районах Новосибирской области.

Таким образом, использование водных ресурсов Новосибирского водохранилища предполагает, в первую очередь, решение проблемы рационального распределения их между участниками водохозяйственного комплекса - гидроэнергетикой, водным транспортом, коммунальным хозяйством, ирригацией и другими.

В годы с маловодным стоком Оби, учитывая накопленный опыт эксплуатации гидроузла, а также реально сложившиеся условия в его бьефах, для решения этой проблемы необходимо в первую очередь:

- сократить насколько возможно призму навигационной сработки водохранилища, осуществив мероприятия по повышению эффективности дноуглубительных и выправительных работ на плесе Новосибирская ГЭС - устье р.Томи;

- приступить к частичному восстановлению уровней в нижнем бьефе ГЭС путем строительства дамб, перекрывающих несудоходные протоки и рукава реки;

- для покрытия дефицита водных ресурсов в исключительных случаях в годы с маловодным стоком предусматривать как вынужденную меру предполоводную сработку водохранилища на 1,5-2,0 м ниже УМО; в целях предотвращения ущерба для рыбного хозяйства продолжить гидромелиоративные работы в акватории водохранилища. Следует учесть, что на водозаборах верхнего бьефа уже имеется

опыт работы в условиях глубокой сработки водохранилища на I, 90 м ниже УМО.

В перспективе целесообразно реконструировать действующие водозаборы городского водопровода и промышленных предприятий, расположенных в нижнем бьефе, обеспечив их нормальную работу при уровне воды, соответствующем нулевой отметке Новосибирского водомерного поста и отвечающем санитарному расходу в нижнем бьефе гидроузла — 450 м<sup>3</sup>/с.

Кроме того, следует продолжить научное исследование неустановившегося движения речного потока в нижнем бьефе гидроузла с тем, чтобы использовать их результаты при создании автоматизированной системы управления режимами работы Новосибирской ГЭС и обеспечить оптимальное регулирование запасов водных ресурсов водохранилища. Целесообразно также рассмотреть возможность создания дополнительных водохранилищ в верховьях Оби. Последнее представляется чрезвычайно важным, поскольку наличие водохранилищ выше Новосибирского радикально решает проблему дефицита водных ресурсов Новосибирского водохозяйственного комплекса в годы с экстремально низким стоком Оби.

Исключительно большое значение для повышения эффективности эксплуатации всего водохозяйственного комплекса имеет дальнейшее улучшение гидрометеорологического обслуживания участников комплекса и, в первую очередь, совершенствование методик прогнозирования таких гидрологических характеристик, как гидрографы весенних половодий, а также сроков появления и окончания ледовых явлений, максимальных и минимальных уровней, максимальных расходов и т.п.

В последние годы вопросам эксплуатации Новосибирского водохранилища, повышения эффективности использования водных ресурсов в народном хозяйстве уделяется большое внимание. В 1975–1986 гг. в Новосибирске состоялся ряд научно-технических совещаний, научно-практических семинаров, заседаний Президиума Новосибирского областного совета научно-технических обществ, на которых обсуждались проблемы, связанные с эксплуатацией Новосибирского водохозяйственного комплекса (Битиков, 1981б; 1982). С целью улучшения состояния Новосибирского водохранилища, его береговой полосы, обеспечения рационального природопользования в

регионе Новосибирский облисполком в этот период принял несколько соответствующих постановлений.

Важным организационным фактором является создание в 1980 г. в системе Министерства мелиорации и водного хозяйства РСФСР управления эксплуатации Новосибирского водохранилища, которое вместе с техническим обустройством водохранилища, защитой его берегов от ветроволнового разрушения, организацией и содержанием его водохранной зоны в настоящее время является координатором при решении вопросов, возникающих в связи с деятельностью участников ВХК.

✽   ✽   ✽

С созданием Новосибирского гидроузла на его базе образовался водохозяйственный комплекс, объединяющий водопользователей: энергетику, водный транспорт, ирригацию, коммунальное, сельское, лесное, рыбное хозяйства и др.

За 30-летний период эксплуатации гидроузла произошли изменения природных условий на прилегающем участке Оби; основное из них — деформация русла реки в нижнем бьефе ГЭС, которая явилась причиной возникновения в годы с маловодным стоком реки значительного дефицита водных ресурсов.

В целях повышения эффективности использования водных ресурсов Новосибирского водохранилища в ближайшие годы необходимо осуществить ряд организационных и технических мероприятий для обеспечения нормальной деятельности участников водохозяйственного комплекса в условиях дефицита водных ресурсов.

#### Литература

ВЕКСЛЕР А.Б., ДОНЕНБЕРГ В.М. Переформирование русла в нижних бьефах крупных гидроэлектростанций. М.: Энергоатомиздат, 1983, с. 142-165.

БИТЮКОВ В.П. Об использовании водных ресурсов Новосибирского водохранилища. — Гидротехническое строительство. 1981 а, № 1, с. 12-14.

БИТЮКОВ В.П. Внездное заседание Президиума Новосибирского областного совета научно-технических обществ. - Гидротехническое строительство, 1981б, № 4, с. 45-46.

БИТЮКОВ В.П. Расширенное заседание Президиума Новосибирского совета научно-технических обществ. - Гидротехническое строительство, 1982, № 2, с. 48-49.

И.А.Волков, В.П.Зачесов

### СИБРЕЧПУТЬ И ЕДИНАЯ РЕЧНАЯ СИСТЕМА СТРАНЫ\*

В настоящее время Сибирь становится главной сырьевой базой нашей страны. Важнейшим фактором экономического развития региона является наличие в нем многочисленных природных богатств. Здесь сосредоточено почти 3/4 всех минеральных топливно-энергетических и более половины гидроэнергетических ресурсов, свыше 50 % запасов промышленной древесины СССР, значительная доля общесоюзных запасов цветных металлов и различного минерального сырья (Сибирь ..., 1980).

Особое место в регионе принадлежит речной системе. На территории Сибири находится свыше половины водных ресурсов страны. Речная система имеет комплексное народнохозяйственное значение. С использованием рек и их водных ресурсов тесно связаны многие отрасли промышленности и сельского хозяйства.

В настоящее время положение на реках Сибири характеризуется локальными и ведомственными гидротехническими решениями. Реализуется широкая программа строительства гидроэлектростанций. В ряде случаев судоходные трассы перекрываются глухими плотинами без шлюзованных систем. Это приводит к нарушению речных транспортных связей. В последние годы по указанной причине нарушено сквозное движение по рекам Ангаре, Зее, Верхнему Енисею. В результате грузы, тяготеющие к речному транспорту, переданы на железную дорогу и автомобильный транспорт, перевозки по которым значительно дороже.

---

\* Статья публикуется в порядке обсуждения.

Наличие шлюзованных систем в створах построенных гидроузлов позволило бы принять речному транспорту только на Ангаре десятки миллионов тонн грузов, обеспечить сквозное судоходство на участке Байкал — Енисей, разгрузив тем самым Транссибирскую железнодорожную магистраль, уменьшив транспортные расходы.

Обустройство месторождений полезных ископаемых также чаще всего преследует в первую очередь выполнение ведомственных интересов. В районах обустройства через реки прокладываются трубопроводы, мосты, линии электропередач без учета их транспортного использования (реки Надым, Казым, Аган, Тромъеган и т.п.). Нередко в последующем оказывается, что такая река является единственной транспортной магистралью развивающегося района. Эти обстоятельства в конечном счете отрицательно влияют на развитие производительных сил региона.

В то же время следует иметь в виду, что речной транспорт в районах освоения новых территорий находится вне конкуренции. Он является единственным видом транспорта, который значительно дешевле, быстрее других можно включить в хозяйственный оборот. Известно, например, что речной транспорт сыграл пионерную роль в освоении месторождений нефти и газа Западной Сибири. Без него невозможно было бы освоение природных богатств этого региона в сжатые сроки и в современных масштабах. Аналогичное положение складывается в настоящее время на Северо-Востоке страны, в Якутской АССР и ряде других районов Сибири.

Существуют перспективные программы комплексного развития транспорта, освоения гидроэнергетики, развивается единая программа распределения водных ресурсов, но это все лишь отдельные отрасли, стороны комплексного хозяйственного использования речных систем. Назрела необходимость разработки единой перспективной программы комплексного преобразования водного хозяйства Сибири (Сибирчпуть) и создания единой речной системы страны.

При разработке программы следует исходить из того, что дальнейшее осуществление крупных гидротехнических проектов в интересах отдельных ведомств или их групп без учета общих перспектив улучшения комплексного использования речных систем нельзя считать полезным. Оно не соответствует плановому характеру социалистической экономики. Речные системы Сибири сейчас уже нельзя рассматривать как нечто застывшее, законченное, кезыбле-

мое. Должна быть организована и от года к году проводиться все более интенсивно работа по их реконструкции (Волков, 1982).

Основные сырьевые запасы страны расположены на территории Сибири и Дальнего Востока, а главным потребителем их являются и будут являться предприятия европейской части страны и республик Средней Азии. В частности, значительные объемы угля Кузбасского бассейна ориентированы на использование его в европейских районах страны и на Урале, расположенных от источников сырья на расстоянии 2 тыс. км и более. Успешная реализация этой задачи связана с работой различных транспортных схем, способных перемещать массовое количество грузов на большие расстояния. Аналогичное положение создается с перевозками леса и лесопродукции. Лесные запасы Сибири составляют 45 % от общесоюзных. Значительное количество добываемой древесины используется в европейских районах страны.

Успешное освоение постоянно растущих грузопотоков в широтном направлении Сибирь—Урал—Европейская часть СССР невозможно без комплексного использования всех видов транспорта. Грузонапряженность железнодорожных путей в Сибири в 1,4 – 2,0 раза больше среднесоюзного уровня, а на отдельных участках (Новосибирск – Омск) – в 5–6 раз. Дальнейшее наращивание пропускной способности железных дорог без строительства дополнительных путей невозможно. Количество автодорог с твердым покрытием в Сибири составляет 6,8 % от протяженности их в стране.

Если учесть, что доля транспортных расходов по стране в стоимости тонны нефти составляет около 30 %, леса – 23, угля – 18, соли – до 60, продуктов земледелия – 20, а в отдельных районах – до 47 %, становится очевидной важность сокращения транспортных издержек. Однако оно должно достигаться не за счет отказа от необходимых народному хозяйству перевозок, а за счет ускорения перемещения грузов, совершенствования транспортного процесса. В этих условиях все большее значение в хозяйственном освоении Сибири должен приобретать речной транспорт (Зачесов, 1985).

В качестве перспективной задачи крупного масштаба выдвигается идея создания единой глубоководной субширотной водно–транспортной системы в азиатской части страны с выходом ее на запад к Волге, а на восток – к Амуру. Эта система позволит освоить

речным транспортом мощный грузопоток в широтном направлении (Волков, 1975, 1980, 1982; Зачесов, 1985).

Улучшение использования речных систем и водных ресурсов Сибири в дальнейшем должно протекать по единому комплексному плану. Первым необходимым этапом создания перспективной программы комплексного преобразования гидросети Сибири должны явиться качественные научные разработки, преследующие поиски оптимального варианта основной трассы транссибирского речного пути с учетом всех функций речных систем в народном хозяйстве (гидроэнергетика, речной транспорт, перераспределение водных ресурсов, дренажные функции рек и др.). Наиболее быструю экономическую отдачу (по схеме "затраты-результаты") может дать транспортная функция рек. Соединение единым водным путем основных территориально-производственных комплексов сначала Сибири и азиатской части страны, а затем и всей страны, будет означать глубокое преобразование экономики Сибири, переход ее на более высокую ступень.

Создание единой субширотной речной системы, которая бы использовалась как судоходная магистраль и главная артерия перераспределения водных ресурсов, является основной проблемой улучшения использования речных систем в народном хозяйстве, исходя из географических, экономических, социальных и экологических предпосылок (Волков, 1982).

По данным Института комплексных транспортных проблем при Госплане СССР единовременные затраты на освоение 1 км речного пути составляют 4-5 тыс.р. (реки Полуй, Надым, Цур) с расходами по ежегодному содержанию 1,5-4 тыс.р.

Стоимость путевых работ, например на участке Осетрово - Киренск по углублению русла от 150 до 180 см составляет 1,3 тыс.р на 1 км пути, а увеличение глубин здесь же со 180 до 220 см потребовало до 8,0 тыс.р. на 1 км.

Если учесть, что средняя стоимость строительства 1 км железных дорог составляет 800-1200 тыс.р., вариант использования рек и искусственных речных сооружений (каналов) в качестве транспортных путей оказывается экономически целесообразным (Основные направления ..., 1985). Основная трасса Сибирчпути намечается в основном через систему малых рек Сибири и уже неоднократно предлагавшиеся в разное время межбассейновые судоходные соединения (рис. 1).

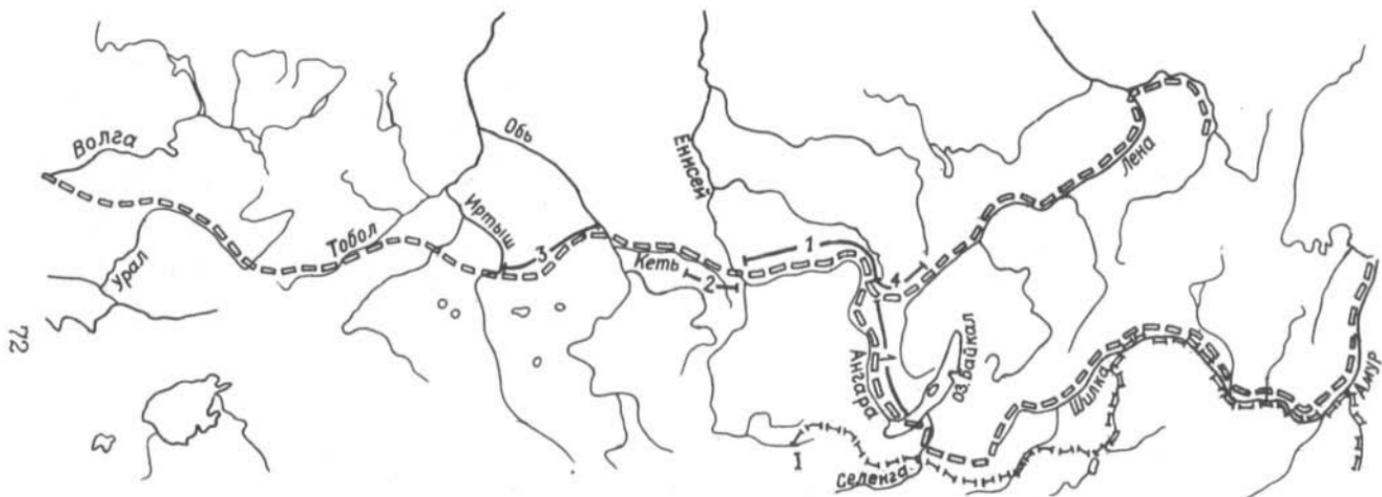


Рис. I. Трасса единой речной системы страны.

Цифрами и линиями показаны первоочередные межбассейновые судоходно-водомагистральные соединения Сибирчпути: I - сквозной судоходный путь по Ангаре, 2 - Обь-Енисейское, 3 - Обь-Иртышское, 4 - Енисей-Ленское.

Организация широтно ориентированной речной системы Сибири решает три задачи.

1. Создает единую водно-транспортную магистраль страны от Алдана и Амура через всю Сибирь. Это укрепит транспортные связи между основными регионами страны и откроет широкий путь на запад сырьевым богатствам Сибири.

2. В необходимых масштабах перераспределяет сток главных сибирских рек с минимальным воздействием на природную среду.

3. Предельно облегчает решение народнохозяйственных проблем в самой Сибири.

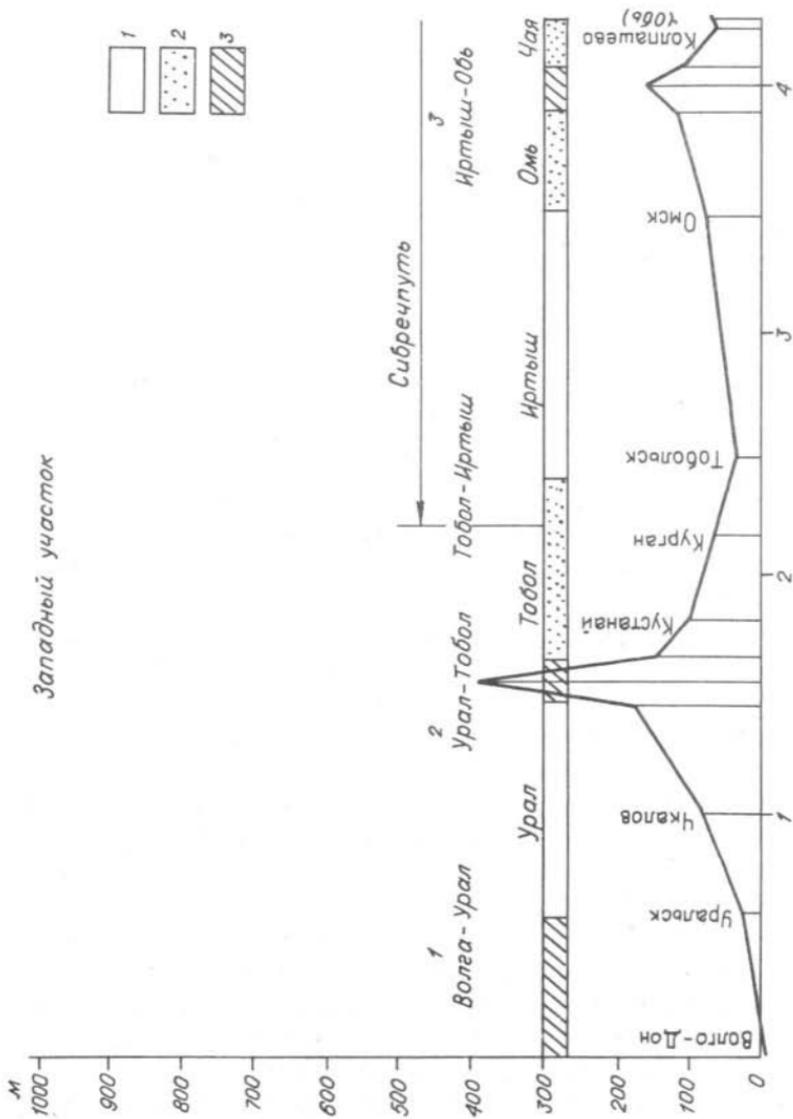
Элементы единой речной системы страны и этапы ее строительства вырисовываются в следующем виде: 1 - канал Обь - Иртыш (Чая-Омь); 2 - Обь-Енисейский канал; 3 - сквозное судоходство по Ангаре; 4 - соединение Иртыш-Урал (вероятно, Тобол-Урал); 5 - Урал-Волга; 6 - канал Енисей-Лена (Илим-Кут); 7 - соединение Байкал-Селенга-Шилка-Амур; 8 - канал Иртыш-Тобол (Камышловский лог-Емуртла).

