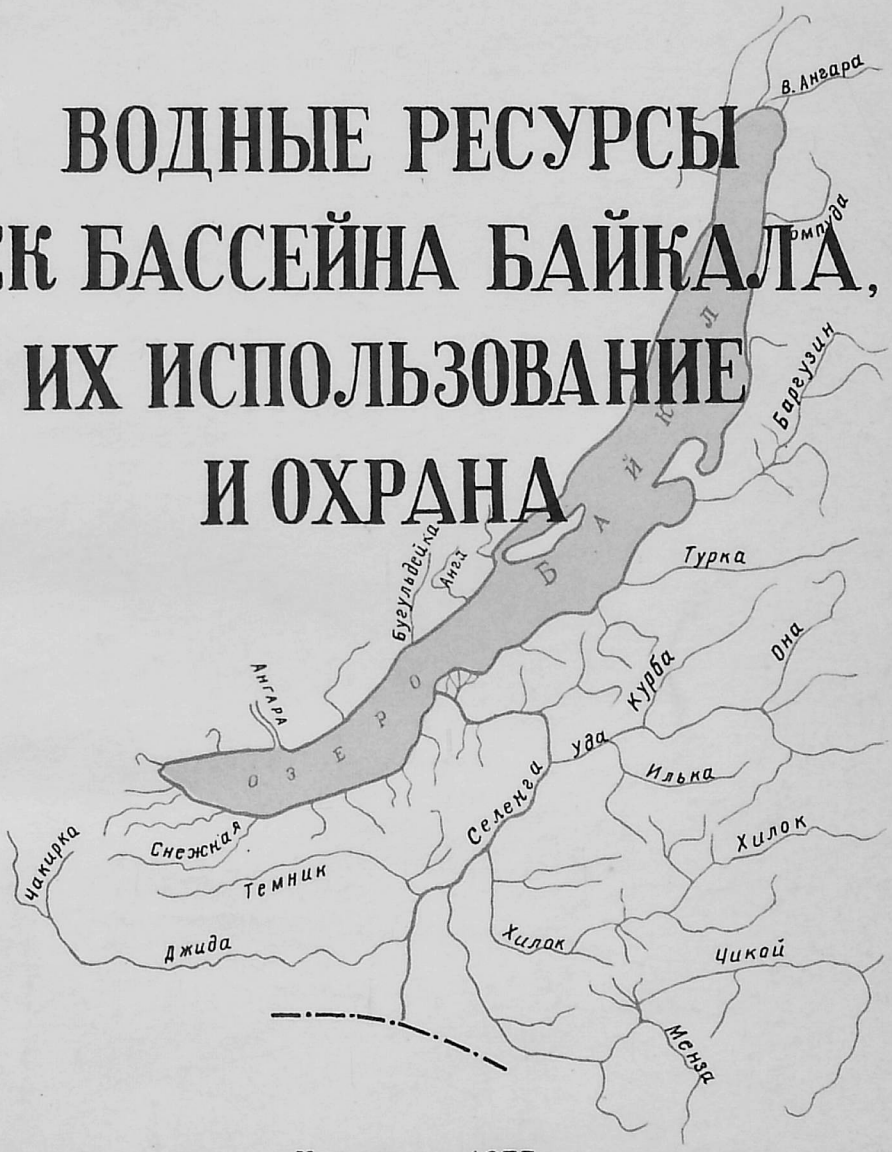
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО и СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

Иркутский государственный университет им. А.А.Жданова

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕК БАССЕЙНА БАЙКАЛА, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА



Иркутск, 1973 г.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР
Иркутский государственный университет имени А.А.Жданова

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕК БАССЕЙНА БАЙКАЛА, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА

Иркутск
1973

Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Иркутского государственного университета им.А.А.Жданова

Учебное пособие составлено и подготовлено к печати доцентом А.Е.ЧЕРКАСОВЫМ. В книге обстоятельно и всесторонне излагаются гидрографические характеристики и гидрологический режим рек, питающих озеро Байкал. Содержание работы, основанное на использовании и обобщении большого объема информации, накопленной многолетними наблюдениями, позволило выявить водохозяйственное значение и определить ресурсы поверхностных водотоков.

В основную тему, путем научного поиска, автором включены вопросы теории, разработанные методом глубокого проникновения в сущность изучаемых явлений; установлены закономерности во взаимоотношениях между компонентами природного комплекса и водными объектами. Автором обоснованы и предложены оригинальные методы камеральных обработок и получения гидрологических показателей в области картирования величин стока, определения доли подземного питания, гидрологического районирования и др.