Природные предпосылки создания системы весьма благоприятны. Большая часть трассы - это судоходные реки, а также малые, которые необходимо лишь реконструировать. Каналы придется строить только в верховьях малых рек и на водоразделах. Выделен первый этап строительства - Сибиречпуть - Центральный участок единой речной системы от низовьев р.Тобола до оз.Байкал и бассейна Лены (рис. 2). Осуществление каждого этапа окажется экономически целесообразным, оно будет сопровождаться последовательным улучшением комплексного хозяйственного использования речных систем.

Начекается два главных этапа формирования единой речной системы страны: 1 - строительство Сибиречпути, 2 - соединение его с бассейном Амура на востоке и Волги - на западе. Создание Сибиречпути связано прежде всего со строительством следующих гидротехнических объектов: Обь-Иртышский канал на западе, Обь-Енисейское соединение в центре, обеспечение сквозного судоходства по Ангаре, Енисей-Ленское соединение. Очередность и сроки сооружения этих объектов следует установить посредством всестороннего анализа экономических природных предпосылок.

Основными местными водохозяйственными проблемами является судоходное освоение малых рек, дальнейшее развитие гидроэнергетики и необходимое перераспределение стока. Последнее должно соче-

Западный участок



Восточный участок

75

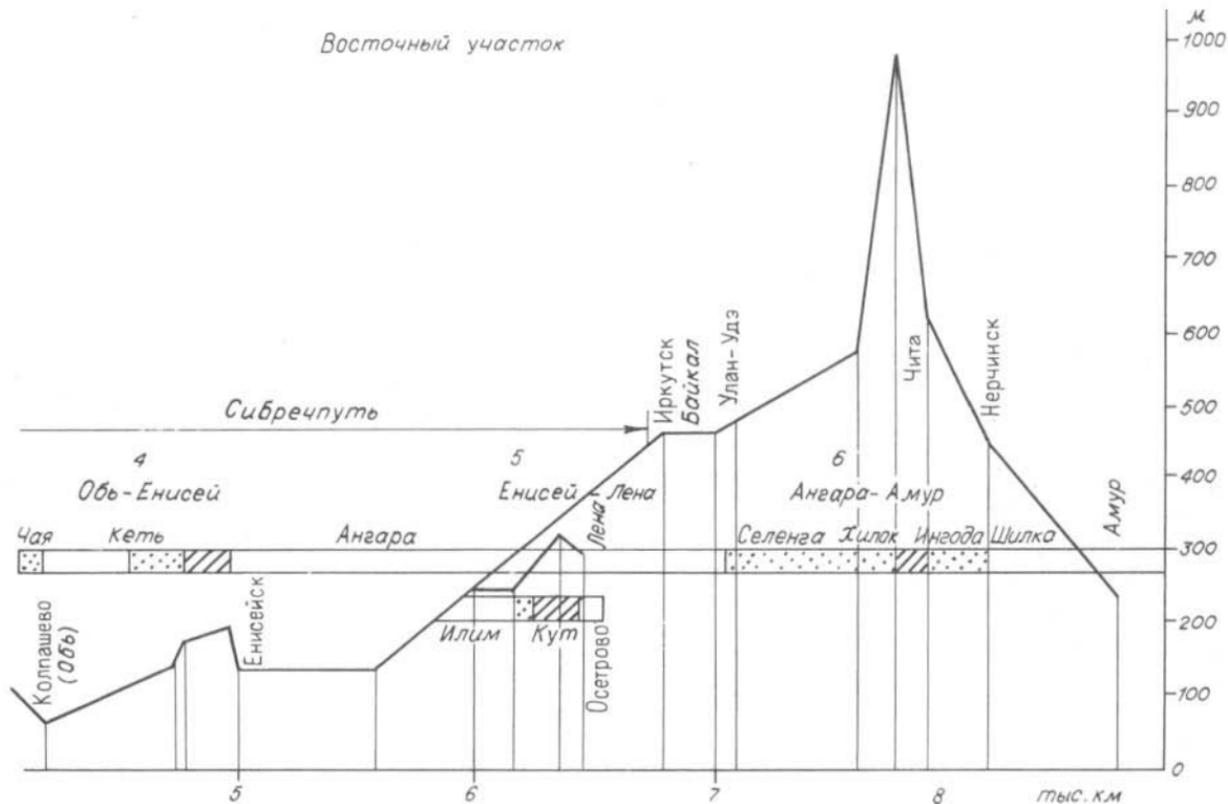


Рис. 2. Продольный профиль трассы единой речной системы страны и Сибречпути.  
Характер трассы: 1 - судоходная река, 2 - малая река, 3 - верховья малой реки, суходол, водораздельный канал.

таться с дальнейшим развитием гидроэнергетики и решением иных народнохозяйственных проблем, осуществляться на всех крупных реках Сибири: Иртыше, Оби, Енисее и Лене. Главную роль должна сыграть Байкало-Ангаро-Енисейская гидросистема как основная.

Ведущая роль в разработке перспективной программы комплексного преобразования речных систем Сибири должна принадлежать надведомственным научным и проектным организациям. К этой работе необходимо привлечь экономические, географические, гидрологические и иные организации, занятые выполнением комплексной научно-исследовательской программы "Сибирь". В Сибирском отделении АН СССР сосредоточено большое количество опытных специалистов различного профиля, деятельность которых в течение длительного времени была связана с изучением природы и хозяйства Сибири. Здесь возможна тесная координация усилий и обмен информацией между организациями и отдельными исполнителями.

Создание трассы Сибирчпути решает проблему освоения мощных грузопотоков в широтном направлении с наименьшими народнохозяйственными затратами, значительно повышает роль речного транспорта в единой транспортной системе страны. Работа по его созданию не терпит отлагательств.

#### Литература

ВОЛКОВ И.А. 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. 168-176.

ВОЛКОВ И.А. Проблема переброски части стока сибирских рек на юг и транссибирский речной путь. - В кн.: Влияние перераспределения стока сибирских рек на природные условия Сибири. Новосибирск: Наука, 1980, с. 56-61.

ВОЛКОВ И.А. О единой перспективной программе комплексного преобразования речных систем Сибири (в порядке постановки вопроса). - В кн.: Геологические события антропогенного времени на территории Сибири. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1982, с. 74-78.

ЗАЧЕСОВ В.П. Транспортное использование малых рек Сибири. М.: Транспорт, 1985. 94 с.

ОСНОВНЫЕ направления совершенствования перевозок и работы флота в парокходствах Сибири. - В кн.: Сборник трудов НИИВТ. Новосибирск: НИИВТ, 1985. II 7 с.

СИБИРЬ в едином народнохозяйственном комплексе. Новосибирск: Наука, 1980. 335 с.

Л. К. Малик

### ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВОДНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Водные мелиорации принадлежат к числу крупных природообразовательных факторов, направленных на достижение оптимального, с точки зрения хозяйственного использования, соотношения природных комплексов и могут сопровождаться существенными в ряде случаев нарушениями установившегося для данного периода равновесия в геосистемах, масштабы которых определяются интенсивностью и продолжительностью воздействия мелиораций и размерами мелиорируемой территории. Эти нарушения могут иметь отрицательные последствия для населения и хозяйства. Поэтому прогноз и разработка способов ослабления таких последствий принадлежат к числу наиболее важных задач науки, что было отмечено в Постановлении октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС "О долгосрочной программе мелиорации...".

Мелиоративные мероприятия со своими особенностями в каждом конкретном районе, являясь активным средством рационального природопользования, должны стать неотъемлемой частью всех мероприятий по использованию и охране природных ресурсов (Алпатов, и др., 1985).

Целесообразно разграничить три группы мелиоративных мероприятий: 1) агротехнические и агролесомелиоративные; 2) водные мелиорации - орошение и осушение земель; 3) гидротехнические сооружения по обеспечению мелиораций (регулирование стока водохранилищами, транспортирование воды к оросительным системам).

Основные районы осуществления водных мелиораций в Западной Сибири сосредоточены в ее южных зонах — степной и лесостепной, а также в южно-таежной подзоне и зоне осиновых и березовых лесов. Здесь для засушливых районов, несмотря на имеющийся позитивный опыт эффективного в природоохранном отношении преобразования водного баланса на сельскохозяйственных полях агротехническими и агролесомелиоративными средствами, наиболее действенным способом получения устойчивых урожаев является орошение, особенно при возделывании кормовых культур. Одна из главных проблем при орошении этих районов Западной Сибири\* заключается в предотвращении деградации черноземов и каштановых почв (Панфилов, 1975). Основное направление ее решения заключается в минимализации поливов, осуществлении их в строгом соответствии с почвенно-мелиоративным районированием, правильными севооборотами. Осуществление соответствующих опытов в производственных масштабах (создание сети опытных мелиоративных станций) способствовало бы большей достоверности прогнозов воздействия мелиораций и выявлению земель первоочередного орошения с наиболее благоприятными условиями мелиоративного и хозяйственного освоения.

Что касается южных лесных и переувлажненных районов лесостепи, то здесь дальнейшее распространение получают осушительные мелиорации, имеющие положительный исторический опыт — мелиоративные работы в начале века под руководством И.И. Жилинского (Русинов, 1972; Николаев, Пучкова, 1982), направленные на вовлечение в сельскохозяйственное использование переувлажненных земель, на усиление защитной роли лесов, восстановление с помощью мелиораций и лесоводственных мероприятий наиболее перспективных лесных пород (сосны, ельника, осины и т.д.) и оптимальной лесистости территории. Лимитирующим фактором для сельского хозяйства являются ограниченные ресурсы тепла, требующие соответствующего подбора культур и селекционной работы для создания сортов с укороченным вегетационным периодом (Ковалев, Гаджиев, 1975). Значительные территории юга Западной Сибири, занятые солонцовыми и засоленными почвами, требуют также проведения сложных химических мелиоративных работ и осуществления серии мероприятий по устранению возможных отрицательных последствий мелиораций (усиления оврагообразования, эрозии и смыва почв, появления вторичного засоления и т.д.).

Особой мелиоративной проблемой является обводнение озер в Обь-Иртышском междуречье, в первую очередь озера Чаны (Васильев, 1983; Понько, 1982). Водные мелиорации в центральных и северных районах Западной Сибири, очевидно, должны вестись начиная с пойм западносибирских рек. Общая площадь мелиоративного фонда пойменных земель составляет I млн 864 тыс. га или около 30 % площади пойм.

Перспективы реализации высокого природного потенциала пойм связаны с разработкой и осуществлением комплексного плана мелиоративного освоения пойменных земель, предусматривающего вовлечение в хозяйственный оборот различных участков пойм с учетом их ландшафтных особенностей и различного антропогенного на них воздействия. Этот план должен иметь в своей основе систему мер по оптимизации режима пойменных затоплений, позволяющую использовать пойменные земли с наибольшим эффектом для народного хозяйства и с наименьшим ущербом природным комплексам пойм. Последнее возможно лишь при условии сохранения двух главных факторов существования пойм — их периодического затопления и отложения плодородного ила, обеспечивающих сохранение высокой биологической продуктивности пойменных земель. Исходя из этих основополагающих подходов, с учетом позитивных и негативных сторон опыта использования пойм в различных районах бассейна Оби, был сформулирован комплекс мероприятий, направленных на оптимизацию режима поемности рек Западной Сибири, позволяющих наиболее рационально применять природные ресурсы пойм — водные и земельные, флору и фауну (Малик, 1985). Мелиорации на поймах целесообразно осуществлять лишь в сочетании с комплексом культур — технических и природоохранных мероприятий с учетом интересов других отраслей хозяйства, базирующихся в поймах (рыбное и охотничье хозяйства, птицеводство и т.д.) (Малик, 1984). Наиболее перспективной формой мелиорации на поймах являются польдерные системы, гарантирующие устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур в различные по водности годы.

Вместе с тем, остается актуальным и вопрос о мелиорации обширных заболоченных водораздельных пространств севера и центра Западной Сибири. Возможно, в широком масштабе он будет решаться в отдаленном будущем. Но уже сейчас важно определить стратегию такой мелиорации, имеющей в своей основе концепцию развития

природных процессов и их эволюции и выявление главного звена преобразовательных мероприятий.

Колоссальная заболоченность Западно-Сибирской равнины является палеогеографическим наследием голоцена. Феноменальные масштабы и особенности болотообразовательных процессов лесоболотной зоны были предметом исследований многих специалистов и нашли широкое освещение в печати. Здесь важно отметить громадную роль в развитии болот Западной Сибири гидрологических факторов, в соответствии с различной ролью которых в становлении болотных ландшафтов выявляются два этапа: 1) развитие торфяных болот в депрессиях рельефа и озерных котловинах, когда болота являются гидрологически подчиненными ландшафтами и условия их питания, водный режим определяются условиями поверхностного и грунтового стока с водораздельных ландшафтов; 2) болота выходят за пределы понижений и захватывают прилегающие суходольные ландшафты. Из подчиненного ландшафта болота превращаются в автономный, оказывающий влияние на гидрологические условия прилегающих территорий. Второй этап протекает тем активней, чем слабей степень дренированности территории, которая наряду с факторами общего порядка (колебаниями увлажненности, направлением современных тектонических движений и т.д.) определяет преимущественно агрессивный характер болот переувлажненных зон Западной Сибири. Взаимовлияние болот и гидрологических условий территории может проявиться либо в заболачивании речной сети, ее дряхлении, отрыве от минерального дна и превращении в болотные водотоки, протекающие в торфяном ложе, в полном ее поглощении болотом, либо речная сеть, при достаточной дренирующей активности рек, может задержать горизонтальный рост болот и препятствовать их расползанию. Это можно иллюстрировать множеством конкретных примеров в различных заболоченных районах Западно-Сибирской равнины, в том числе опубликованных (Орлов, 1968; Березина и др., 1973; Караваева и др., 1978 и т.д.). Установлено также, что прогрессирующему характеру болотообразовательного процесса способствуют большие запасы воды, накопившиеся в торфяниках (около 1000 км<sup>3</sup>). Исключение в нарастающей интенсивности заболачивания территории составляют последние 2000 лет, что связано с тем, что болота местами подошли к хорошо дренируемым участкам вдоль рек или вышли к Оби, Иртышу и другим крупным рекам (Нейштадт, 1976).

Взаимовлияние болот и рек очень сложно, нередко опосредствовано и не всегда проявляется явно. Раскрыть его в каждом конкретном случае можно лишь путем изучения положения болот в геодинамической системе, состава подстилающих пород, взаимодействия поверхностных и грунтовых вод, условий питания и стока с болотных массивов. Изучение этих факторов имеет большое значение для выбора оптимальной схемы и способов осушения конкретных торфяников. По материалам Томского политехнического института (Научные предпосылки ..., 1977) при залегании болот на водоразделах рек (на мощной толще глинистых отложений) атмосферные осадки скапливаются в пределах торфяного горизонта, ниже которого на значительной глубине залегают уже напорные грунтовые воды (например, участки Васкганья, где под торфяным водоносным горизонтом залегают напорные воды амбросимовской свиты, изолированные глинами). Питание болот здесь происходит за счет атмосферных осадков, осушение возможно за счет открытого или закрытого дренажа со сбросом вод в речную сеть. Так, река Аремзянка имеет различную степень гидравлической связи с грунтовыми водами разных видов в узкой полосе гидрологического влияния. Краины болот дренируются речной сетью. Река может быть охарактеризована как удовлетворительный водоприемник болотных вод в случае осушения болотных массивов, занимающих около 30 % площади ее бассейна. Болото может быть расположено на проницаемых отложениях, и тогда, в соответствии с упоминавшимися материалами ТПИ, возможны три случая взаимосвязи грунтовых, болотных и поверхностных вод: а) уровень грунтовых вод всегда выше подошвы торфяной залежи, которая, следовательно, занимает верхнюю часть водоносного горизонта. Это характерно для болот речных долин – пойменных, террасовых, а также ложбинных и некоторых водораздельных. Питается такое болото не только атмосферными осадками и грунтовыми водами, но и речными водами. Здесь – непосредственная связь состояния увлажненности и роста болот с уровнями воды в реке, с ее дренирующей ролью. Основной способ осушения – польдерные пойменные системы с механической откачкой паводковых вод, а также подземный дренаж; б) торфяная залежь расположена выше максимального уровня грунтовых вод. Болотные воды как бы "подвешены" и могут быть отнесены к верховодке. Болота формируются под воздействием атмосферных осадков, реже паводковых вод и могут быть осушены сквозными дренами; в) питание болот осуществляется атмосферными

осадками и периодически грунтовыми водами в зависимости от положения их уровня – в периоды подъема уровня грунтовых вод располагаются выше, а в межень – ниже подошвы торфяной залежи (т.е. болотные воды в разные периоды будут то грунтовыми, то верховодкой). Осушение в этом случае рекомендуется осуществлять комбинированной системой искусственного дренажа.

Рассмотренные вопросы свидетельствуют о необходимости типизации и районирования территории заболоченных зон Западной Сибири по условиям водного питания болот и различным в связи с этим приемам их осушения. Необходима также оценка рек – водоприемников, непосредственно или косвенно связанных с болотами. Реки, находящиеся в подпоре и сами подпирющие мелиоративную сеть, не могут быть приемниками болотных вод.

Существующая точка зрения об отсутствии связи речной сети с верховыми болотами и зависимости роста болот от дренирующей роли рек не верна. Она основана лишь на том факте, что, как было показано выше, верховые болота олиготрофного типа имеют преимущественно атмосферное питание и в определенной степени автономны в своем развитии. Однако болотные воды, стекающие с водораздельных болотных массивов к их границам, просачиваются в минеральные грунты дренированных приречных полос и затем поступают в русла рек грунтовым или поверхностным стоком. Зависимость роста болот от дренирующей активности рек в этом случае определяется наличием и степенью тесноты гидравлической связи речных и грунтовых вод. (т.е. роль речной сети в развитии болот опосредствована). Однако реки могут быть и непосредственными приемниками болотных вод, когда их истоки, как у большинства равнинных заболоченных водосборов Западной Сибири, расположены в пределах контуров болотных массивов. В этом случае состояние обводненности прилегающего участка болотного массива целиком определяется дренирующей активностью рек, положением их уровней относительно уровня болотных вод. Нередко в период снеготаяния и половодья верховые болота находятся в подпоре от рек и превращаются в сплошную водную акваторию (Романова, 1965). Поэтому упорядочение водного режима рек, снятие паводочных подпоров и длительного затопления пойм, т.е. усиление дренирующей роли речной сети, является главным звеном в цепи мелиоративных мероприятий для направленного изменения природной среды в Западной Сибири (Вендров и др., 1966). Факторы заболачивания и

перспективы мелиоративного преобразования заболоченных зон этой территории рассмотрены в ряде публикаций (Научные предпосылки..., 1977; Малик, 1978; Нейштадт, Малик, 1980; 1982). Мы еще раз останавливаемся на некоторых вопросах, так как они до сих пор остаются дискуссионными, например, вопрос о скорости и перспективах заболачивания лесной зоны Западной Сибири и о роли дренирующей активности рек в преобразовании болот (Глебова, Джансеитов, 1983; Нейштадт и др., 1985).

Следующим важным звеном водохозяйственного благоустройства заболоченных зон Западной Сибири является восстановление лесов, так как главная задача мелиоративных мероприятий здесь заключается в замене болот и заболоченных лесов высокопродуктивными лесами, являющимися одновременно мощным оружием в борьбе с агрессией болот. К сожалению, обширные водораздельные пространства, занятые верховыми олиготрофными болотами, не включаются в фонд мелиоративных земель и лесосушения, так как в соответствии с существующими установками лесные мелиорации распространяются преимущественно на облесенные болота с достаточно благоприятными лесорастительными условиями, соответствующими, как правило, переходному типу торфяников (Пьявченко, 1980). Громадные же площади олиготрофных верховых болот исключены из планов лесосушения из-за бедности торфяных почв, не гарантирующих необходимого прироста древесины. Однако есть множество свидетельств перспективности лесовосстановительных работ в зоне верховых болот, к числу которых относится прежде всего интенсивный рост соснового леса на участках болотных массивов с улучшенным водно-воздушным режимом торфяных почв вследствие различных причин — усиления дренированности болот в районах тектонических поднятий, изменения рельефа болотного массива на определенных стадиях его развития и т.д. Все это говорит о больших потенциальных возможностях естественного или искусственного лесовосстановления на верховых торфяниках, сдерживаемого в настоящее время, скорее, не бедностью минерального питания, а лишь избытком застойной влаги (Березина и др., 1973; Караваева и др., 1978; Пьявченко, 1980).

Опасения вызывает также возможность при лесосушении увеличения глубины сезонного промерзания болот и более продолжительное ее сохранение, а также опасность продвижения на юг зоны вечной мерзлоты. Однако исследования отдела болот Государственного гидрологического института (ГИ) показали, что осушительная ме-

лиорация на водораздельных болотах в зоне вечной мерзлоты при условии сохранения растительного покрова не вызовет разрушение или динамику границ вечной мерзлоты. При предположении сплошного осушения болот центральных и северных районов Западной Сибири и спуске болотных вод на глубину 0,5 м, по предварительным расчетам ПТИ, возможно увеличение глубины сезонного промерзания болот. В районах со средней годовой температурой воздуха ниже 0° это может привести к искусственному образованию островов вечной мерзлоты (Иванов, Новиков, 1976).

Однако стоит напомнить, что 70 % лесного фонда страны приходится на леса, растущие в зоне вечной мерзлоты и на холодных почвах, а лесистость мерзлотной области составляет 43 %, что несколько выше, чем по стране в целом (Поздняков, 1983). Кроме того, наблюдения за сезонной мерзлотой при лесосушении в Карелии показали, что температурные сдвиги в осушенном 20-сантиметровом горизонте торфяника были невелики (менее 1°) и не оказали отрицательного влияния на залесение осушенных болот хвойными и лиственными породами (Пьявченко, Коломыцев, 1980). Следовательно, материалы экспериментальных исследований, правда на территории европейской части страны, оказались иными, нежели гипотетические расчеты ПТИ, что свидетельствует об острой необходимости экспериментальных работ по лесовосстановлению на болотах олиготрофного типа в Западной Сибири. Кроме того, необходимо иметь в виду, что лесомелиорации должны сопровождаться серией лесоводственных и лесотехнических мероприятий, не исключающих тепломелиорацию, внесение удобрений и микроэлементов, способствующих созданию молодого жизнеспособного древостоя, т.е. они должны включать целую систему мер, способствующую выращиванию высокопродуктивных лесов, превосходящих по запасам и товарной ценности древесины естественные леса на минеральных землях (Пьявченко, 1970).

В связи с проблемой лесомелиорации необходимо напомнить, что по составу мероприятий и последствиям лесосушение коренным образом отличается от сельскохозяйственных мелиораций, затрагивающих всю толщу торфа. В последнем случае спуск воды с болот до подошвы торфяника и его перепахивание может создать пожароопасную ситуацию и вызвать ветровую эрозию. Лесомелиоративные же мероприятия — это не обезвоживание торфяников, а регулирование водного режима в корнеобитаемом слое торфяной почвы толщиной до 40–50 см. При таком понижении уровня болотных вод торф отдает

часть гравитационной воды (10–15 % ее первоначального объема), поэтому торфяные залежи под лесом не разрушаются, а покрываясь слоем лесной подстилки, сохраняются в неизменном состоянии как резервы органического вещества (Пьявченко, 1980). Для предотвращения пересушки верхнего слоя торфяника, имея в виду, что и в таежных районах вследствие недостаточной влагообеспеченности в некоторые сезоны наблюдаются дефициты увлажнения – явления "засух", необходимо создать системы двустороннего действия (осушительно-увлажнительных).

Напротив, переобводнение болот может привести к их деградации и распаду болотных систем, которые более устойчивы к дренированию, чем к росту обводненности (Иванов, 1975; Иванов, Новиков, 1976). Поэтому подтопления болот, могущие возникнуть вследствие естественных или искусственных подпоров в речной сети, могут играть двойную роль – стимулировать агрессию болот и в то же время при достижении определенных критериев устойчивости болотных систем вызвать их деградацию и переход в регрессивно-топяную стадию. В связи с этим из планов водохозяйственного благоустройства Западной Сибири и в целом Срединного региона должны быть исключены подпорные сооружения даже руслового типа, в зонах с прогрессирующим ростом болот, так как они могут стимулировать неблагоприятное развитие природных процессов и ухудшить предпосылки осуществления водных мелиораций. Это не означает, что понижение уровней воды в реках механически обеспечит самодренирование болот. Это возможно лишь у пойменных торфяников и при определенных геоморфологических и гидрологических условиях – в зоне переходных и низинных болот. Верховные же торфяники могут быть осушены лишь путем принудительного дренирования при условии качественного состояния рек-водоприемников различного порядка, в соответствии с положением в них уровней воды и принимать сбрасываемые с болот воды. С этой целью необходимо стремиться к созданию управляемой системы речного стока, обеспечивающей уменьшение масштабов подпоров и продолжительности паводковых затоплений. К ним относится регулирование стока (в пространстве и во времени) и серия мероприятий, обеспечивающих повышение пропускной способности рек. Эти вопросы частично уже рассматривались ранее (Малик, 1978; Нейштадт и др., 1982; Малик, 1984) и должны быть предметом специальных исследований.

Перспективы осуществления водных мелиораций в Западной Сиби-

ри порождают целый ряд проблем. Прежде всего, если воздействия гидротехнических сооружений при мелиорациях уже в достаточной степени изучены, то во взаимодействии между водными мелиорациями и окружающей средой много неясного. Опыт лесовосстановления на осушенных болотах южных зон не может быть распространен на северные и центральные районы. Рамки статьи позволяют лишь перечислить ряд "острых" проблем (о некоторых из них уже сказано выше), требующих глубоких исследований для их разрешения. Во-первых, необходима оценка мелиоративного фонда зоны олиготрофных болот Западной Сибири и составление планов его освоения, основанного на ландшафтном подходе и четком представлении о последствиях лесосоосушения с привлечением новейших методов исследований (космической съемки, дистанционного зондирования и т.д.). Эти планы должны основываться также на экономических расчетах, показывающих целесообразность и экономическую оправданность лесосоосушения на олиготрофных болотах. В свою очередь планирование лесосоусушительных работ в Западной Сибири остро нуждается в научных разработках многих пока нерешенных вопросов — влияния лесомелиораций на влагооборот, микроклимат, водный баланс и размеры водных ресурсов территории. Неясны до конца изменения мерзлотных условий, последствий осушения для качества речных вод, рыбного хозяйства и т.д. Необходимы исследования по установлению оптимального процесса лесистости, так как совершенно ясно, что лесосоосушение не должно быть "тотальным" мероприятием, а также разработка комплекса мер лесоводственного и лесозащитного характера, наиболее рациональных в условиях Западной Сибири. В связи с этим остро необходимо расширить сеть заповедных охраняемых территорий, в которых должны изучаться и разрабатываться основы рационального природопользования возобновляемых природных (в том числе лесных) ресурсов. Для установления оптимального процента лесистости и наивысшей продуктивности и качественного состава леса нам кажется убедительной точка зрения о необходимости иметь порайонные дифференцированные по лесорастительным и экономическим условиям эталонные леса (Демиденко, 1976), которые наиболее отвечают конечным целям лесосоосушения и хозяйственного использования. Наконец, необходимы исследования, раскрывающие санитарно-оздоровительную и рекреационную роль лесных мелиораций. Разрешению этих вопросов в значительной степени может помочь сеть опытных лесомелиоративных станций (подобно Тюменской ЛОС).

В конечном счете все эти исследования должны ответить на вопрос – в какой степени в результате водных мелиораций гео-система сохраняет свои свойства как природного образования и в какой приобретает новые свойства, существенно изменяющие физическое состояние окружающей среды.

### Литература

АЛПАТЬЕВ А.М., АНОШКО В.С., ДУБИНСКИЙ Г.И. и др. Мелиоративная география: некоторые задачи и методы. – Изв. Всес. геогр. о-ва, 1985, т. 17, вып. 4, с. 289–294.

БЕРЕЗИНА Н.А., КУЛИКОВА Г.Г., ЛИСС О.Л., ТЮРЕМНОВ С.Н. О процессе болотообразования в таежной зоне (подзонах средней и южной тайги) Западной Сибири. – В кн.: Природные условия Западной Сибири. Вып. 3. М.: Изд-во МГУ, 1973, с. 41–52.

ВАСИЛЬЕВ О.Ф. Проблема перераспределения водных ресурсов Сибири и ее экологические аспекты. – В кн.: Методологические проблемы комплексных исследований. Новосибирск: Наука, 1983, с. 265–283.

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. Сер. геогр., 1966, № 5, с. 3–17.

ГЛЕБОВ Ф.З., ДЖАНСЕЙТОВ К.К. О скорости заболачивания Западно-Сибирской равнины. – География и природные ресурсы, 1983, № 3, с. 144–147.

ДЕМИДЕНКО В.П. Географические аспекты охраны и рационального использования равнинных лесов Западной Сибири. – В кн.: Природные ресурсы Сибири. Новосибирск: Наука, 1976, с. 31–48.

ИВАНОВ К.Е. Водообмен в болотных ландшафтах. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 279 с.

ИВАНОВ К.Е., НОВИКОВ С.М. Некоторые проблемы преобразования заболоченных территорий Западно-Сибирской равнины в связи с освоением ее природных ресурсов. – В кн.: Болота Западной Сибири, их строение и гидрологический режим. Л.: Гидрометеиздат, 1976, с. 307–334.

КАРАВАЕВА Н.А., МАЛИК Л.К., ЛАПШИНА Е.Н. Динамика современного заболачивания в Среднем Приобье. - Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1978, № I, с. 26-41.

КОВАЛЕВ Р.В., ГАДЖИЕВ И.М. Некоторые особенности почвенного покрова и структура земельных ресурсов Западной Сибири. - В кн.: Природные условия Западной Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Новосибирск: Наука, 1975, с. 49-65.

МАЛИК Л.К. Гидрологические проблемы преобразования природы Западной Сибири. М.: Наука, 1978. 180 с.

МАЛИК Л.К. Пути оптимизации режима затопления пойменных земель в Западной Сибири (для повышения их продуктивности и рационального использования). - Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1984, № 6, с. 40-52.

МАЛИК Л.К. Гидромелиоративные проблемы освоения пойменных земель в Западной Сибири. - Гидротехника и мелиорация, 1985, № I, с. 14-19.

НАУЧНЫЕ предпосылки освоения болот Западной Сибири. М.: Наука, 1977. 226 с.

НЕЙШТАДТ М.И. Голоценовые процессы в Западной Сибири и возникающие в связи с этим проблемы. - В кн.: Изучение и освоение природной среды. М.: Наука, 1976, с. 37-49.

НЕЙШТАДТ М.И., МАЛИК Л.К. Прошлое, настоящее и будущее западносибирских болот. - Природа, 1980, № II, с. 24-35.

НЕЙШТАДТ М.И., МАЛИК Л.К. Проблемы гидромелиоративного преобразования переувлажненных зон Западной Сибири. - В кн.: Географические аспекты исследований водных ресурсов в СССР. М.: МЭГУ, 1982, с. 110-124.

НЕЙШТАДТ М.И., МАЛИК Л.К., ВТЮРИН Б.И. и др. Преобразование природы Западной Сибири в связи с изъятием части стока и перспективами мелиорации территории. - Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1982, № 4, с. 35-51.

НЕЙШТАДТ М.И., МАЛИК Л.К., ВЕДУШКИН М.А. Еще раз к вопросу о заболоченности Западной Сибири. - География и природные ресурсы, 1985, № I, с. 139-144.

НИКОЛАЕВ В.А., ПУЧКОВА Д.В. Вопросы мелиорации Барабинской низменности и проблема обводнения озера Чаны. - В кн.: Географические проблемы при перераспределении водных ресурсов Сибири. Новосибирск: Наука, 1982, с. 16-22.

ОРЛОВ В.И. Ход развития природы лесоболотной зоны Западной Сибири. - Тр. Зап.СибНИИГНИ, 1968, вып. 10. 172 с.

ПАНФИЛОВ В.П. Прогноз изменения физических свойств почв юга Западной Сибири при переброске стока. - Почвоведение, 1975, № 8, с. 58-64.

ПОЗДНЯКОВ Л.К. Лес на вечной мерзлоте. Новосибирск: Наука, 1983. 96 с.

ПОНЬКО В.А. Перспективы обводнения озера Чаны. - В кн.: Географические проблемы при перераспределении водных ресурсов Сибири. Новосибирск: Наука, 1982, с. 82-89.

ПОСТАНОВЛЕНИЕ Пленума ЦК КПСС "О долговременной программе мелиорации, повышении эффективности использования мелиорированных земель в целях устойчивого наращивания продовольственного фонда страны". - Известия 24 окт., 1984, № 298 (21009).

ПЬЯВЧЕНКО Н.И. О лесохозяйственном значении заболоченных пространств таежной зоны. - Лесоведение, 1970, № 2, с. 18-23.

ПЬЯВЧЕНКО Н.И. О взаимоотношении леса и болота. - Лесоведение, 1980, № 3, с. 24-33.

ПЬЯВЧЕНКО Н.И., КОЛОМЫЦЕВ В.А. Влияние осушительной мелиорации на лесные ландшафты Карелии. - В кн.: Болотно-лесные системы Карелии и их динамика. Л.: Наука, 1980, с. 52-75.

РОМАНОВА Е.А. Краткая ландшафтно-морфологическая характеристика болот Западно-Сибирской низменности. - Тр. ГПИ, 1965, вып. 126.

РУСИНОВ И.Ф. Мелиорация в Западной Сибири. - Гидротехника и мелиорация, 1972, № 1, с. 89-94.

В.С. Михеев, Ю.О. Медведев

ИЗУЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ  
В СВЯЗИ С РАЗРАБОТКОЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗА ВОЗДЕЙСТВИЯ  
БОЛЬШИХ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ (на примере Притоболья)

Под "большими мелиоративными системами" авторы понимают комплекс крупномасштабных технических мероприятий в природной

среде, эффект воздействия которых на природу может иметь региональное значение. К таким системам, например, относится комплекс хозяйственно-технических мероприятий, связанных с решением задач по региональному перераспределению водных ресурсов. Пространственный (географический) фактор организации подобных систем имеет наиболее существенное значение. Для них характерно участие человека (трудовых коллективов) в управляемой и управляющей частях системы. В то же время они целенаправленны в своем функционировании и развитии и "открыты" в аспекте наличия внешних связей с окружающей средой.

Помимо собственной сложной внутренней структуры, определяемой техническими, социально-экономическими и экологическими факторами, большие мелиоративные системы создают особые структуры сред территориального воздействия (территория прямого воздействия, территория влияния, пространство влияния всего совокупного эффекта), с выделением которых и определением форм такого воздействия связана разработка региональных прогнозов. Таким образом, большие мелиоративные системы как системы воздействия (или прогнозирования) обладают столь сложной структурой, что в целом нельзя однозначно и одновременно охарактеризовать их количественно, а познание таких систем всегда неполно и зависит от уровня изучения и способа организации знаний о них. На современном уровне изучения подобные системы можно назвать ограниченно определенными.

В разработке вопросов регионального прогноза основное значение приобретает систематизация средств и методов исследования географических систем разных видов. При этом должны конкретизироваться соответствующие аспекты специальной методологии. Общая формулировка задачи применительно к прогнозным выводам — изучение их региональной организации. Под этим понимается изучение тех структур и свойств природной ситуации региона, которые упреждают представление о сложном множестве взаимосвязей природных комплексов как географических систем и рассматривают любой природный объект в их составе. Научный анализ предполагает из множества свойств таких систем выделить ограниченное число наиболее существенных с целью их детального изучения. Методическая часть исследования поэтому в основном состоит из: 1) изучения природы исследуемых географических систем, организующих

структуру определенной территории и взаимодействующих в ее пределах; оно включает региональный анализ основных объективных закономерностей развития определенных природных систем, исследование их свойств и особенностей пространственного проявления; 2) совершенствования методов исследования природных комплексов как системных объектов природы; основными являются методы изучения их экологических аспектов, форм пространственной организации и разработка концепции, которая бы учитывала природные отличия и обеспечивала решение прогнозных задач.

Таким образом, изучение системных свойств комплексных природных объектов (а вопрос этот в настоящее время является мало разработанным) – важное направление прогнозных исследований. Принято считать, что человек, создавая (проектируя) техническую систему, придает ей необходимые, по его мнению, свойства. Это, видимо, вполне обосновано при создании отдельных видов новых систем с относительно несложной структурой. Для больших мелиоративных систем проблема придания им нужных свойств и познание этих свойств во взаимодействии с природной средой – процесс более сложный. Здесь путь исследования состоит в том, чтобы вначале создать общую гипотезу строения природной среды окружения технической системы, затем применительно к конкретным видам слагающих ее систем изучить форму и силу проявления наиболее существенных свойств (анализ и выделение составляющих системы) и на этой основе уточнить первоначальную гипотезу об этих свойствах и их содержательном значении для учета будущего развития и функционирования различных видов систем.

Авторы не считают необходимым рассматривать специально общесистемные вопросы, однако подчеркивают применительно к прогнозированию преимущества системного подхода и конкретно геосистемных исследований. Соответственно используется ряд специальных приемов геосистемного анализа. Научным инструментом подобных исследований остается содержательный ландшафтно-географический региональный анализ сложных системных зависимостей в природе определенной территории и разработка методических приемов научно оправданной детализации прогнозных выводов. Они в каждом случае предопределяются позициями исследователей. Речь, следовательно, идет преимущественно об исходной базе прогнозирования,

обеспечивающей его информационной основе и способах ее представления.