Книга, имея большое познавательное значение, предназначается в качестве учебного пособия для студентов гидрологов и географов. Она также рассчитана на широкий круг краеведов и специалистов.

Ответственный редактор - профессор Б.В. ЗОНОВ

Д4
95405
Гос. публичная
научно-техническая
библиотека СССР
ЭКЗЕМПЛЯР
ЧИТАЛЬНОГО ЗАЛА
74-15173

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение 5

Глава I. Общие сведения о природных условиях 7

Географическое положение, рельеф и основные черты геологического строения . 7

Климат I6

Почвы и растительность 35

Глава II. Гидрографическая характеристика основных притоков Байкала 38

Количество рек, впадающих в Байкал. Определение нижней границы рек 38

Характеристика основных притоков Байкала 46

Глава III. Средний многолетний сток и его изменчивость 55

Гидрологическая изученность 55

Общие принципы определения среднего многолетнего стока 6I

Средний многолетний сток 64

Зависимость среднего модуля стока от высоты 67

Распределение среднего многолетнего стока 7I

Картирование водоносности рек 73

Многолетние колебания годового стока . 75

Изменчивость годового стока 80

Глава IУ. Внутригодовое распределение стока рек ... 87

Источники питания и типы внутригодового распределения стока 88

Подземный сток 98

Расчет внутригодового стока рек III

Кривые продолжительности суточных расходов 112

Глава У. Водный баланс и уровенный режим Байкала .. 120

Глава УI. Максимальный сток и проектирование формы гидрографов дождевых паводков и весенних половодий 126

Районирование территории по условиям формирования максимальных расходов воды, характеру половодья и дождевых паводков 127

Условия формирования и методика расчета максимальных расходов весеннего половодья 137

Максимальный сток дождевых паводков .. 145

Расчет гидрографов весеннего половодья 148

Глава УП. Сток наносов 150

Условия формирования наносов 150

Мутность воды рек и распределение стока наносов в году 154

Глава УШ. Минимальный сток 158

Глава IX. Использование и охрана водных ресурсов ... 163

Гидроэнергетика 163

Водный транспорт и лесосплав 164

Мелиорация территории и водоснабжение 165

Охрана водных ресурсов 166

Литература 170

Приложения 181

ВВЕДЕНИЕ

Во всем мире растет интерес к проблеме водных ресурсов. В связи с неуклонным ростом численности населения, развитием промышленности и сельского хозяйства вопрос обеспечения пресной водой стал одним из острейших и от его решения в значительной степени зависит будущее человечества. XXIУ съезд КПСС в своих решениях вновь подчеркнул важность и актуальность задачи использования и охраны водных ресурсов в нашей стране.

Общие запасы поверхностных пресных вод на территории нашей страны составляют около 45 000 км^3, из них более половины (23 000 км^3) сосредоточены в оз.Байкал. Возобновление уникальных водных ресурсов Байкала в основном зависит от притока речных вод, режим и качество которых определяются природными условиями его бассейна. Знание закономерностей формирования водных ресурсов необходимо при их комплексном использовании и охране. Изучение гидрологического режима рек исследуемой территории имеет не только региональное, но и общегеографическое значение.

Настоящая работа посвящена характеристике водных ресурсов рек бассейна Байкала. Была поставлена задача - вскрыть генетические связи стока с главными гидрометеорологическими и физико-географическими условиями и использовать эти связи при рассмотрении методов расчета речного стока. Для раскрытия темы в должном объеме приводится анализ природных факторов формирования речного стока, история гидрологических исследований, дается гидрографическая характеристика главных притоков оз. Байкал и его водный баланс. В ходе выявления закономерностей и запасов поверхностных вод последовательно излага-

ются частные характеристики водных ресурсов, а именно: средний многолетний сток и его изменчивость, внутригодовое распределение стока, максимальные расходы воды с вопросами проектирования расчетных гидрографов весеннего половодья и дождевых паводков, минимальные расходы воды и сток наносов.

В заключение работы рассмотрены хозяйственное использование и принципы охраны водных ресурсов, позволяющих предотвратить их истощение.

Расчеты стока и анализ процессов его формирования в их качественном и количественном выражении даются с учетом современных гидрологических знаний. В работе приводится ряд теоретических разработок автора по теме оценки водных ресурсов рек, гидрологического районирования, определения нижней границы рек, гидрологического картирования, подземного питания рек и др.