Исследования в Западной Сибири постоянно доказывают, что необходимо изучать сложную зависимость природных явлений в совокупности взаимосвязей и взаимодействий в природной среде. Например, природные режимы и структурно-динамические особенности комплексов и серий биогеоценозов поймы Иртыша складываются под влиянием синоптической обстановки как в более северных, так и южных широтах. Пространственные ряды биогеоценозов и погодичная динамика сообществ Барабинских, Тоболо-Ишимских лугов, так же, как и данные палеогеографии голоцена, говорят о том, что южная тайга, подтайга, лесостепь, северная богато разнотравно-дерновинно-злаковая степь — суть одной и той же бореальной системы ландшафтов зоны переменного тепло- и влагообеспечения. Эти и многие другие, им подобные, итоги исследований говорят о том, что для решения природохозяйственных проблем (борьба с засолением, заболачиванием, криоморфизацией земель при воздействии на ландшафт) и выработки общей стратегии природопользования особое значение приобретают дальнейшее развитие представлений о континуальных формах "существования" природы и картографическая документация результатов структурно-функционального анализа ландшафтного разнообразия природной среды.

Ниже отражены результаты регионального природного анализа для разработки прогноза изменений природных комплексов районов Притоболья. Здесь представлены различные территориальные позиции. Общая ситуация рассматривалась как специальная районно-комплексная проблема в отношении территорий, на которых скажется "освоение" стока. Основной способ регионального обобщения — картографирование и исследование природно-территориальной структуры в разных аспектах, которыми учитываются природные отличия и обеспечивается локализация воздействия предполагаемых мероприятий согласно естественным тенденциям изменений природной среды.

Первичный момент обеспечения — выявление уровня физико-географической изученности и приведение информации в соответствие с целевыми задачами — определил разные формы ее применения в системах мероприятий по освоению. Аспект разработан

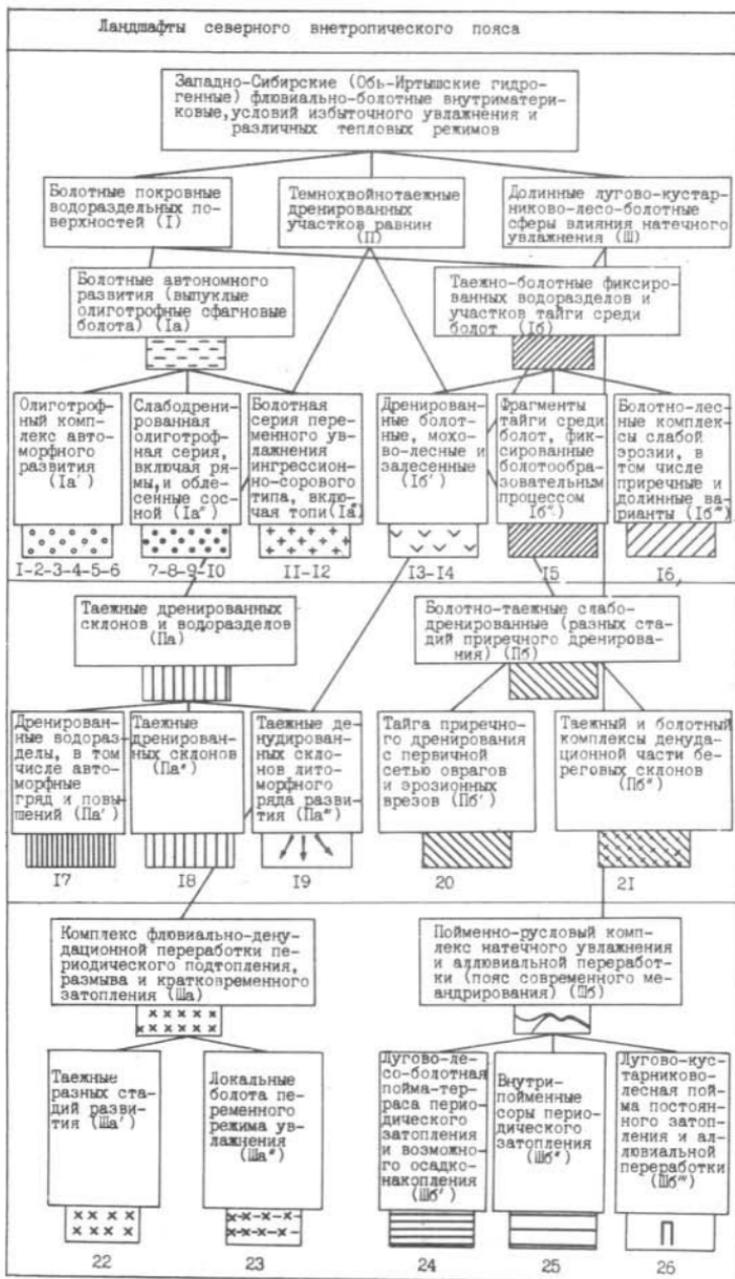
в отношении природно-территориальной организации трех основных ландшафтных сфер регионального уровня взаимодействия и в пяти порядках деления (рис. I). Способ задания дифференциальных уровней – процедура "просеивания" необходимой информации. Ими устанавливается избирательный диапазон физико-географической информации с основным уровнем проработки шести структур пространственного взаимодействия, их вариантов в характеристике взаимосвязей при исходном уровне проработки (см. рис. I).

С точки зрения прогнозных аспектов основное значение для формирования ландшафтов придолинного окружения имеет пояс флювиально-денудационной переработки (периодического затопления, подтопления и размыва, см. рис. I Ша). С ним связана главная особенность организации ландшафтной структуры Обь-Иртышского бореального флювиально-болотного комплекса природных условий как сложной региональной системы. В рамках такой системы возможен "экстраполяционный" вариант прогноза, позволяющий обозначить результат воздействия на русловый сток Оби и Иртыша, сопоставить сложившиеся состояние природной среды и тенденции ее видоизменения по вариантам технических решений и сформулировать требования к каждому из них с учетом перспективного экологического воздействия. Оптимальным принимается тот, который имеет наименьший размах воздействия.

В разработке практических приложений прогнозного характера необходимо, чтобы преобразования описывали деформации, переводящие систему из одной области пространства в другую. Поэтому при обозначении потенциального воздействия региональной системы должен специально прорабатываться вопрос о формировании контуров и состава региона с учетом закономерностей, действующих на большем пространстве, чем конкретно представленное. Так возникает главная исходная основа разработки любого прогноза – определение характерных форм последовательного регионального анализа географических отношений, призванных локализовать необходимый диапазон физико-географической информации с точки зрения ландшафтно-географического критерия и поставленной цели.

Разработка инвентаризационно-информационной позиции изучения ландшафтной структуры таежно-лесостепного Притоболья иллюстрирует территориальные приемы последовательного регионального анализа, необходимые для прогнозных выводов и экстраполяции их результатов

Ландшафты северного внетропического пояса



(рис. 2). В методическом отношении поисковая (прогнозная) ландшафтно-географическая конструкция возможна тогда, когда выделяется структурно-генетическая система разнопорядковых структур земной поверхности как область взаимодействия подразделений среды различной иерархии с учетом мозаики геосистем и их структурно-динамической организации. При этом поиск ориентирован не только на выявление конкретных ландшафтных структур по набору общепринятого состава природных объектов-компонентов, к примеру, таежные, болотные, луговые и т.д. и их площадные соотношения, что, как правило, отражает признаково-аналитическую, реже компонентно-интеграционную формы анализа фоновой структуры ландшафта. Они рассматриваются через общую иерархическую организацию природной среды, в которой одновременно функционирующие элементы соединяются как различные подсистемы единой системы. В рамках такой системы явные географические объекты упорядочиваются по тенденциям ее видоизменений, а не морфологических сочетаний и выступают как преобразования (деформации), устанавливающие связь морфотипно различных составляющих компонентного состава. Принцип взаимодействия, упорядочивающий элементы ландшафта в определенные последовательности, позволяет выделить совокупности через ряды сопряжения природных комплексов с учетом стадийности проявления и дискретности в разных пространственных структурах. При этом приходится решать специальные вопросы зонально-региональной и топологической организации природных ландшафтов.

Например, по мере продвижения с севера на юг общая динамическая ситуация выявленной совокупности структур лесоболотной зоны (см. рис. 1) начинает видоизменяться (см. рис. 2). Водораздельные олиготрофные комплексы болот замещаются эвтрофными, лугово-болотными "займищами", в лесостепи — элювиально-гидроморфными ситуациями периодического переувлажнения неглубоких понижений и засоления. Склоновые комплексы сохраняют дренированный аспект таежных звеньев в местоположениях хвойно-мелколиственных типов. Пойменные комплексы Тобола и Ишима вследствие затухания поемного (паводкового) режима подвергаются остепнению и галофитизации. Соответствен-

---

Рис. 1. Перевод классификации в функционально-целостный тип природной структуры в отношении объекта освоения.

Усл. обозн. см. в тексте и на рис. 2.

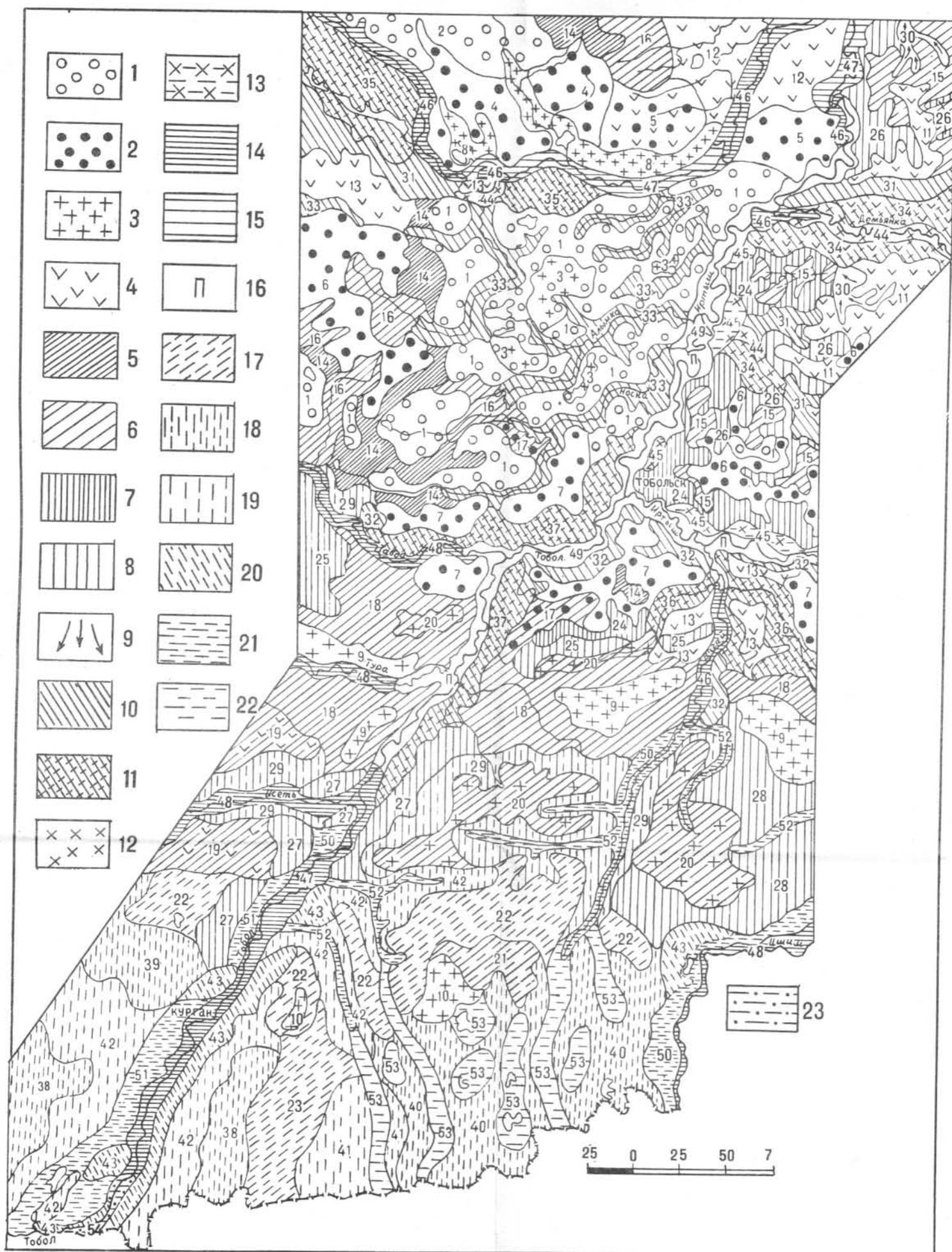


Рис. 2. Фрагмент ландшафтно-структурной схемы Притоболья.

Варианты основных структур пространственного взаимодействия: I-16 соответствуют описанию позиций Ia, I, IIб, III рис. I; 17 - аллювиально-гидроморфный колочно-болотно-луговой (переход к лесостепи зоны переменного увлажнения). Лесостепные междуречные зоны переменного увлажнения: 18 - хвойно-мелколиственно-лугово-степные дренированные водоразделы; 19 - лесостепь дренированных склонов (антропогенно-измененный ландшафт различной фитоценотической структуры); 20 - придолинный мелколиственно-хвойный с фрагментами таежно-борового комплекса песчаных террас и склонов денудационной переработки. Пойменно-долинные и ложбинно-котловинные флювиальные, остепненные: 21 - мелколиственно-кустарниково-луговые поймы террасы Тобола и Ишима и лугово-кустарниково-лесные долины малых рек с овражно-балочным расчленением; 22 - лугово-степной солончаковый комплекс резко переменного режима увлажнения озерных котловин, впадин и ложбин (древнедолинный); 23 - мелколиственно-кустарниково-лугово-степной пойменно-русловый комплекс редуцированного паводкового режима (редкопаводковый). Цифрами I-54 на схеме указаны выделы ландшафтных комплексов, полученных дешифрированием космических снимков (обработка А.Д.Абалакова и Л.О.Улыбиной).

но выделяются ситуации: переходные для подтайги – автоморфные и полуавтоморфные болотные эвтрофно-мезотрофно-олиготрофного типа (см. рис. 2 – 7,9,10,13), болотно-лесные и лесные дренированных склонов и водоразделов (см. рис. 2 – 18–21,25,27–29), пойменные лугово-кустарниково-мелколиственно-хвойные (см. рис. 2 – 48,49); специфические для лесостепи – автоморфные аллювиально-гидроморфные колочно-болотно-луговые с фрагментами таежной природы (см. рис. 2 – 22–23), хвойно-лиственно-луговые дренированные – собственно "лесостепь" (см. рис. 2 – 38–43), пойменные и озерно-котловинные лугово-степные галоморфные и лугово-солонцовые периодического переувлажнения (см. рис. 2 – 50–54).

Общий региональный спектр типологической характеристики ландшафтной структуры учитывается в диапазоне: болотный покровный комплекс олиготрофного развития (таежный тип природной среды) – галофитно-разнотравный и злаковый солончаковый комплекс (степной тип природной среды). Их морфотипы относятся к собственно бореальным типам ландшафтов, широко распространены в евро-сибирских региональных структурах и нередко рассматриваются как реликты ранних эпох голоцена, крайне консервативные в эндодинамическом развитии. Между ними пролегает полоса дренированных равнин с характерными сибирскими "дубравами", островами липовых лесов и фрагментами лиственно-хвойных типов южной тайги, обнаруживающими генетическое сходство с восточно-европейскими неморальными ландшафтами.

Анализ региональных особенностей природы показывает, что Притоболью свойственны природно-территориальные комплексы – аналоги ландшафтов горно-равнинного Приуралья, Центрального Казахстана и т.д. На схеме (рис. 3) представлены следующие подразделения: Урало-Сибирские переходные горно-равнинные и подгорные кустарничково-мохово-лесные (таежные): 1 – Печорско-Зауральские темнохвойно-лесные, преимущественно елово-таежные подгорных равнин и возвышенностей, дренированные, 2 – Зауральские разной фитоценотической структуры подгорных равнин и террасированных песчаных междуречий, слабодренированные. Южно-Уральские горно-равнинные лугово- и травяно-лесные (хвойно-лиственные), суббореальные (южно-таежные, подтаежные, лесостепные, лугово-степные, северные степные): 3 – Заволжско-Закамские и Зауральские подгорно-равнинные лиственно-хвойные (темнохвойные и светлохвойные, вклю-

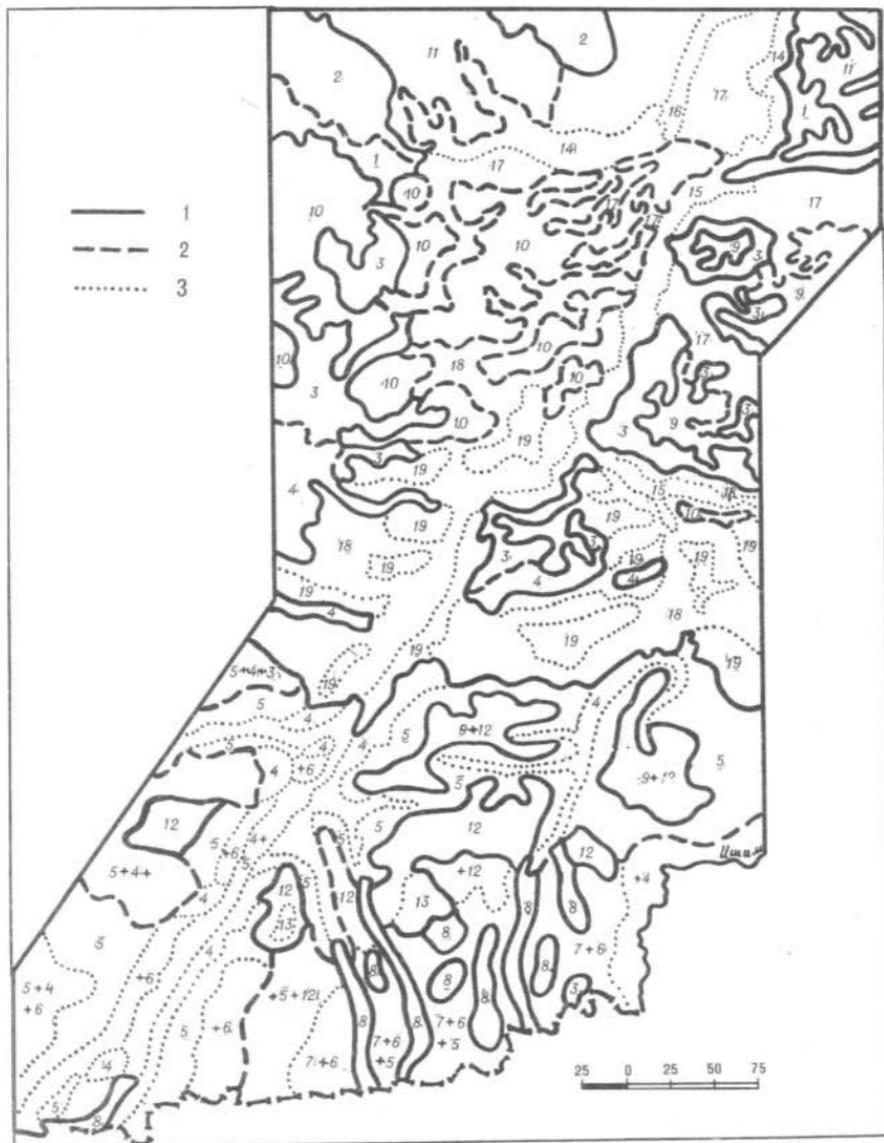


Рис. 3. Региональная структура ландшафтов Притоболья (фрагмент схемы).  
 Границы: 1 - региональных ландшафтных структур, 2 - территориальных классов региональных ландшафтных структур, 3 - вариантов.  
 Остальные усл. обозн. схемы даны в тексте

чая липняки) и мелколиственные, местами остепненные, преимущественно дренированные, 4 - Зауральские лугово-лесные (мелколиственно-светлохвойные и светлохвойно-мелколиственные) и лесо-кустарниково-лугово-степные террасированных междуречных равнин, включая подгорно-долинно-пойменные комплексы ограниченного паводкового режима, 5 - пашни на их месте, преимущественно склоновых дренированных местоположений на дерново-подзолистых, серых лесных почвах и черноземах выщелоченных, местами оподзоленных. Зауральско-Казахстанские подгорно-равнинные переходные лугово-степные (колючая лесостепь сильно измененного ландшафта различной фитоценотической структуры): 6 - Тоболо-Ишимские лесо-луговые и лугово-степные водораздельно-склоновые, 7 - пашни на черноземах обыкновенных, луговых, слабосолонцеватых и светло-серых лесных, частично осолоделых почвах. Тургайские (Западно-Азиатские) низких равнин сухостепные: 8 - Убаганские низкотравно-дерновинно-злаковые древних речных долин и озерных котловин, галофитно-луговые и лугово-солончаковые.

Собственно лесоболотные Обь-Иртышские ландшафты составляют: 9 - фиксированные поднятием коренного фундамента и развитием верхних торфяников водоразделы с сосново-кустарничково-сфагновыми болотами возвышенностей, включая приводораздельные зоны диффузного и линейно-диффузного стока болотных вод (пояс слабой эрозии), 10 - фиксированные погружением коренного фундамента и активным развитием верхних торфяников водоразделы со сфагновыми, гипновыми и осоковыми комплексами болот покровного типа, плоско-бугристые и бугристо-западинные, 11 - приводораздельные зоны диффузного и линейно-диффузного стока болотных вод, слабо дренированные с кустарничково-мохово-светлохвойно-лесными, эвтрофно-мезотрофными и олиготрофными болотными комплексами (дренированные области болотных массивов), 12 - водораздельные зоны аккумуляции атмосферной и почвенно-грунтовой влаги с лугово-кустарниково-мелколиственными и кустарничково-болотно-луговыми, местами засоленными комплексами низин, 13 - водораздельно-низинные осоковые и травяно-злаково-осоковые болота.

В историко-генетическом отношении ландшафты внутренних частей Тобол-Ишимского междуречья (см. рис. 3 - 12, 13) - наиболее консервативные природные образования, а в отношении к антропогенным нагрузкам, наоборот, крайне чувствительные. В результате распахки их окружения внутренние части водоразделов оказываются обесточенными.

Структура урочищ перестраивается на местную циркуляцию влаги и замкнутый цикл питания. В этой перестраивающейся структуре природных микросистем, с одной стороны, нередко заметными становятся фации травяных болот с обильной фауной моллюсков, а с другой, — вследствие осушения при распахке многие лугово-болотные и лесо-болотные пастбищные земли со временем превращаются в менее ценные — остепненные и галофитно-луговые (см. рис. 3 — 5,7). Поэтому длительная обессточенность внутренних частей водоразделов часто сопровождается активизацией как заболачивания, так и засоления. По нашему мнению, многие варианты территориального класса Заволжско-Казахстанских луго-степей (см. рис. 3 — 6,7) представляют сильно измененный человеком ландшафт природных ситуаций собственно южно-уральского горно-равнинного лесо-степного, внутриконтинентального, регионально-типологического комплекса природных условий резко переменных режимов тепла и увлажнения, в первую очередь его Зауральского территориального класса. При этом их различная фитоценотическая структура отражает также характер взаимодействия с болотными комплексами Обь-Иртышья, территориальные позиции которых здесь видоизменены усиленным воздействием человека.

Следующую группу составляет особый территориальный класс обь-иртышских болотно-аллювиальных ландшафтов см. рис. 3: I4 — лугово-кустарниково-болотный пойменно-русловый комплекс Иртыша с фрагментами болот и внутриводоемных соров длительно паводкового затопления, фиксированный паводками Оби, I5 — Иртышский болотно-лугово-кустарниково-лесной пойменно-русловый комплекс постоянного затопления и аллювиальной переработки (пояс современного меандрирования), I6 — лугово-лесоболотные поймы-террасы периодического затопления и возможного осадко-накопления (крупнопаводковые, фиксированные паводками Оби и режимом стока Иртыша), I7 — террасовые и склоново-долинные лесо-кустарниково-болотные, преимущественно дренированные, болотно-лесные светлохвойные, местами темнохвойно-лесные с локальными болотными комплексами в зонах приречного дренирования, I8 — поймы-террасы лугово-смешанно-лесные террасовые и склоново-долинные комплексы разной фитоценотической структуры (лугово-травяно-лесные, лесо-лугово-болотные и болотные), мес-

тами с пашнями на дерново-лесных, серых лесных и луговых аллювиальных почвах зон приречного дренирования, I9 - болотные комплексы низких террас эвтрофно-мезотрофно-олиготрофного развития (тростниково-осоковый, осоково-типиновый, веретьево-рямовый), местами залесенные слабодренированные, фиксированные режимом стока и паводками Иртыша (вариант ограниченного развития болотных комплексов покровного типа).

В формировании современной ландшафтной структуры территории этот класс ландшафтов играет основную роль. С ним связаны и все основные современные виды природопользования, а также возможные перспективы освоения при соответствующих мелиорациях. Сам класс территориально может рассматриваться как особая природно-хозяйственная система, положительное решение проблем освоения которой должно быть сориентировано на комплекс мелиоративных мероприятий, усиливающих роль транзитного увлажнения в развитии природы террас, склонов и водоразделов. При этом паводковый режим поймы Иртыша заметно влияет на продолжительность периодов такого увлажнения окружающих пространств. Это не снимает необходимости региональных гидромелиораций в регионе, которыми роль интенсивного транзитного увлажнения окружающих территорий может быть повышена.

Можно предполагать, например, что в недалеком прошлом сфера влияния гидрологических процессов долинно-руслового комплекса Иртыша (см. рис. 3 - I5) распространялась значительно дальше на юг. Фиксирующие это влияние пойменно-долинные структуры Ишима, Тобола и Вагая (см. рис. 2 - 46,48), по существу, представляют собой поймы-террасы ограниченного паводкового режима с вариантами редукции поемности в верховьях Тобола и Убагана (см. рис. 2 - 54). Паводки играли более действенную роль, вследствие чего на внутренних водоразделах надпойменных террас Притоболья активнее протекали процессы автоморфного заболачивания. Представляющие его структуры - варианты редукцированного развития эвтрофно-мезотрофно-олиготрофного обь-иртышского комплекса покровного типа, питающие местную речную сеть и в целом поддерживающие постоянное транзитное увлажнение водораздельно-склоновых поверхностей, в настоящее время в результате освоения (распашки, осушения, сведения березняков и зарослей ивы) сильно локализованы. Освоение также

нарушило местную дренажную сеть, а осушение лишь в ряде случаев упрочило позиции высокопродуктивных лесов и лугов. В результате в сложившейся Притобольской природно-хозяйственной системе (см. рис. 3 - 4-7) получили развитие процессы остепнения, галофитизации и засоления, повысившие контрастность ландшафтной структуры территории и изменившие условия ее транзитного увлажнения. В комплексе региональных мелиораций поэтому возникает необходимость сохранения водораздельных структур автоморфного заболачивания, и даже возможного их локального восстановления (в типах I9, 2I, 22, 23, 38, 39, указанных на рис. 2) для повышения их роли в транзитном увлажнении прилегающих водораздельно-склоновых освоенных территорий.

Подобные аспекты необходимо учитывать и при освоении Прииртышской флювиально-болотной природно-хозяйственной системы, где покровные комплексы автоморфного заболачивания представлены еще значительно. Наряду с локализацией активного процесса заболачивания в структурах олиготрофного типа, где мелиорация неперспективна, при сохранении естественного водного режима Иртыша региональные мелиорации (осушение) водораздельных болот должны иметь выборочный характер, что и получило отражение на схеме (см. рис. 3). При зарегулировании речного стока их стокообразующая роль в поддержании условий интенсивно транзитного увлажнения приречных территорий даже повысится. При этом необходимо учитывать региональные различия в формировании флювиально-болотных структур Прииртышья (I4, I6, I7 и I5, I8, I9 на рис. 3), для которых аспекты мелиоративных воздействий могут быть различными.

Детальная разработка таких своеобразных научно-технических заданий, как региональный прогноз воздействия больших мелиоративных систем, - задача особой важности и трудоемкая. Здесь изложен ряд критериев, которыми следует руководствоваться для выбора решений по такой проблематике. Как правило, следует признать факт неполноты информации и изучения природы того или иного региона с точки зрения специфики природных свойств, существенных для прогноза. При этом есть и остается определенная группа задач, занимающих как бы промежуточное положение между задачами изучения природной обстановки и собственно прогнозными, учитывающими характер влияния на нее и степень воздействия. Поэтому проблема разработки представления о характе-

ре основных и корректирующих воздействий на природу в каждом случае создания больших мелиоративных систем остается важным аспектом научных исследований.

Г.И.Важнов, А.С.Покотило

#### ОСНОВНЫЕ ПУТИ МЕЛИОРАЦИИ ПОЙМЫ РЕК ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА В ПРЕДЕЛАХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Общая площадь пойменных земель в области составляет 4,6 млн га, и во многих районах поймы является самым распространенным геоморфологическим элементом территории. Только в пределах Ханты-Мансийского автономного округа поймы Оби и Иртыша занимают 1,7 млн га. Сельскохозяйственное освоение этой огромной площади имеет большое значение для создания продовольственной базы нефтегазодобывающих районов Тюменского Севера.

Аллювиальность и поемность в сочетании с зональностью климатических условий, геологией и рельефом постепенно создали и создают сложные и экологически разнообразные пойменные ландшафты: протоки, старицы, останцы, соры, озера, болота, луга, леса. Многообразие этих ландшафтов и огромные потенциальные ресурсы Обь-Иртышской поймы уже более века привлекают внимание специалистов разных отраслей, здесь работали и работают десятки экспедиций, но ресурсы поймы, в частности кормовые, реализованы на 10 - 15 %, т.е. так же, как и 20 лет назад. Причины этого: отсутствие комплекса средств освоения и свободных трудовых ресурсов, сложный гидрологический режим и пестрота почвенных условий, бедный выбор местных строительных материалов и краткий строительный сезон, отсутствие строительной базы, дорог, опыта.

В условиях севера Западной Сибири, где расположены основные пойменные ресурсы, строительство любых сооружений обходится в 2 - 3 раза дороже, чем в обжитых районах юга, а окупаемость вложенных средств низка. По указанным причинам основной базой снабжения развивающихся северных районов транспортабельными продуктами должны стать южные районы областей, а на месте

надо расширять молочное и мясное животноводство и пригородное овощеводство, в том числе в закрытом грунте с утилизацией попутного газа и вторичных тепловых ресурсов.

Освоение Обь-Иртышской поймы требует комплексного подхода и всесторонней оценки ее ресурсов не только как базы для развития растениеводства и животноводства, но и как охотничьего и рыбопромыслового района, места для создания заповедных рекреационных зон. Многие биологические функции, которые исправно и надежно выполняет пойма как геохимический и санитарный барьеры, нерестилище, место обитания богатейших колоний птиц и зверей как огромный почвообразующий и энергонакапливающий комплекс — не должны нарушаться в угоду какой-либо одной отрасли. Саморегулирующая способность поймы как экологической системы должна быть сохранена.

Таковы предпосылки к выбору путей мелиорации Обь-Иртышской поймы для сельскохозяйственных целей.

В настоящее время известны разные варианты использования кормовых ресурсов пойменных земель. Это: максимальное выкашивание лугов в маловодные годы и создание страховых запасов кормов с использованием консервантов, заготовка прессованных и брикетированных кормов на отдаленных участках поймы с применением плавсредств, плавающие заводы для заготовки из пойменных трав обезвоженных витаминных кормов, выборочные гидромелиоративные и культуротехнические работы по ускорению стока паводковых вод и улучшению пойменных лугов, обвалование поймы с механическим водоподъемом и интенсивным использованием пойменных земель в пашне. Возрождается и расширяется использование кормовых угодий поймы для выпаса лошадей (зимняя тебенёвка) как наиболее неприхотливых, мобильных животных, умеющих добывать корм из-под снега.

В основе учета кормовых ресурсов поймы и способов их освоения должен лежать анализ режима затопления и освобождения пойменных земель от паводка.

Анализ урвневового режима и морфологии пойм Средней Оби, низовий Иртыша показывает, что затопление поймы паводковыми водами происходит одной мощной волной с распластанным пиком, что исключает, как правило, применение летних польдерных систем.

Строительство зимних польдеров с механическим водоподъемом рационально лишь при интенсивном использовании обвалованных земель для снабжения развивающихся промышленных центров Среднего Приобья свежей зеленью, овощами и малотранспортабельными продуктами. Здесь во многих случаях, трассы дамб обвалования можно совместить с построенными или запроектированными коммуникациями на пойме для обслуживания нефтепромыслов. Во всех случаях защитные сооружения польдера должны быть рассчитаны на максимальный уровень весеннего паводка повторяемостью I раз в 20 лет и реке ( $p \leq 5\%$ ).

Гидромелиоративные работы на Обь-Иртышской пойме должны быть направлены в основном не на ликвидацию поемности, а на ее упорядочивание и использование увлажнительного и удобрительного эффекта поемности.

Значительно отличается направление использования пойменных ресурсов рек юго-западной части Обь-Иртышского бассейна. Здесь характерно наличие высоких летне-осенних дождевых паводков. Так, на реке Пышме в многоводном 1947 году дождевой паводок слился с весенним половодьем и задержал освобождение поймы от воды до 20 сентября. За период июль-сентябрь сельскохозяйственные угодья в пойме Пышмы затапливаются на высоту до 2 м дождевыми паводками в среднем I раз в 10 лет. За последние 40 лет это произошло в 1947, 1955, 1969, 1971 и 1978 годах.

В условиях наибольшей освоенности, обжитости и застроенности районов лесостепной и лесной зоны и повышенного спроса на новые земли, защита от подтопления сельскохозяйственных угодий, построек, коммуникаций имеет особое значение. Обвалование пойменных земель здесь необходимо и оправдано экономически. Тип обвалования (летний или зимний польдеры) определяется характером использования площади и уровневый режимом реки.

Для анализа уровневого режима реки (за определенный период) можно использовать метод обобщения повторяемости максимальных уровней. Суть этого метода состоит в том, что для выбранного интервала времени (сутки, декада или месяц) возможного стояния высоких вод составляется и статистически обрабатывается ряд уровней ближайшего водпоста, а затем строятся обобщенные кривые повторяемости уровней за весь рассматриваемый период. Точность кривых тем больше, чем меньше берется интервал времени. Обобщенные

кривые повторяемости максимальных уровней воды реки отражают многолетний ход уровней различной вероятности за период открытого русла и являются основой для назначения типа обвалования поймы и отметок защитных сооружений на всем участке реки, имеющем хорошую связь соответственных уровней с водпостом. Далее для водпоста и нужного створа поймы по краткосрочным наблюдениям и историческим меткам воды строятся графики связи уровней и определяются отметки выхода на пойму. Путем сопоставления обобщенных кривых и графиков связи определяются вероятность затопления поймы в разные периоды времени, необходимый тип обвалования и расчетные уровни для назначения отметок защитных сооружений. При определении проектных отметок, например гребня дамбы обвалования на указанном участке поймы, нужно к абсолютным отметкам уровня выбранной обеспеченности прибавить высоту подпора от сужения долины реки дамбой, запас на ветровой нагон и высоту вкатывания волны (по СНиП П-57-75).

Для рек юго-западной части Обь-Иртышского бассейна оправдано строительство летних польдерных систем на расчетный уровень I % повторяемости летне-осеннего паводка (что соответствует уровню 50-60 % обеспеченности весеннего половодья). Высота дамб при этом на 2-2,5 м ниже, чем зимних польдеров и соответствует средней высоте прируслового вала.

Для выпуска воды на летний польдер и предотвращения разрушения насыпных дамб при переливе воды через гребень, устраиваются пониженные и закрепленные от размыва участки-водосливы, методика расчета которых опубликована нами ранее (Важнов, 1974).

При проектировании мелиоративных мероприятий на поймах необходима оценка предшествующих и прогноз будущих деформаций русла на всем затрагиваемом мелиоративным проектом участке. Величина боковой эрозии, вычисленная нами при наложении русловых съемок (лоцманских карт) за период с 1909 г. по настоящее время составляет для низовий Иртыша 7,1-9,2 м/год. Максимальные скорости размыва берегов и перемещения русла за указанный период достигали 19-27 метров в год. Учитывая капитальность защитных дамб обвалования польдерных систем, нужно удалять эти сооружения от фронта размыва на расстояние возможного перемещения русла за срок амортизации или окупаемости объекта. В среднем (для условий Нижнего Иртыша и Оби) это удаление составляет

200–500 м, если не проводятся работы по контролю боковой эрозии. В оставленной полосе, при сложившемся на Оби–Иртыше характере пойменных процессов, находятся примитивно слоистые почвы с низким потенциальным и эффективным плодородием. Кроме того, эта полоса является одновременно защитной прибрежной зоной, реки в которой неприкосновенной остается экологическая обстановка (прирусловый вал, леса, кустарники, торфяники дерны и т.д.) и сохраняются естественные условия развития деформаций русла. Прибрежные естественные заросли не только защищают берег от размыва, но и задерживают грубые неплодородные фракции наносов и защищают центральную пойму от поступления мусора, карчей, плавника.

#### Литература

ВАЖНОВ Г.И. Конструкция дамб обвалования на пойме низовий Иртыша. – В кн.: Современные проблемы мелиорации и пути их решения. Вып. 2. Л.: ВНИИГМ, 1974, с. 72–76.

С.Н.Охалин, Э.Н.Бокк

#### О РАЗВИТИИ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ДОЛИНЕ НИЖНЕЙ ОБИ

В последние годы многие вопросы формирования и развития оползневых и обвально–осыпных процессов нашли свое отражение в работе "Экзогеодинамика Западно–Сибирской плиты" (1986). Это касается прежде всего условий развития процессов, их причин, морфологических особенностей вызванных ими явлений и др.