Автор считает, что для реализации и улучшения комплексного использования водных ресурсов и их охраны необходимо иметь соответствующий контингент специалистов. Подготовку специалистов по комплексному использованию и охране водных ресурсов целесообразно организовать в университете на кафедре гидрологии суши. Выпускники этого профиля должны иметь фундаментальную общую физико-математическую и специальную теоретическую подготовку. Кроме основных гидрологических дисциплин в план обучения этой специализации нужно включить экономику водного хозяйства, основные приемы преобразования, рационального и целенаправленного использования водных объектов, основы гидробиологии, гидрохимию и почвоведение.

Исходными материалами для работы послужили данные наблюдений Гидрометслужбы СССР над элементами гидрометеорологического режима, фондовые материалы Иркутского и Читинского УГМС, литературные источники и результаты исследований автора.

Автор выражает большую благодарность профессору Б.В.Зонову, просмотревшему рукопись и сделавшему много ценных замечаний и доктору географических наук А.Н.Афанасьеву за полезные советы и ценные замечания. В подборе материала для книги и при его обработке оказала помощь инженер-гидролог В.С.Хрюкина, за что автор приносит ей благодарность.

ГЛАВА I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Географическое положение, рельеф и основные черты геологического строения

Бассейн Байкала расположен в центральной части азиатского материка между 46°30' - 56°40' с.ш. и 96°55' - 114°15' в.д., вытянут с юго-запада на северо-восток более чем на I 500 км, характеризуется крайней асимметрией - его юго-восточная часть многократно преобладает над северо-западной.

Границы бассейна простираются на западе по водоразделу рек системы Енисея и Лены, на севере - по водоразделу реки Лены, на востоке - по водоразделу рек системы Лены и Амура. На юге водораздельная линия проходит по территории Монгольской Народной Республики.

В административном отношении бассейн Байкала охватывает в СССР территорию почти всей Бурятской АССР, частично Иркутской и Читинской областей. В пределах Монгольской Народной республики находится 55,4% всей площади бассейна (верхний и средний участки р. Селенги).

Общая площадь бассейна Байкала без площади озера 539 500 км^2, из них на территорию СССР приходится 240 500 км^2 [49].

Географическое положение бассейна в границах нашей страны показано на рисунке I.

Рассматриваемая территория по характеру рельефа и геологическому строению весьма неоднородна. Бассейн Байкала на-

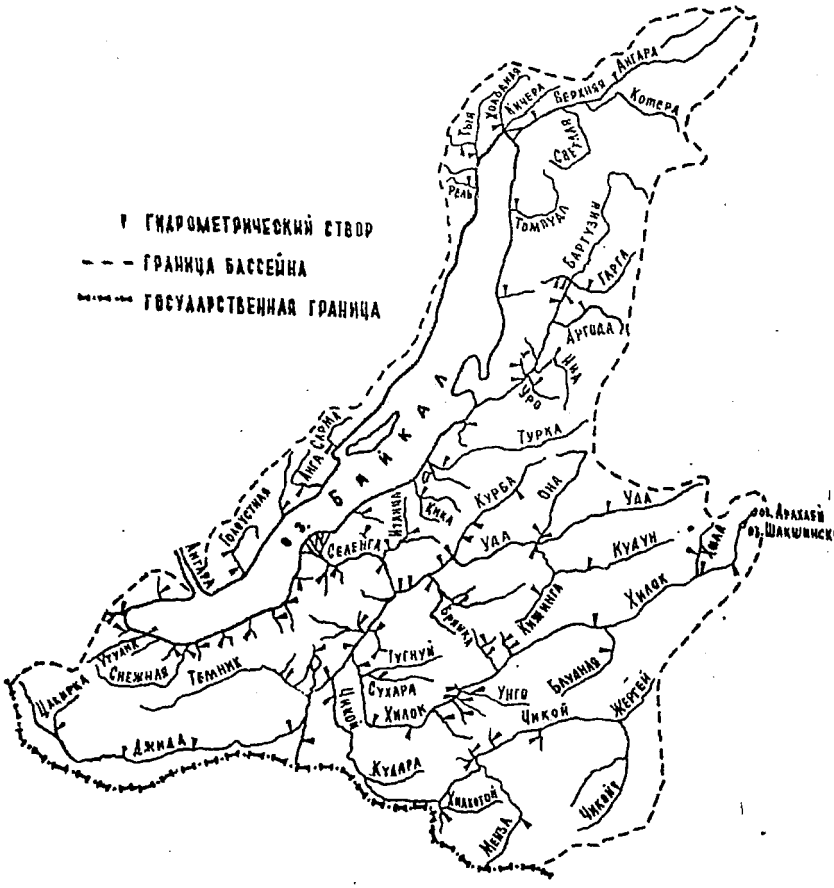


Рис. I. Карта рек бассейна озера Байкал

ходится в полосе гор южной Сибири и входит в состав Прибайкальской, Байкало-Становой и Забайкальской ландшафтных областей [54]. Здесь преобладает среднегорный рельеф с абсолютными высотами от 800 до 2 000 м. Меньше распространены высокогорный (альпинотипный) и низкогорный рельеф. Колебания относительных высот от 200 - 300 до 700 - 800 м, а крутизна склонов долин от 10 - 20 до 40 - 50^0 [135].