Следующий этап в познании закономерностей нарушения устойчивости береговых склонов связан с изучением временных характеристик гравитационных процессов, их взаимосвязи с условиями развития. Методологической основой для изучения временных характеристик отмеченных процессов является представление

факторах-процессах (Емельянова, 1970), оказывающих решающую роль в нарушении устойчивости береговых склонов. На исследуемой нами территории (от устья Иртыша до п. Октябрьское) такое воздействие оказывает водный поток Оби. Основное русло реки на значительном расстоянии подмывает правый берег. Даже в том случае, когда оно огибает широко развитые здесь острова, берег подмывается протоками. Нарушение временно устраняется только в тех случаях, когда у основания склона преобладают процессы аккумуляции. Недавно сформировавшиеся осадки отмечены нами у высокого правого берега ниже пос. Карымкары. На поверхности отложений появилась ива, что говорит о молодом возрасте отложений. В целом же процесс аккумуляции наиболее активно идет на островах.

В то же время развитие гравитационных процессов на участках, подмываемых основным потоком реки, имеет свои характерные черты, обусловленные геологическим строением, свойствами грунтов, гидрогеологическими условиями. Эти черты проявляются в морфологических особенностях нарушенных склонов. Анализ форм проявления гравитационных процессов во времени в сопоставлении с геологическими и гидрогеологическими условиями береговых склонов позволяет говорить о двух схемах (путях) развития береговых склонов, когда на склоне протекают только оползневые процессы, либо обвальнo-осыпные, сменяющиеся во времени оползневыми. Эти схемы развития береговых склонов имеют не только региональный, но и общий характер. Так, принципиально аналогичные схемы формирования берегов водохранилищ отмечены А. Л. Рагозиным (1985).

Береговые склоны правобережья Нижней Оби от устья Иртыша до Большой Речки представляют собой сплошь оползневый склон. Развитие оползневых процессов на этой территории происходит в общих чертах по схеме, описанной Е. П. Емельяновой (1970) для "случая повторяющихся оползневых циклов" - после основного смещения оползневого тела объем его частично уменьшается в результате вторичных процессов, эрозии реки и т. п., что создает условия для нового оползневого смещения.

Вопрос о длительности оползневых циклов в пределах рассматриваемой территории, да и на всей территории Западной Сибири, остается открытым. Сложность его изучения обусловлена отсутствием стационаров с большим периодом наблюдения за оползневыми процессами и относительно медленными скоростями этих процессов. При

непродолжительном изучении динамики оползневых процессов (длительностью в несколько лет), как правило, располагают информацией лишь о вторичных движениях, которые сопровождают переформирование оползневых накоплений и подготовку к новому, основному смещению. Эти сведения достаточно разнообразны, что отражает реальные условия протекания процессов. Так, в движение вовлекаются различные по величине блоки, сложенные литологически разнородными грунтами. Меняются локальные условия обводнения оползневых тел. Изменяется и величина эрозионного и абразивного размыва вдоль оползневого участка. Все это затрудняет изучение общих, характерных для определенного класса, закономерностей формирования и развития оползней.

Для изучения этих закономерностей нами были использованы фитоиндикационные методы. Их применение на одном из оползневых участков рассматриваемой территории — Троицком, позволяет сделать некоторые выводы.

Троицкий оползневой участок имеет протяженность около 10 км. Геолого-гидрогеологическая обстановка отражает характерные черты, общие и для других участков: в средней части склона залегают песчаные отложения, к которым приурочен водоносный горизонт. Наличие подземных вод в отложениях коренного берега обуславливает неустойчивое состояние склонов, повсеместное развитие оползневых процессов.

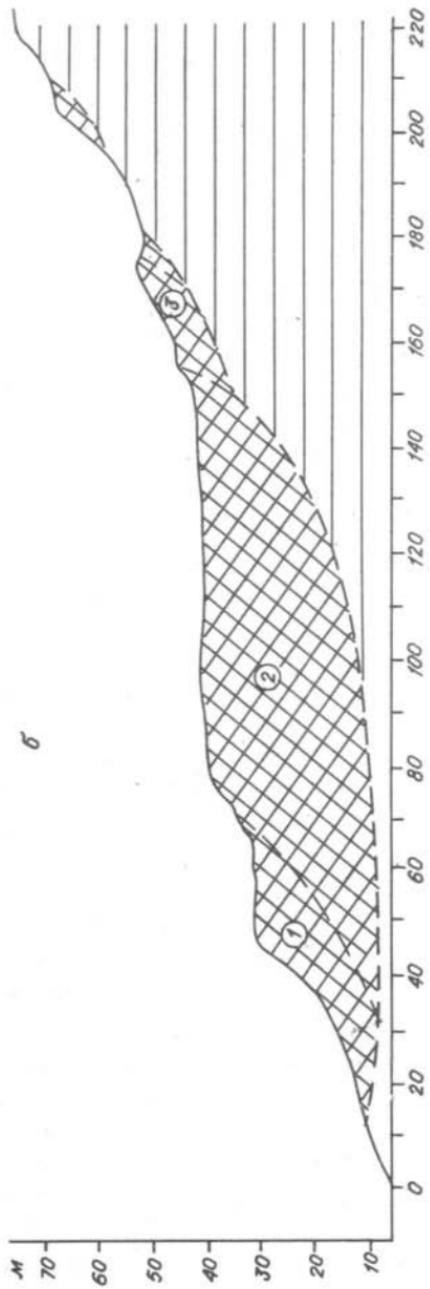
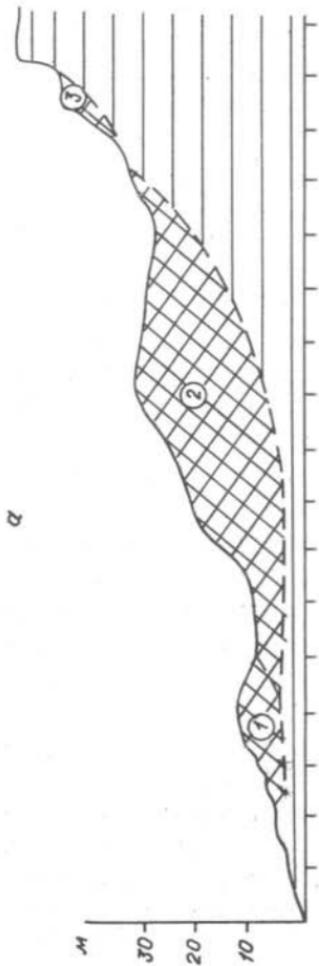
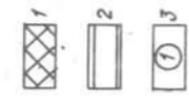
В нижней части Троицкого участка мы обследовали оползень блокового строения (рис. I), в морфологии которого выделяются три блока различной величины. Нижний, подмываемый в половодье блок, имеет длину 40 м, ширину 20 м. На его поверхности, интенсивно разбитой трещинами, располагаются лиственница, ель с покровом из брусничника, костяники, злаков. Деревья запрокинуты в сторону склона. Основная часть оползня расположена на более высоких отметках. На поверхности основного, второго блока произрастает лес, имеющий большое сходство по структуре с лесом на коренном берегу. Верхний блок имеет ширину 5–8 м, вытянут вдоль склона. На его поверхности сохранились березы с наклоненными в разные стороны стволами и темнохвойный подрост. На склоне ниже верхнего блока отмечается ива козья, малина, мать-и-мачеха, злаки. Покров резко отличается от такового под пологом леса на коренном берегу. В подрасте преобладают кедр и ель.

Приведенное описание, наряду с данными дендрохронологического анализа спилов деревьев на характерных морфологических элементах, позволяют восстановить основные моменты в движении оползня на данном участке.

Значительное по амплитуде смещение второго блока (возможно, основное) произошло до 1890 года. На это указывает возраст деревьев (95 лет), произрастающих в присклоновом понижении второго блока, возобновившихся после завершения движения. В дальнейшем блок не испытывал уже значительных по величине движений. Искривление стволов деревьев в понижении связано с пластическими движениями грунта в основании склона (здесь отмечается выход подземных вод) или незначительными подвижками всего блока, что фиксируется на ряде образцов в виде увеличения асимметрии прироста годовичных колец. Процессы разрушения этого блока проявлялись в виде смещений оползней второго порядка. Так, в 1952 году произошел отрыв первого блока от основного второго, что зафиксировано всеми образцами с первого блока. Следующее заметное смещение первого блока произошло в 1972 году. На спиле отчетливо видно образование своеобразной "бороды" — креновой древесины на уже деформированном ранее стволе. В это время отмечается изменение прироста у многих деревьев, растущих как на бровке второго блока, так и в присклоновом понижении. На головном уступе отмеченный нами оползень образовался в 1979 году.

Смещение оползневых блоков сопровождается изменением в приросте годовичных колец в подготовительный период. Так, перед смещением первого блока изометричный прирост сменился асимметричным в 30-х годах. Более старые деревья имеют нарушения в приросте примерно с 1910 года, которые в последующем выравниваются. Таким образом, даже в подготовительный период деформации грунтов проявляются неравномерно и зависят от перемещения пород, служащих контрфорсом.

Интересные данные о движении оползней на Троицком участке имеются по оползню в средней его части (см. рис. I). В рельефе этого оползня выделяются три блока. Блок, подмываемый рекой, сильно деформирован, разбит трещинами. По результатам дендрохронологического анализа, последнее значительное смещение этого блока произошло в 1974—1975 гг. с запрокидыванием в сторону склона. К этому же периоду относятся изменения в приросте боль-



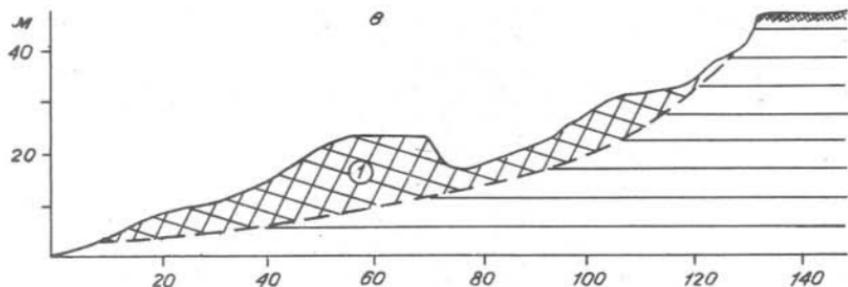


Рис. I. Профили оползневых склонов в нижней (а), средней (б), верхней (в) частях Троицкого участка:

I — оползневые скопления, 2 — отложения коренного берега, 3 — номер блока оползня,

шинства деревьев на втором, основном блоке, и на третьем блоке у головного уступа. Надо полагать, что совпадение времени смещений не случайно, так как образование верхнего блока могло значительно увеличить смещающие силы основного блока и вызвать его подвижку или локальную деформацию.

Другим периодом, во время которого фиксируются изменения в приросте на многих образцах на всех трех блоках (верхний блок в то время был составной частью коренного склона), являются 1949-1950 гг. У деревьев коренного склона в это время отмечается смена изометричного прироста на асимметричной. Такое изменение может быть вызвано как деформацией отложений, так и смещениями на уступе, которые изменили условия роста — деревья стали испытывать воздействие ветра. По основному блоку мы располагаем лишь образцами деревьев, произраставших с 50-х годов. Активное возобновление древесной растительности указывает на то, что в недалеком прошлом поверхность блока испытывала деформацию. Сложная картина деформаций с начала 50-х годов отмечается и на нижнем блоке (в то время он являлся составной частью второго блока). Отдельные образцы показывают наклоны деревьев в сторону реки и вдоль склона. Возможно, уже к тому времени эта часть оползня была разбита трещинами, что и обусловило разнонаправленный характер смещений отдельных его частей.

В верхней части оползневого участка обследовался блоковый оползень, имеющий другое морфологическое строение, иной (более песчаный) литологический состав отложений (см. рис. I). Отчетливо выделяется основной блок, в сторону склона этот блок оканчивается крутым откосом, поросшим мхом. Обращенный к реке склон более пологий со следами оползневых процессов. Как следствие песчаного состава оползневых накоплений, разрушение идет в виде осыпей. Часто в смещение вовлекаются деревья с объемом грунта, величина которого обусловлена размерами их корневой системы. Левое крыло деформировано, трещины задернованы, в ряде случаев виден песок. Основной блок в центральной части оползня занят древостоем из сосны и березы. Возраст сосны 70–80 лет. Все деревья растут вертикально. Лишь сосны, размещенные на краю откоса, имеют саблевидный изгиб у основания стволов. По взятым здесь образцам установлено, что депрессия радиального прироста у сосны имела место в 1971–1982 гг., у березы в 1968–1979 гг., а у сосны в 1969–1982 гг. Таким образом, смещение произошло в конце 60-х годов. Это подтверждают и ранее отобранные образцы деревьев, растущих на левом, деформированном крыле блока и на отдельном блоке, оторвавшемся от основного. В первом случае фиксируется его движение в 1970 году. Второй образец, как и следовало ожидать, показывающий смещения на оползневом уступе, приурочивает начало изменений в приросте к началу 50-х годов.

Характерной особенностью движения этого блока является то, что оползень сформировался на относительно стабильном склоне. Смещение происходило без запрокидывания в виде соскальзывания, на что указывают вертикально растущие деревья и наличие уступа в тыловой части блока. Возможно, что отмеченное движение произошло в более ранние сроки, а в 60-е годы была только микроподвижка. Тем не менее сам факт движения блока в виде соскальзывания, редкий для рассматриваемой территории, имел место.

Сопоставление движений оползней в различных местах Троицкого участка наряду с различиями показывает и общие черты их развития в подготовительную стадию (в данном случае подготовительная стадия совпадает со стадией вторичных процессов (Емельянова, 1970). Общим и характерным признаком развития оползневых процессов в данном районе является образование оползней второго порядка на уступе оползня первого порядка. Начало та-

ких смещений можно предвидеть по устойчивому асимметричному приросту годовичных колец деревьев в течение последних 15—20 лет. Эти смещения обусловлены эрозионным и абразионным воздействием реки. Возможно, более интенсивное проявление этих процессов в верхней части участка, где русло реки прижато к правому склону долины, является причиной активизации оползневых процессов стабильного оползневого склона.

После основного смещения оползневые блоки первого порядка сохраняют устойчивость долгие годы. И лишь при разрушениях в языке оползня, а также за счет пригрузки в вершине оползня, может произойти повторная незначительная подвижка основного блока. Исследования оползневых процессов в верхней части Троицкого участка показывают, что после достаточно больших переформирований возможно смещение и основного блока.

Развитие береговых склонов ниже пос. Горный (устье Большой Речки) отличается от рассмотренной выше схемы. Это различие обусловлено отсутствием водоносных горизонтов в разрезе берегового склона, что делает его достаточно устойчивым. Предполагается, что в данных условиях основное смещение в виде оползневых блоков происходит после полного размыва материала предыдущего оползневого цикла. К сожалению, мы не располагаем фактическими данными образования таких оползней в последние годы. Из ранее образованных, большой интерес представляет старый оползень в 5 км выше по течению от пос. Урманное (рис. 2). В морфологии оползня отчетливо выделяются основной блок, в правом крыле имеющий форму "гребня" с крутым откосом в сторону склона и более пологим в сторону реки, головной уступ и понижение в присклоновой части.

Пониженная часть его поросла березово-осиновым лесом, возраст осины достигает 120 лет. Крутой склон коренного берега местами покрыт мать-и-мачехой и вейником, постоянно подвергается эрозионным процессам. Отложения делювия скапливаются в низине, покрывая сравнительно толстым слоем основания стволов осины. Само оползневое тело со стороны реки покрыто разновозрастным темнохвойным лесом. Максимальный возраст ели в этом лесу достигает 160 лет. При анализе роста за весь период ее жизни отмечена депрессия прироста по радиусу в 1868—1881 гг. По всей видимости, она связана со смещением оползневого блока. Относи-

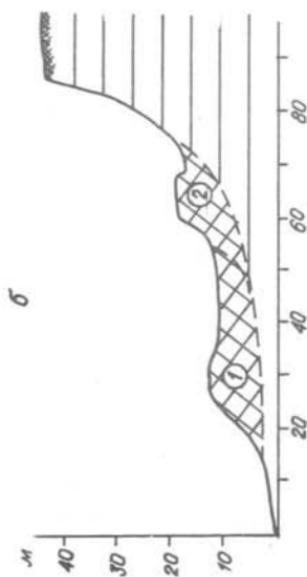
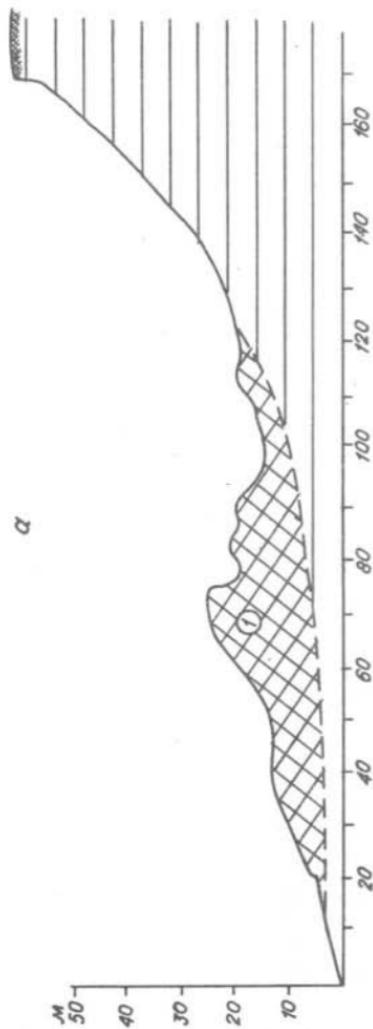


Рис. 2. Профили оползневых склонов на правом берегу Оби, ниже пос. Кармакарн (а) и выше пос. Урманное (б). Усл. обозн. см. на рис. 1.

тельно молодая (в то время) ель не испытала существенного наклона, так как смещение блока в этой части было без запрокидывания, а в заключительной стадии преобладало горизонтальное перемещение. На это указывает сформировавшаяся крутая стенка в тыловой части блока. Возможно, что формирование блока произошло не от коренного берега, а от старого оползневого склона. Аналогичные морфологические черты оползня были отмечены нами в верхней части Троицкого участка.

Нарушение устойчивости берегового склона ниже пос. Карымкары (см. рис. 2), которое произошло в 1984–1985 гг. носит несколько другой характер. Прежде всего, это смещение сопровождалось интенсивным разрушением пород и перемещением их к бечевнику, в результате чего сформировался своеобразный "гребень". Кроме этого, на головном уступе образовался небольшой оползневый блок с сильно наклоненными в разные стороны деревьями (ель, кедр, береза), а также подростом этих же пород. Отмеченный состав леса аналогичен произрастающему на коренном берегу. На отдельных местах разрушенной породы отмечены отпрыски осины, а на обрывистом склоне со стороны русла Оби произрастают мать-и-мачеха, иван-чай, полынь, что говорит о молодом возрасте оползневых накоплений.

Таким образом, обследование береговых склонов Нижней Оби показывает, что возраст образованных на них оползней первого порядка измеряется многими десятками лет. Максимальный возраст, определенный нами, 120 лет. Главным образом фиксируются вторичные оползневые процессы, вызванные совместным воздействием эрозии, абразии и обводненности горных пород. Периоды этих смещений хорошо определяются дендрохронологическим методом.

#### Литература

ЕМЕЛЬЯНОВА Е.П. О режиме устойчивости склонов и особенностях стадий развития оползней разных типов. – В кн.: Вопросы изучения оползней и факторов их возникновения. М., 1970, с. 32–47. (Труды ВСЕИНГЕО, вып. 29).

РАГОЗИН А.Л. Логические модели переработки берегов водо-

хранилищ. — В кн.: Инженерно-геологические исследования для строительства. М.: Наука, 1985, с. 89–94.

ЖЗОГЕОДИНАМИКА Западно-Сибирской плиты. М.: Изд-во МГУ, 1986. 288 с.

Ю.В.Науменко

### СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ИРТЫШЕ У ТОБОЛЬСКА

Водоросли в реках играют большую положительную роль, являясь продуцентами органического вещества, активно участвуя в процессах самоочищения и представляя собой кормовую ценность для гидробионтов. Учитывая все это, необходимо изучать биологическую жизнь крупных сибирских рек.

Ширина русла Иртыша у Тобольска колеблется в пределах 400–800 м, глубина в межень на плесах составляет около 10 м, на перекатах — 1–2 м. Специфическая черта гидрологии Иртыша связана с тем, что половодье начинается в конце марта — начале апреля и чаще всего растянуто до глубокой осени. Стояние высоких уровней продолжается более двух месяцев (Савкин, Орлова, 1983). Воды Иртыша несут большое количество детрита, наибольшая мутность отмечается в мае, минимальная — зимой.

Материалом для настоящей статьи послужили результаты исследований фитопланктона Иртыша у Тобольска в 1979–1981 гг. Отбор проб проводили круглогодично три раза в месяц, с поверхностного слоя воды на трех станциях (правый, левый берег и середина) объемом 1 л. Обработывали их по принятым в альгологии методикам (Кузьмин, 1975). Для выявления доминантов был использован метод, предложенный О.М.Кожовой (1970).

За период исследования в фитопланктоне Иртыша у Тобольска обнаружено 178 видов, разновидностей и форм водорослей, относящихся к семи отделам. Из них к отделу зеленых относились 90, диатомовых — 64, эвгленовых — 11, сине-зеленых — 7, золотистых — 3, динофитовых — 2, желто-зеленых — 1.

Зеленые водоросли — самый многочисленный отдел, составляющий 50,56 % от общего числа найденных водорослей. Принадлежали они к трем классам, из которых наибольшим числом таксонов (83) выделялся класс хлорококковых. Второе место по видовому разнообразию занимали диатомовые водоросли, насчитывающие 64 таксона (36 %). Значительную роль в сложении численности и биомассы принимали *Melosira italica*, *M. granulata*, *M. varians*, *Asterionella formosa*, *Diatoma elongatum*, *Fragilaria crotonensis*. Эвгленовые водоросли (6,18 %) относились к двум родам *Trachelomonas* и *Strombomonas*, которые были отмечены в летне-осенний период. Сине-зеленые водоросли (3,93 %) встречались с июня по сентябрь, причем чаще других попадались *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*. Золотистые, динофитовые, желто-зеленые водоросли не имели большого разнообразия и не играли заметной роли в планктонном сообществе Иртыша. Наибольшим видовым разнообразием выделялся фитопланктон 1980 г. (89 внутривидовых таксонов), меньшее число таксонов отмечено в фитопланктоне многоводного 1979 г. (56 таксонов).

Уровень воды в 1979 г. был необычайно высоким и составлял 861 см, что только на 90 см меньше максимального паводка 1941 г. (Савкин, Орлова, 1983), 1980–1981 гг. были меньшими по водности, уровни составляли 753 и 718 см соответственно. Наиболее высокая температура воды была в середине июля и достигала 22°C во все годы исследования.

Л е т н и й п е р и о д. В июле 1979 г. при понижении уровня и наибольшей температуре воды 22,3° в конце месяца среднее значение общего количества фитопланктона достигало 782 тыс. кл./л. Основу численности составляли диатомовые, среди которых доминировали *Asterionella formosa* — 186 тыс. кл./л, *Melosira italica* — 142 тыс. кл./л. Численность зеленых увеличивалась от 41 тыс. кл./л в начале июля до 379 тыс. кл./л в конце месяца. Сине-зеленые, эвгленовые, динофитовые встречались единично.

Во второй половине августа при понижении температуры воды до 15,8° произошло уменьшение развития водорослей. Среднее значение общей численности фитопланктона было 665 тыс. кл./л. В это время количество диатомовых — 350 тыс. кл./л было близко таковому, зеленых — 307 тыс. кл./л (биомасса 0,080 мг/л). Из диатомовых преобладали те же виды с доминантом *Melosira italica* —

162 тыс.кл./л Уменьшилась роль *Asterionella formosa*. Из зеленых выделялись *Pediastrum duplex* - 53 тыс.кл./л, *Coelastrum microporum* - 79 тыс.кл./л, *Scenedesmus quadricauda* - 106 тыс.кл./л. Из сине-зеленых встречены *Anabaena flos-aquae* и *A.scheemettieviae*, их численность не превышала 16 тыс.кл./л, т.е. была на таком же уровне, как и в икле.

В икне 1980 г. общая численность фитофланктона достигала 550 тыс.кл./л, биомасса 0,260 мг/л. Преобладали диатомовые - 269 тыс.кл./л, количество зеленых водорослей - 171 тыс.кл./л. В июньском планктоне появились золотистые, сине-зеленые и эвгленовые. При понижении уровня воды в икле общая численность фитофланктона увеличилась от 579 тыс.кл./л (биомасса 0,243 мг/л) в начале икля до 1177 тыс.кл./л (биомасса 0,579 мг/л) в конце августа. Преобладали диатомовые, их численность изменялась от 282 тыс.кл./л (биомасса 0,219 мг/л) в начале икля до 622 тыс.кл./л (биомасса 0,411 мг/л) в конце августа. Доминировали *Melosira italica* - 124 тыс.кл./л, *M.granulata* - 99 тыс.кл./л, *Diatoma elongatum* - 76 тыс.кл./л с максимумом в конце августа.

Роль зеленых водорослей в конце августа была также велика. В это время они достигали наибольшего развития - 551 тыс.кл./л, биомасса 0,168 мг/л. Из хлорококковых в число доминантов вошел *Pediastrum duplex* - 123 тыс.кл./л. Большого видового разнообразия достигал род *Scenedesmus*, представленный 9 видами и разновидностями. Численность сине-зеленых была 50 тыс.кл./л, а эвгленовых 10 тыс.кл./л, что в три раза выше, чем в 1979 г.

В 1981 г. уровень воды был еще ниже, чем в 1980 г., гидрологический режим Иртыша характеризовался кратковременным стоянием талых вод. Во второй половине икня, после прохождения пика половодья произошло резкое увеличение количества водорослей и возросло их разнообразие. В конце икня общая численность фитофланктона составила 304 тыс.кл./л (биомасса 0,170 мг/л) при главенствующей роли диатомей - 224 тыс.кл./л (биомасса 0,160 мг/л). Доминировали те же виды, что и в июне 1980 г., численность зеленых была 80 тыс.кл./л. Сине-зеленые, эвгленовые и динофитовые водоросли встречались единичными экземплярами. Первая декада икля характеризовалась дальнейшим увеличением численности водорослей - 682 тыс.кл./л (биомасса 0,316 мг/л), что несколько больше, чем в данный период прошлого года. Преобладали диатомовые - числен-

ность 425 тыс.кл./л (биомасса 0,291 мг/л). Второе место по численности (167 тыс.кл./л) заняли сине-зеленые водоросли. Зеленых было несколько меньше - 89 тыс.кл./л (биомасса 0,022 мг/л).

О с е н н и й п е р и о д. В сентябре - октябре 1979 г. при снижении температуры и уровня воды происходило уменьшение вегетации зеленых и сине-зеленых водорослей и заметное увеличение диатомовых, благодаря чему возросла общая численность и биомасса фитопланктона от 1339 тыс.кл./л (биомасса 0,714 мг/л) в начале сентября до 2016 тыс.кл./л (биомасса 1,651 мг/л) в конце октября. Это происходило за счет увеличения развития *Diatoma elongatum*, максимум которой отмечался в конце октября - 1209 тыс.кл./л, *Asterionella formosa* - 343 тыс.кл./л и *Fragilaria crotonensis* - 257 тыс.кл./л. Роль зеленых уменьшилась (в конце октября 97 тыс.кл./л, биомасса - 0,023 мг/л).

Общее количество фитопланктона в сентябре 1980 г. держалось на уровне 523-580 тыс.кл./л. Изменения численности происходили главным образом за счет уменьшения вегетации сине-зеленых и зеленых водорослей. Диатомовые преобладали, как и во все периоды года, их численность 325 тыс.кл./л. В первой декаде сентября доминировала *Melosira italica*, в конце месяца ее сменила *Fragilaria crotonensis* с численностью 168 тыс.кл./л. Количество зеленых водорослей также было значительным и изменялось от 313 тыс.кл./л (биомасса 0,083 мг/л) в начале до 179 тыс.кл./л (биомасса 0,045 мг/л) в конце сентября при доминанте в первых числах сентября *Pediastrum duplex* - 70 тыс.кл./л.

В начале октября наблюдали второй максимум годового развития фитопланктона. Общая численность его составляла 928 тыс.кл./л, биомасса 0,383 мг/л. Главная роль в образовании октябрьского максимума принадлежала диатомеям, причем тем же видам, что и в 1979 г. Зеленых стало меньше, чем в сентябре. Эвгленовые и золотистые водоросли в начале октября встречались единичными экземплярами.

З и м н и й п е р и о д. Развитие фитопланктона в ноябре 1979 г. продолжалось, численность его составляла 2058 тыс.кл./л, т.е. стала даже выше, чем в октябре. Ноябрьский пик вегетации вызван развитием *Asterionella formosa* - 967 тыс.кл./л, численность которой увеличилась в 3 раза, *Diatoma elongatum* - 307 тыс.кл./л, и *Fragilaria crotonensis* - 231 тыс.кл./л. К концу

Среднемесячные значения численности (тыс.кл./л) и биомассы (мг/л)  
 Нижнего Иртыша у Тобольска в 1979-1981 гг.

Год	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1979	-	-	-	-	-	-	405	635	1538	1130	800	122
							0,140	0,188	0,611	0,782	0,319	0,045
1980	48	31	18	28	73	185	502	816	589	558	213	95
	0,013	0,013	0,004	0,012	0,029	0,115	0,236	0,404	0,207	0,205	0,072	0,029
1981	51	21	11	17	43	299	610	-	-	-	-	-
	0,015	0,006	0,004	0,004	0,019	0,091	0,279	-	-	-	-	-

ноября произошло резкое обеднение фитопланктона, и общая численность его была 194 тыс.кл./л, биомасса 0,097 мг/л. В декабре фитопланктон беден, его численность изменялась в пределах от 161 тыс.кл./л до 67 тыс.кл./л значение среднемесячной биомассы малы (см. таблицу). Встречались в основном те же виды диатомовых, которые доминировали в начале ноября, зеленые попадались единично.

В ноябре - декабре 1980 г. фитопланктон в отличие от 1979 г. был более бедным. Общая его численность в начале ноября составила 249 тыс.кл./л, а к концу декабря она снизилась до 60 тыс.кл./л, значения биомассы были невелики (см. таблицу). В фитопланктоне в этот период встречались те же виды диатомовых, что и в 1979 г.

С января по конец апреля 1980 г. количество фитопланктона уменьшилось от 80 до 49 тыс.кл./л. Значения биомасс были низкими (см. таблицу). В это время встречались в основном диатомовые: *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Diatoma elongatum*, *Melosira italica*.

В январе-феврале отмечены единичные хлорококковые. Главными причинами незначительного развития фитопланктона были, по-видимому, низкая температура воды и слабое проникновение света через снежный и ледовый покров.

По видовому составу зимний планктон 1981 г. напоминал таковой предыдущего года, но численность его была ниже и изменялась от 58 тыс.кл./л в начале января до 24 тыс.кл./л в апреле, биомасса была крайне низкая (см. таблицу).

Весенний период. В мае 1980 г. произошло повышение количества водорослей в основном за счет диатомовых. Общая численность фитопланктона увеличилась от 59 тыс.кл./л (биомасса 0,018 мг/л) в начале месяца до 110 тыс.кл./л (биомасса 0,026 мг/л) в конце. Преобладали диатомовые *Asterionella formosa* - 30 тыс.кл./л и *Melosira italica* - 21 тыс.кл./л в конце мая. Появившиеся в первых числах мая зеленые к концу месяца имели численность 34 тыс.кл./л. Несмотря на повышение температуры воды до 14° фитопланктон, как видно из этих данных, не богат, что объясняется весенним половодьем, при котором увеличивается уровень и скорость течения, уменьшается прозрачность и освещенность воды за счет большого количества минеральной взвеси. Угнетение развития водорослей половодьем ранее отмечали для среднего течения Иртыша А.П. Скабичевский (1957), для Дуная - В.М. Шаларь (1971).

Развитие фитопланктона в мае 1981 г. было аналогично таковому в 1980 г., преобладали диатомовые, но численность их была несколько ниже.

Таким образом, в результате круглогодичных (1979-1981 гг.) исследований фитопланктона Нижнего Иртыша у Тобольска обнаружено 178 видов, разновидностей и форм водорослей: Cyanophyta - 7, Dinophyta - 2, Chrysophyta - 3, Bacillariophyta - 64, Xanthophyta - I, Euglenophyta - II, Chlorophyta - 90.

Подсчет частоты встречаемости (pF) и доминирования (DF) позволил выделить наиболее часто встречающиеся и важные в биомассе водоросли: *Asterionella formosa*, *Melosira italica*, *Diatoma elongatum*, *Melosira granulata*, *M. varians*, *Fragilaria crotonensis*, *Pediastrum duplex*, *P. boryanum*, *Scenedesmus acuminatus* и *S. quadricauda*.

В разные годы исследования отмечены некоторые различия в динамике отдельных групп водорослей. Диатомовые водоросли в количественном отношении доминировали во все сезоны исследованных лет. Количество диатомовых увеличивалось к июню, затем происходил некоторый спад в их развитии, и второй, более значительный подъем численности был в конце августа – октябре. Зеленые водоросли в незначительном количестве присутствовали в январе – феврале, а в марте во все годы исследования их не обнаруживали; в середине мая их численность начинала увеличиваться и наибольшее разнообразие видов и численность отмечались в августе – начале сентября. В ноябре – декабре зеленые (исключительно хлорококковые) встречались единично. Сине-зеленые появились во второй декаде июня, значительной численности достигали, как правило, в конце июля – начале августа, а в октябре их уже не было. Золотистые водоросли появились в начале мая и встречались до конца октября, интенсивно вегетировали в июне, эвгленовые – с конца мая по начало октября, динофитовые с конца мая по август включительно, а желто-зеленые – только летом.

Установлена определенная смена доминантов в разные сезоны года. В зимний период фитопланктон был беден как в видовом, так и в количественном отношении. Присутствовали в основном диатомовые.

Во все годы исследования годовой минимум развития водорослей был отмечен в марте. В весенний период – начало развития фитопланктона, преобладали те же виды диатомовых, что и зимой. Половодье нарушило вегетацию фитопланктона и его численность не увеличивалась. Летний период характеризовался расцветом всех найденных групп водорослей. Преобладали диатомовые при доминировании *Melosira italica*, *M. granulata*, *Diatoma elongatum*. Значительного развития сине-зеленые достигли в конце июля – начале августа. В конце августа очень разнообразно были представлены хлорококковые водоросли, из которых выделялись роды *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Crucigenia*, *Ankistrodesmus*. В осенний период преобладали диатомовые, из которых доминировали *Melosira italica*, *M. granulata*. В сентябре в число доминирующих видов вошел *Pediastrum duplex*. В октябре произошло резкое сокращение численности как зеленых, так и водорослей других отделов. К концу ноября фитопланктон приобрел черты зимнего.

Ведущими видами, за счет которых происходило значительное увеличение биомассы, являлись диатомовые, главным образом виды рода *Melosira*.

Исследования показали, что в течение всего периода открытой воды происходит значительная вегетация фитопланктона, заканчивающаяся к концу сентября – октября (1980 г.), а в 1979 г. продолжающаяся до ноября включительно. Постоянство состава доминантов в разные годы говорит о стабильности экосистемы нижнего течения Иртыша.

#### Литература

КОЖОВА О.М. Формирование фитопланктона Братского водохранилища. – В кн.: Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища. М.: Наука, 1970, с. 26–160.

КУЗЬМИН Г.В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие. – В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975, с. 73–87.

САВКИН В.М., ОРЛОВА Г.А. Водные ресурсы Обь-Иртышского бассейна и их использование при решении водохозяйственных задач Западной Сибири. – В кн.: Географические проблемы освоения природных ресурсов Сибири. Новосибирск: Наука, 1983, с. 87–98.

СКАБИЧЕВСКИЙ А.П. Фитопланктон. – В кн.: Санитарная характеристика реки Иртыша в районе г. Омска по данным физико-химических, бактериологических и биологических исследований. Омск, 1957, с. 64–105.

ШАЛАРЬ В.М. Фитопланктон водохранилищ Молдавии. Кишинев: Штиница, 1971. 203 с.

ЗАВИСИМОСТЬ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ВЕТЛЫ  
ОТ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИХ РАЗЛИВОВ НИЖНЕГО ИРТЫША

Лесорастительные условия в поймах рек формируются под влиянием двух важнейших экологических факторов — продолжительности затопления и интенсивности отложения аллювиальных наносов. Однако считают (Петров, 1979), что в пойме Иртыша экологическое значение поемности более высокое, чем аллювиальности. В связи с этим любое существенное колебание водного режима реки должно отразиться на состоянии пойменных растительных сообществ. В одних случаях вызванные им изменения будут носить временный характер, в других — необратимый. Визуально они проявляются в нарушении структуры и состава лесных фитоценозов. Но эти изменения не дают возможности восстановить во времени характер воздействия на древесные растения речных разливов. Таким источником информации выступают годовые кольца деревьев, сформированные под влиянием совокупности биологических и экологических факторов (Молчанов, 1976). Используя методы дендрохронологии при исследовании изменчивости древесных колец, можно, как полагают М. И. Куликов и В. В. Салтыков (1981, с. 161) "заглянуть в прошлое пойм и наметить пути прогнозирования природных процессов".

В настоящей статье рассматриваются вопросы динамики радиального прироста ветлы (ивы белой) в условиях нижеиртышской поймы. Ранее (Бокк, 1985) были выявлены закономерности изменения прироста этой широко распространенной древесной породы в пойме Оби.