Высшая точка расположена в Баргузинском хребте и поднимается до 2 840 м над уровнем моря. Самая низкая точка - на дне Байкала - находится на 1 165 м ниже уровня моря или на 1 620 м ниже среднего уровня Байкала. Таким образом, общая амплитуда высот составляет 4 005 м.

Характерной особенностью рельефа является чередование горных хребтов и межгорных понижений, большинство которых простирается с юго-запада на северо-восток. Четко выделяются высокогорная северо-западная и с меньшими высотами юго-восточная части бассейна. На рисунке 2 приведена орографическая схема бассейна Байкала.

В Прибайкальскую область входят горные хребты, окаймляющие Байкал и соседние с ним межгорные впадины.

К числу значительных межгорных впадин относятся Байкальская, Верхне-Ангарская и Баргузинская, оказывающие существенное влияние на природные процессы территории, особенно на перераспределение тепла и влаги.

Вдоль западного берега Байкала тянется узкая (5 - 10 км) полоса хребтов. Южную часть этой полосы образует Приморский хребет, имеющий абсолютные отметки от 933 м (на западе) до 1 728 м (на востоке). Он простирается от р.Иркут до р. Сарма, переходя своим отрогом на о.Ольхон.

Продолжением Приморского хребта является Байкальский хребет. Севернее 55^0 с.ш. хребет постепенно отходит от берега Байкала к западу, далее он переходит в нагорье. Отметки высот Байкальского хребта 1 500 - 2 500 м на перевалах снижаются до 900 - 1 400 м, наибольшая высота 2 572 м. Хребты расчленены долинами небольших рек, восточные их склоны круто спускаются к Байкалу, западные склоны пологие.

Юго-восточное Прибайкалье находится в районе верхней части бассейна р. Джиды и представлено хребтами Джидинским, Хангарульским, Ключевским и Малым Хамар-Дабаном. Вершины

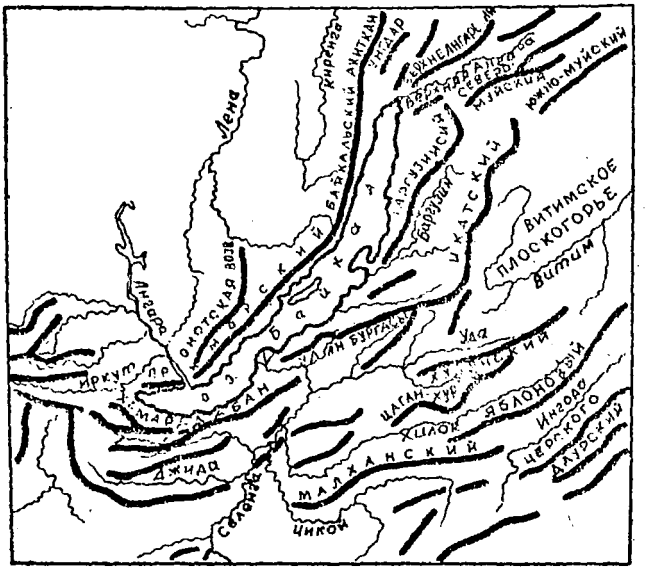


Рис. 2. Орографическая схема бассейна озера Байкал

этих хребтов достигают I 500 - 2 600 м, покрыты осыпями, склоны сильно расчленены.

Вдоль южного и восточного побережья Байкала расположены хребты Хамар-Дабан, Улан-Бургасы, Икатский и Баргузинский. Хребет Хамар-Дабан протягивается от южной части Байкала до низовьев р.Селенги. Он состоит из ряда горных цепей и узлов. Склоны его круто падают к Байкалу и более полого спускаются к долине Селенги. Горные сооружения Хамар-Дабана резко расчленены долинами рек. До р.Переемной хребет имеет характер приподнятого плато высотой I 500 м, на фоне которого местами возвышаются округленные вершины с абсолютными высотами более 2 300 м. Максимальная высота его здесь 2 370 м (гора Хан-Ула). От р.Переемной до долины Селенги он характеризуется понижением. На этом участке вершины гор не превышают I 000 - I 500 м.

Продолжением Хамар-Дабана к северо-востоку от дельты Селенги служит хребет Улан-Бургасы, который постепенно расширяется и превращается в ряд более или менее высоких платообразных возвышенностей. Его округлые вершины с отметками до 2 000 м имеют относительно пологие склоны, расчлененные узкими глубокими долинами. Гребень хребта у седловин изобилует каменистыми осыпями. Высшая точка гор 2 049 м.

Севернее р.Турки расположен Икатский хребет, имеющий длину 200 км, преобладающие высоты I 800 - 2 000 м и наибольшую 2 573 м. Между р. Баргузин и Байкалом расположен самый высокий в бассейне Баргузинский хребет, полого опускающийся к Байкалу и круто к долине Баргузина. Его вершины часто поднимаются до отметки 2 500 м, наиболее высокая точка (2 840 м) находится к югу от р.Томпуды; склоны гор значительно расчленены каньонообразными долинами. К Байкалу хребет снижается до I 850 м и переходит в Чивыркуйское плато.

В долине р.Баргузин между Баргузинским и Икатским хребтами расположена Баргузинская впадина. Ее длина 190 км, ширина 30 км, отметка дна около 470-600 м.

В целом хребты Прибайкалья имеют сравнительно мягкие очертания и часто плоские, выровненные длительной денудацией вершины. Лишь в наиболее приподнятых участках Хамар-Дабана, Байкальского, Икатского и Баргузинского хребтов встречаются массивы с альпийскими формами рельефа, представленные зао-

стренными пирамидальными вершинами (карлинги), полированными скалами, трогами, многочисленными карами, цирками, дно которых занято россыпями щебня или озерами.

Небольшой северный участок бассейна Байкала входит в состав Байкальско-Становой ландшафтной области. Параллельно друг другу простираются в северо-восточном направлении хребты Верхне-Ангарский, Делюн-Уранский, Северо-Муйский и Южно-Муйский, ограждающие Верхне-Ангарскую впадину. Верхне-Ангарская впадина - расширенная часть долины Верхней Ангары - имеет ширину 40 км, длину 140 км, лежит на высоте 470 - 800 м. Высота гребней хребтов достигает 2 700 м, наибольшая 2 721 м (Южно-Муйский). Большинство хребтов отличается крутыми склонами и скалистыми остроконечными вершинами альпийского типа. Широко распространены формы, связанные с деятельностью четвертичных ледников и мерзлотно-солифлюкционными процессами.

К востоку от Прибайкалья расположена Забайкальская ландшафтная область, которая по особенностям орографии разделяется на три части: Западное, Центральное и Восточное Забайкалье. Бассейн Байкала в основном охватывает сильно расчлененное Западное Забайкалье (Селенгинское среднегорье). Здесь преобладают пониженные, по сравнению с Прибайкальем, широкие плосковершинные хребты абсолютной высотой 1 000 - 1 500 м, относительные высоты достигают 300 м и более. Хребты разделены долинами и впадинами, вытянутыми в восточно-северо-восточном направлении. Днища долин и впадин (Гусино-Удинской, Хилокской, Худунской, Чикойской и других) лежат на высотах 500 - 700 м.

Через территорию протекает река Селенга с притоками Чикоем, Хилком, Удой и Джидой. Между рр. Удой и Хилком простираются хребты Худунский, Цаган-Дабан, и Цаган-Хуртэй, а между рр. Хилком и Чикоем - Малханский и Яблоновый. Средние отметки этих хребтов 1 000 - 1 200 м, наибольшая высота (1 581 м) расположена в хребте Цаган-Хуртэй (гора Бадата). Вершины гор имеют округлые гребни и массивные формы рельефа, склоны их расчленены сравнительно широкими долинами.

На развитие рельефа высоких хребтов бассейна Байкала оказало большое влияние древнее оледенение. Достоверно установлено двукратное оледенение: древнее носило покровный, а

более молодое альпийский (долинный) характер [32].

В настоящее время, несмотря на значительные высоты ряда хребтов и суровые климатические условия, современное оледенение отсутствует. Только на вершинах многих гольцов сохраняются все лето обширные пятна снега.

Для характеристики глубины расчленения территории в таблице I приведены морфометрические данные.

Геологическое строение территории бассейна очень сложно и своеобразно, что связано со сложной историей развития байкалид, с существованием разновозрастных геосинклиналей и с многократными проявлениями тектонических движений, сопровождавшихся формированием разломов, надвигов, перемещениями отдельных участков и вулканической деятельностью [31].