## Методика и объекты исследований

Для исследования влияния половодий на радиальный прирост ветлы в пойме Иртыша ниже с. Демьянского с помощью нивелира проложили топоэкологический профиль (рис. 1). В пределах этого профиля брали возрастным буровом образцы древесины у 29 деревьев из нижней части стволов на высоте 0,5 м от поверхности почвы. Ширину годовых слоев измеряли под микроскопом МБС-1 с точностью 0,05 мм. Выпадающие годовые кольца выявляли методом перекрестного датирования (Шиятов, 1973). После усреднения данных ширины годовых колец по календарным годам у группы образцов в пределах высотного уровня вычисляли индексы прироста, используя

для этой цели средние нормы прироста, полученные с помощью 5-летнего скользящего сглаживания. Глубину затопления древостоев в половодье 1985 г. определяли по высотным отметкам в виде белесых колец, оставляемых мутной водой на стволах деревьев. Для характеристики половодий на Нижнем Иртыше использовали данные об ежегодных уровнях воды, опубликованные в "Гидрологических ежегодниках" и других изданиях.

Объектом исследований явилась ветла из насаждений, произрастающих по профилю на трех высотных уровнях прирусловой поймы Нижнего Иртыша. Ниже приводится их характеристика.

Ветляник кустарниково-разнотравный располагается на гриве, затапливаемой в годы высоких половодий. Состав древостоя 7ВтЗБ. Высота 22-24 м, диаметр 30 см, возраст 80 лет, полнота 0,6. В подросте береза 300-500 шт. на 1 га в возрасте 5-15 лет, высотой до 12 м. В подлеске смородина черная, свидина белая, ольха серая, калина, шиповник сомкнутость 0,7-0,8. Травяной ярус разреженный с проективным покрытием 10%. В нем отмечены следующие виды растений: грушанка, злаки, хвощ луговой, звездчатка злаковая, лютик ползучий и некоторые другие. В этих условиях ветла сменяется березой.

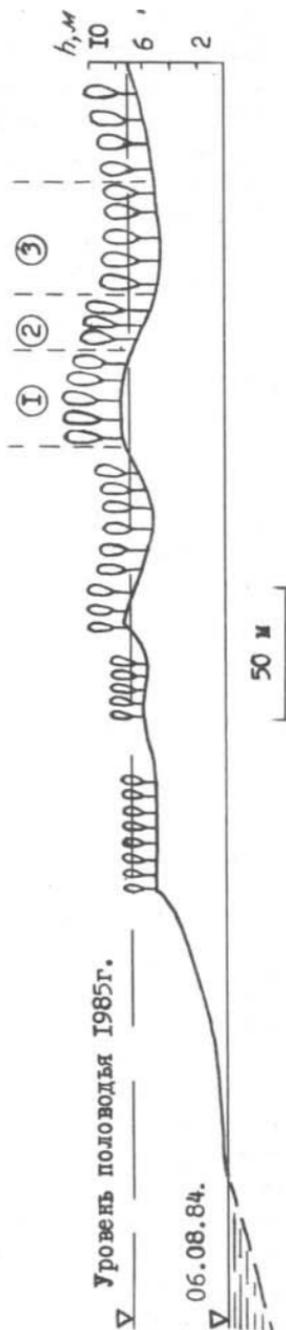


Рис. 1. Поперечный профиль залесенной прирусловой поймы Нижнего Иртыша в районе с. Демьянского. Ветляник: 1 - кустарниково-разнотравный, 2 - осоково-вейниковый, 3 - низинный

Ветляник осоково-вейниковый узкой полосой протягивается вдоль гривы, занимая ее пологий склон. Состав древостоя IOBт. Его высота 21–23 м, диаметр 40–48 см, полнота 0,5–0,6, возраст 80 лет. Подроста нет. Подлесок состоит из единичных кустов черной смородины. Травяной ярус с проективным покрытием 60–80 %. В нем преобладают вейник ланцетный, осоки, наумбургия кистецветная, чистец болотный, подмаренник болотный и василистник малый. Глубина затопления древостоя в половодье 1985 г. составила I,0–I,4 м.

Ветляник низинный занимает дно межгривного понижения. Состав древостоя IO Bт, высота 20–22 м, диаметр 30–32 см, возраст 80 лет, полнота 0,5. Подрост и подлесок отсутствует. В живом напочвенном покрове отмечены следующие виды растений: осоки, чистец болотный, горец земноводный, сабельник болотный, дербенник иволистный, кипрей болотный, наумбургия кистецветная, подмаренник болотный и др. Проективное покрытие в засушливый год 60–70 %, в период остаточного затопления 5 % (по микроповышениям у стволов деревьев ивы и валежнику). В половодье 1985 г. глубина затопления ветлового древостоя достигала 2,0–2,5 м, а после его прохождения вода задержалась в низине, что было зафиксировано в день посещения профиля I4/УШ.

### Результаты исследований

Исследования показали, что растущая в условиях гривы ветла имеет сравнительно небольшую амплитуду колебания радиального прироста по годам. Ее чувствительность к факторам среды в данном местообитании характеризуется коэффициентом, равным 0,30.

За 40-летний период роста ивы (1941–1981 гг.) число лет с депрессией прироста составило 20. Здесь величина радиального прироста находится в большой зависимости от недостатка влаги в почве. Например, прирост ветлы по радиусу ниже нормы отмечен в 1941, 1947, 1951, 1954, 1960, 1963, 1968 и 1979 гг. (рис. 2), и только в трех случаях депрессия прироста связана с особенно многоводными годами (1941, 1947 и 1979). Последнее обстоятельство позволяет сделать вывод об отрицательном влиянии на древостой ветляника кустарниково-разнотравного затопления и особенно последующего за ним продолжительного подтопления. Менее приспособленные к длительному затоплению береза и подлесочные породы, безусловно, испытывают в этих условиях большее угнетение, чем ветла.

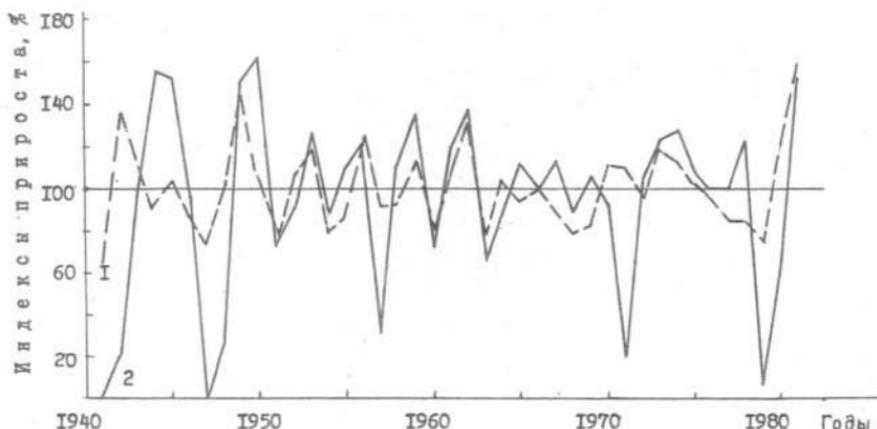


Рис. 2. Изменчивость индексов радиального прироста ветлы в нижнеиртышской пойме:

I — ветла из кустарниково-разнотравного ветляника; 2 — ветла из низинного ветляника.

Периодами минимального прироста ветлы были 1963–1969 и 1976–1979 гг. Самый незначительный прирост по радиусу (в абсолютном выражении) наблюдался в 1982 г., когда полая вода не выходила за пределы речного русла и не затопляла пойму, а лето характеризовалось жаркой и сухой погодой.

За все время существования ветлы на гриве максимальный радиальный прирост отмечен в 1949 г. Его абсолютная величина достигла 7 мм. После прохождения мощного половодья 1947 г. период сравнительно хорошего камбиального роста названной породы продолжался 15 лет. В благоприятном по сочетанию тепла и влаги 1981 г. ее прирост составил 158 % от средней нормы.

Несколько иначе реагирует на весенне-летние разливы ветла, произрастающая в условиях пологого склона гривы. Для этого местобитания не характерно длительное застойное затопление. В то же время оно не подвержено, как грива, и влиянию столь контрастного режима увлажнения. Здесь максимальные отклонения индексов радиального прироста ниже средней нормы связаны с высокими и продолжительными половодьями 1941, 1947, 1971 и 1979 гг. В данных условиях полное или частичное выпадение годичных колец у деревьев ветлы отмечается крайне редко.

Наибольшие значения абсолютной величины радиального прироста ветлы из осоково-вейникового ветляника приходятся на 1949, 1953 и 1955 гг., которые можно считать наиболее благоприятными для ее роста. Первый период хорошего прироста этой ивы наступил после многоводного 1947 г. и продолжался до 1956 г. Второй период был значительно короче первого и составил всего три года (1972-1974).

В 1981 г. радиальный прирост ветлы, выраженный в индексах, достиг 178 %. Этот год характеризовался на Нижнем Иртыше в районе с. Демьянского высоким подъемом полои воды в конце мая - начале июня и быстрым ее спадом. Так, к середине июля уровень половодья снизился почти на 4 м, а к началу августа упал еще на 2 м. Естественная влагозарядка почвы была вполне достаточной, чтобы в теплое, засушливое лето создались благоприятные условия для роста ветлы.

Наибольшую чувствительность к основному экологическому фактору - длительному затоплению, имеет ветла, произрастающая на нижнем пределе распространения леса в пойме. В условиях замкнутого межгрядного понижения воздействие половодья на ростовые процессы этой ивы усугубляется последующим застойным затоплением. Общая продолжительность затопления (проточного и застойного) может превышать в отдельные годы продолжительность вегетационного периода. На низкой залесенной пойме влияние засух на древесные растения сведено к минимуму.

В низинном ветлянике депрессия прироста ветлы связана в первую очередь с длительными весенне-летними разливами Нижнего Иртыша в 1941, 1947, 1957; 1971 и 1979 гг. (см. рис. 2). Именно в эти годы полне воды удерживались на участках низкой поймы весь август и даже сентябрь, что привело к формированию у ветлы минимального радиального прироста (0,1-1,2 мм). В катастрофические половодья 1941 и 1947 гг. у большинства деревьев камбиальный рост вообще прекращался. Слабый радиальный прирост ветлы наблюдался и в следующем за катастрофическим наводнением году. Видимо, после экстремальных условий затопления ветлового леса нарушается нормальное функционирование камбия, связанное со сменой типа дыхания ивы. Отметим, что ежегодное отсутствие камбиального роста ведет к отмиранию древостоя.

Увеличение или уменьшение глубины и продолжительности затопления древостоев ветлы отражается на характере ее прироста.

Так, в 1971 г. радиальный прирост этой древесной породы, выраженный в индексах, составил: на гриве IIО, на пологом склоне гривы 59, в межгривном понижении 20 % от средней нормы, а в более пологонводном 1979 г. соответственно 75, 25 и 7 %. Такое закономерное снижение прироста свидетельствует о большой чувствительности ветлы, произрастающей в пойме Нижнего Иртыша, к фактору затопления (на низкой пойме  $K_{\text{ч}}=0,51$ ), что позволяет использовать эту иву в качестве индикатора поемного режима.

Таким образом, на сравнительно высоких элементах пойменного рельефа ветла чаще всего страдает от недостатка влаги. Поэтому уменьшение влияния весенне-летних разливов путем регулирования стока Нижнего Иртыша приведет в этих условиях к усилению влияния зональных факторов на растительность и ускорит процесс прохождения сукцессионных смен. При сохранении влияния поемности на постоянном уровне многолетних лет изменится структура ветляника кустарниково-разнотравного за счет элиминации березы и подлесочного яруса.

В межгривном понижении снижение пиков половодья благоприятно отразится на росте ветлы, под ее пологом сформируется кустарниково-ый ярус. Однако усиление воздействия ведущего фактора на древо-стой низинного ветляника приведет к постепенному их отмиранию.

#### Литература

ПЕТРОВ И.Б. Обь-Иртышская пойма. Новосибирск: Наука, 1979. 136 с.

МОЛЧАНОВ А.А. Дендроклиматические основы прогноза погоды. М.: Наука, 1976. 168 с.

КУЛИКОВ М.И., САЛТЫКОВ В.В. Циклические колебания текущего прироста осины и тополя в пойме Оби в связи с весенне-летними разливами. — В кн.: Сукцессии животного населения в биоценозах поймы реки Оби. Новосибирск: Наука, 1981, с. 160-164.

БОКК Э.Н. Влияние половодий на динамику радиального прироста ветлы в обской пойме. — Лесоведение, 1985, № 6, с. 30-36.

ШИЯТОВ С.Т. Дендрохронология, ее принципы и методы. — Записки Свердловского отд. ВБО. Вып. 6. Свердловск, 1973, с. 53-81.

Г. Д. Левадная, Ю. В. Науменко

ФИТОПЛАНКТОН И ФИТОБЕНТОС ОБИ НИЖЕ УСТЬЯ ИРТЫША  
В МНОГОВОДНОМ 1979 г.

Изучение Оби ниже устья Иртыша в настоящее время приобрело актуальное значение при постановке вопроса о перераспределении и рациональном использовании водных ресурсов Сибири. В настоящей работе мы приводим результаты исследования водорослей растительности Оби по материалам 1979 г. Сбор образцов проводили на двух гидробиологических разрезах — у с. Белогорья (10 км ниже устья Иртыша) и у с. Октябрьского (250 км ниже по течению).

Литературные данные по интересующему нас участку Оби ограничиваются одной работой (Солоневская, 1966), в которой описан сток фитопланктона за 1964 г. у с. Белогорья по доминирующему комплексу водорослей.

Река Обь на изучаемом секторе типично равнинная. Правый берег высокий, глинисто-песчаный, левый — низкий, пойменный. Грунты песчаные с примесью мелкой гальки в медиали. Глубины до 26,5 м; 1979 г. был необычайно многоводным. Прозрачность воды составляла всего 40–60 см, температура в конце июня была около 15°C, к середине июля поверхностные слои воды прогрелись до 21,2°C, в августе началось охлаждение (см. таблицу). В сентябре температура понизилась до 11,7°C. Активная реакция воды нейтральная, содержание растворенной углекислоты было максимальным в пик паводка — 7,04 мг/л, в августе — снизилось до 3,96 мг/л.

Основные физико-химические показатели воды  
Оби у с. Белогорья в 1979 г.

Даты измерения	Температура, °C	pH	CO <sub>2</sub> , мг/л	Содержание кислорода, мг/л	БПК <sub>5</sub> , мг/л
28.VI	15,3	7,03	5,28	11,12	7,47
11.VII	21,2	7,03	7,04	6,84	2,55
9.VIII	19,1	7,00	3,96	8,48	1,37

Содержание растворенного кислорода было наибольшим в начале периода подъема воды - в июле. При максимальном уровне воды концентрация кислорода понизилась вдвое с последующим повышением в августе (см. таблицу). Биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) самым высоким было в начале паводка, что, по-видимому, обусловлено смывом органических веществ с окружающей территории. В июле - августе эта величина была незначительной.

#### Разрез у с.Белогорья

Численность фитопланктона в июле составляла 700 тыс.кл./л. Доминировали диатомовые водоросли (569 тыс.кл./л), из которых преобладала *Melosira italica* (239 тыс.кл./л). В несколько меньшем количестве были *Melosira italica* var. *tenuissima*, *M. granulata*, *Asterionella formosa*. Из зеленых водорослей (120 тыс.кл./л) в заметном количестве отмечены *Scenedesmus quadricauda*, *Crucigenia quadrata*, менее обильными были *Tetrastrum glabrum*, *T. staurogeniaeforme*, *Pediastrum boguanum*, *P. duplex*, *Scenedesmus bijugatus*, *Pandorina morum*. Количество золотистых и эвгленовых водорослей не превышало 12 тыс.кл./л.

В сентябре концентрация водорослей в планктоне повысилась до 1174 тыс.кл./л. Диатомовые по-прежнему занимали господствующее положение, численность их составляла 742 тыс.кл./л. Доминировала *Melosira italica* (174 тыс.кл./л), которая вместе с *Fragilaria crotonensis*, *Melosira italica* var. *tenuissima*, *Asterionella formosa* вошла в состав ведущего комплекса. Увеличилось количество *Fragilaria crotonensis* (143 тыс.кл./л), в то время как в июле она встречалась единичными экземплярами. Значительного развития достигли зеленые водоросли (348 тыс.кл./л), из которых наиболее многочисленными были *Coelastrum microporum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Tetrastrum glabrum*, *Dictyosphaerium pulchellum* var. *ovatum*, *Pediastrum duplex* несмотря на то, что температура воды понизилась почти на 10°. Доля сине-зеленых в фитопланктоне незначительна (80 тыс.кл./л), причем чаще других встречался *Aphanizomenon flos-aquae*. Эвгленовые и золотистые водоросли попадались отдельными экземплярами. По поперечному сечению реки наиболее высокая концентрация фитопланктона (676,8 - 1603,1 тыс.кл./л) отмечена у правого, более мелководного берега. Аналогично было и распределение ведущей группы диатомовых водорослей.

Донные группировки водорослей не были развиты. В икле по поперечному профилю реки на глубинах от 0,01 до 24 м песчаные и глинистые грунты содержали только осевшие планктонные формы диатомовых, прежде всего — *Melosira italica*, *M. granulata*, единично — *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*. Наиболее высокой численность была у сравнительно пологого правого берега и составляла 4217,5 — 7752,5 млн кл./м<sup>2</sup> на глубинах 1,5—3,5 м. В медиали реки (глубина 22—24 м) содержание водорослей в грунтах колебалось в пределах 116,9 — 884,7 млн кл./м<sup>2</sup>. Бедны водорослями вновь залитые прибрежья. В сентябре сохранялась та же картина при максимальной численности 5320 млн кл./м<sup>2</sup> на глубине 2 м в глинисто-песчаном грунте у правого берега.

Обрастания на прибрежных субстратах (бревнах, корягах) у левого берега реки были представлены зелеными нитчатыми водорослями — *Ulothrix zonata*, *U. pearsonii*, пленками синне-зеленой водоросли *Oscillatoria amoena*. Местами пряди *U. zonata* были переплетены нитями *O. amoena*, в результате чего образовались дерновинки. В небольшом количестве развивались *Stigeoclonium tenue*, *Chlorhormidium flaccidum*, *Lyngbya kuetzingii*. Среди нитчаток было мало бентических диатомовых водорослей.

На бревнах у правого берега обнаружены пленки *Phormidium boryanum* и единичные нити *Ulothrix zonata*. Ярко-зеленый налет образовывал *Stigeoclonium flagelliferum* с примесью *Mougeotia*. В илистом налете было необычно мало бентических диатомовых.

В сентябре были развиты пленки *Phormidium ambiguum*, единичными нитями — *Ulothrix zonata*, *Lyngbya kuetzingii*. В пленках было много ила и нитей осевших планктонных диатомовых — *Melosira italica*, *M. granulata*. Отмечены зеленые нитчатые водоросли — *Chlorhormidium flaccidum*, *Stigeoclonium flagelliferum*, из десмидиевых обнаружена *Roya pseudoclosterium*.

#### Разрез у с. Октябрьского

Этот участок расположен в 250 км ниже по течению от с. Белогорья. Несмотря на значительное расстояние между створами концентрация фитопланктона в икле составляла 720