Преобладающими типами пород являются метаморфические и магматогенные. Большие площади этой горной области сложены в основном сильно дислоцированными архейскими и протерозойскими метаморфическими сланцами, известняками, кварцитами, гнейсами; широко распространены также магматические породы, особенно интрузии гранитоидов. Палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения озерного, аллювиального и ледникового происхождения встречаются главным образом на дне межгорных котловин.

Выходы архея известны в Хамар-Дабане и других хребтах, окаймляющих Байкал, а также на Витимском плоскогорье и на Северо-Байкальском нагорье. Протерозойские отложения широко распространены в тех же районах, что и архейские. Они залегают несогласно с другими толщами. В составе протерозойских пород господствуют метаморфизованные песчаники, сланцы, кварциты, местами конгломераты, а также эффузивы и туфы.

Палеозойские отложения представлены осадочными и вулканогенно-осадочными толщами. Выходы кембрия имеются в бассейне р. Джиды и в Северо-восточном Прибайкалье. Верхнепалеозойские породы распространены в бассейне рр. Хилок и Чикой [137]. В состав их входят конгломераты, песчаники, диабазы, порфириты, туфы.

Мезозойские отложения наиболее полно развиты в депрессиях и состоят из континентальных, осадочных и вулканогенных отложений. Весь этот комплекс лежит на древних кристаллических породах горизонтально или имеет очень близкое к горизонтальному залегание.

Таблица I

Морфометрические данные о впадинах и хребтах бассейна Байкала

Название впадины (котловины)	Абсолютная отметка в самой глубокой части, м	Название хребта	Наибольшая абсолютная высота хребта, м
Байкальская			
а) поверхность воды с учетом подпора	455,45	Приморский	I 728
б) современное дно	-I I65	Байкальский	2 572
Верхне-Ангарская	470	Северо-Муйский	2 56I
Баргузинская	470	Южно-Муйский	2 72I
Гусино-Удинская	520	Баргузинский	2 840
Хилокская	500	Икатский	2 573
		Хамар-Дабан	2 370
		Джидинский	2 636
		Цаган-Хуртэй	I 58I

Примечание: Средний уровень воды в Байкале за период естественного режима I898 - I958гг. равен 454,54 м абс., а с учетом повышения среднего уровня от Иркутской ГЭС на 9I см он равен 455,45 м абс. (над уровнем Балтийского моря).

Хорошо известны мезозойские угленосные отложения в долинах рр. Селенги, Чикоя, Хилка, Уды и на берегах Гусиного озера [5I].

Палеогеновые и неогеновые осадочные отложения приурочены преимущественно к современным впадинам. Они представлены в основном конгломератами, песчаниками, глинистыми сланцами, песками и глинами. Местами эти отложения содержат пласты бурых углей и имеют признаки нефтеносности [I37].

Кроме отмеченных осадочных пород на территории бассейна широко распространены послеюрские (меловые или третичные) эф-

фузивные породы базальты, андезиты, трахиты и другие. Они встречаются в хребтах Хамар-Дабан, Цаган-Дабан, в бассейнах Джиды и Хилка. Базальтовые покровы залегают во впадинах, а также на водоразделах в западной части Хамар-Дабана, на Витимском плоскогорье.

Четвертичные отложения, залегающие преимущественно в долинах и впадинах Байкальского типа, представлены ледниковыми, флювиогляциальными, аллювиальными, озерными, пролювиальными, коллювиальными, делювиальными, эоловыми образованиями, а также продуктами инсоляционного, морозного выветривания и селевыми выносами.

Большая часть впадин Байкальского типа в той или иной мере выполнена кайнозойскими отложениями. Самая большая мощность установлена в устье Селенги, где она достигает 2 - 3 тыс.м [136]. Геофизическими методами установлено, что мощность рыхлых отложений здесь 5,0 - 5,5 тыс. м [27]. Значительные по объему дельтовые отложения имеются в устьях Баргузина и Верхней Ангары. На мелководьях Байкала распространены валуны, галька, гравий, песок. По мере увеличения глубин донные отложения становятся в основном песчаными и еще далее илистыми.

Новейшие тектонические движения (конец палеогена - четвертичный период) наиболее ярко в Восточной Сибири проявились в области Байкальского свода, протягивающегося в северо-восточном направлении от верховьев р.Джиды до среднего течения р. Олекмы. Эти движения в современном рельефе выражены в виде системы продольных межгорных впадин байкальского типа и высоких гор Прибайкалья и Станового нагорья. Три самые крупные впадины заполнены в настоящее время водами Байкала.

Байкал - древнейшее озеро мира. Формирование котловины Байкала продолжается уже не менее 26-30 миллионов лет. Современные очертания Байкал приобрел в начале четвертичного периода.

Вопрос о происхождении впадины и озера Байкал является дискуссионным. П.А.Кропоткин [83] связывал образование впадины с расколами земной коры. И.Д.Черский [148] считал ее прогибом в земной коре, существующим с силура. Позже широкое распространение получила гипотеза "рифта". По этой гипотезе, в результате сжатия образуется огромное сводовое поднятие, а растяжение, сменяющее сжатие, вызывает проседание свода по

оси. В современном рельефе эти опускания выражены в виде продольных межгорных впадин.

В последнее десятилетие советские геологи Е.А.Пресняков, Е.В.Павловский, Н.А.Флоренсов стали рассматривать межгорные понижения Прибайкалья в качестве крупных синклинальных складок, а разделяющие их хребты как антиклинали, осложненные по крыльям сбросами. Наиболее интенсивные тектонические движения, создавшие основные элементы современного рельефа Прибайкалья, происходили в плиоцене и в нижнечетвертичное время [136, 105].

Тектоническая активность проявляется сейчас в виде медленных поднятий и опусканий берегов озера. Свежие тектонические трещины с выходами горячих источников обнаружены в хребтах, окружающих впадины байкальского типа [112]. Для Прибайкалья характерна высокая сейсмическая активность, о чем свидетельствуют землетрясения 1829, 1862, 1950, 1957 гг. силой в 9-10 баллов, сопровождавшиеся перемещением масс земной коры. Так, в январе 1862 г. в результате землетрясения опустился участок дельты Селенги площадью около 200 км^2 и на его месте образовался залив Байкала, получивший название Провал.

Вертикальные движения происходят в районе Баргузинской впадины и окаймляющих ее горных хребтов. Опускание района котловины является причиной интенсивного процесса заболачивания ее днища [32].

Высокий уровень современной сейсмичности вместе с другими разнообразными геологическими и геоморфологическими факторами свидетельствует о том, что в современную эпоху кривая неотектонического процесса все еще продолжает идти вверх. Отсюда и следует важность более глубокого познания и всестороннего изучения новейших тектонических движений.

Климат

Основными определяющими факторами формирования климата рассматриваемой территории являются радиационный режим и циркуляционные особенности атмосферы, значительная удаленность от морей и океанов, горный рельеф и местное влияние водных масс Байкала. Все эти факторы тесно связаны друг с другом.

Радиационный режим характеризуется здесь наибольшей интенсивностью и контрастностью по сравнению

с окружающими территориями на тех же широтах. Повышенный приток тепла обусловлен относительно небольшим развитием облачности, а большие контрасты величин радиационного и теплового баланса - влиянием форм рельефа, экспозиции и крутизны склонов, абсолютной высоты и характера растительности.

Продолжительность солнечного сияния варьирует в Прибайкалье с I 500 час. в год на севере до 2 600 час. на юге, в Забайкалье - соответственно с I 770 до 3 000 час. На дне котловин, в которых значительна повторяемость туманов, длительность солнечного освещения уменьшается на 300 - 500 час. Отношение наблюдающегося солнечного сияния к возможному составляет в феврале - марте 60 - 80%, в июле - августе 50 -55%, в ноябре декабре 25 - 30% [57]. Следовательно, наиболее солнечной является вторая половина зимы и весна, наиболее пасмурной - начало зимы и конец осени.

Суммарная радиация, состоящая из прямой и рассеянной, зависит в основном от широты места, времени года, прозрачности атмосферы и облачности. Она составляет на севере 80 - 85 ккал/см^2 год, на юге I00 - II0 ккал/см^2 год. Наибольшие значения суммарной радиации приходятся на май - июнь (I6,4 ккал/см^2), наименьшие - декабрь (I ккал/см^2).

Кроме закономерного увеличения радиации в направлении с севера на юг наблюдается некоторое уменьшение ее с запада на восток вследствие развития в Забайкалье облачности во второй половине лета. Увеличение облачности в отдельные месяцы года снижает поступление возможной прямой радиации в среднем на 60% и в то же время в 2 раза повышает рассеянную радиацию [I27].

Большое количество поступающей на землю радиации отражается подстилающей поверхностью. Так как подстилающая поверхность в бассейне Байкала разнообразна, то ее отражательная способность (альбедо) в отдельных районах изменяется в значительных пределах как во времени, так и в пространстве. Величины альбедо определяются различиями в отражательной способности суши и воды, льда и снега. С мая по сентябрь альбедо воды примерно в 2 - 3 раза ниже, чем суши [2I]. Зимой чистый снежный покров отражает около 60-90% радиации.

Поглощенная радиация зависит от суммарной радиации и отражательной способности подстилающей поверхности. Ее распре-

Гос. публичная научно - техни

деление в бассейне соответствует основным природным зонам: степи, лесостепи и горной тайги. Отчетливо прослеживается увеличение годовых сумм поглощенной радиации с севера на юг. В горах с ростом абсолютных отметок местности ее значение уменьшается вследствие более высоких значений альбедо. Поглощенная радиация в степи равна 80 - 85 ккал/см^{2}год, в лесостепи 75 - 80 ккал/см^{2}год, а в горных районах меньше 75 ккал/см^{2}год [36]. На Байкале в среднем за год на долю поглощенной радиации приходится 82 ккал/см^2.

Значительные потери тепла происходят в результате эффективного излучения подстилающей поверхности. Эффективное излучение представляет собой разность между излучением подстилающей поверхности и встречным излучением атмосферы. Интенсивность эффективного излучения зависит от температуры, влажности воздуха и характера облачности. Годовые суммы эффективного излучения в бассейне составляют 35 - 45 ккал/см^2. В годовом ходе максимум наблюдается в мае - июне из-за высоких температур поверхности, минимум в январе - феврале. В этот период почвогрунты промерзают на большую глубину и запасы тепла в них минимальные. В свою очередь снежный покров препятствует проникновению тепла из почвы в воздух.

Байкал излучает в среднем 47 ккал/см^2 за год, максимальное излучение наблюдается в период с октября по декабрь, а минимальное - в июле и августе [28].

Радиационный баланс подстилающей поверхности представляет собой разность между поглощенной суммарной радиацией и эффективным излучением

$$B = Q - R - E_{эф.}, \qquad (I)$$

где B - радиационный баланс,
Q - суммарная радиация,
R - отраженная радиация,
$E_{эф}$ - эффективное излучение.

Годовой радиационный баланс на территории бассейна положителен и изменяется с 5 - 20 ккал/см^{2}год на севере, в горнотаежных районах, до 35 - 40 ккал/см^{2}год на юге, в степных районах. Из-за горного рельефа радиационный баланс изменяется не в строго широтном направлении. На каждые 100 м подъема до высоты 1 000 м радиационный баланс уменьшается на 3 - 6 ккал/см^{2}год [37]. В годовом ходе максимальные месячные его

суммы приходятся на июнь или июль, а наименьшие - на декабрь и январь (рис.3).

Переход радиационного баланса к отрицательным значениям на большей части территории наблюдается обычно с 10 октября по 1 ноября, а время его перехода к положительным значениям - соответственно с 1 марта по 10 апреля.

Для котловины Байкала характерен наиболее короткий период с отрицательным балансом, в высокогорных областях он самый продолжительный.

Тепловая энергия, получаемая подстилающей поверхностью, расходуется на испарение, прогревание почвы и турбулентный теплообмен между почвой и воздухом. За год на испарение расходуется около 53 - 55%, на турбулентный теплообмен 40 - 45% радиационного тепла, на теплообмен же внутри почвы расходуется менее 5 - 10% [153] .

А т м о с ф е р н а я ц и р к у л я ц и я является одним из климатообразующих факторов, так как она определяет перенос воздушных масс с их различными физическими свойствами. Характерной особенностью циркуляции атмосферы в бассейне Байкала является значительная вероятность поступления холодного воздуха с севера и теплого влажного с юга, нарушающего преобладающий западный перенос воздушных масс. Источником влаги являются воздушные массы Атлантического и Тихого океанов. Массы воздуха, приходящие со стороны Северного Ледовитого океана, обладают малым влагосодержанием.

В зимний период здесь господствует барический максимум (Сибирский антициклон), который образуется в сентябре - октябре и существует до мая [114] . В это время устанавливается малооблачная тихая погода с очень низкими температурами воздуха в приземном слое и незначительными зимними осадками. Инверсии, свойственные зимним условиям, являются важной чертой климата Сибири. Циклоническая деятельность зимой выражена слабо, а повторяемость циклонов незначительна.

К весне, в связи с увеличением широтных термических градиентов и усилением зонального переноса воздушных масс, антициклон постепенно разрушается и над прогретой сушей устанавливается область пониженного давления. В этот период отмечается интенсивная циклоническая деятельность. Циклоны в основном приходят с северо-запада, иногда с запада и юго-запада.

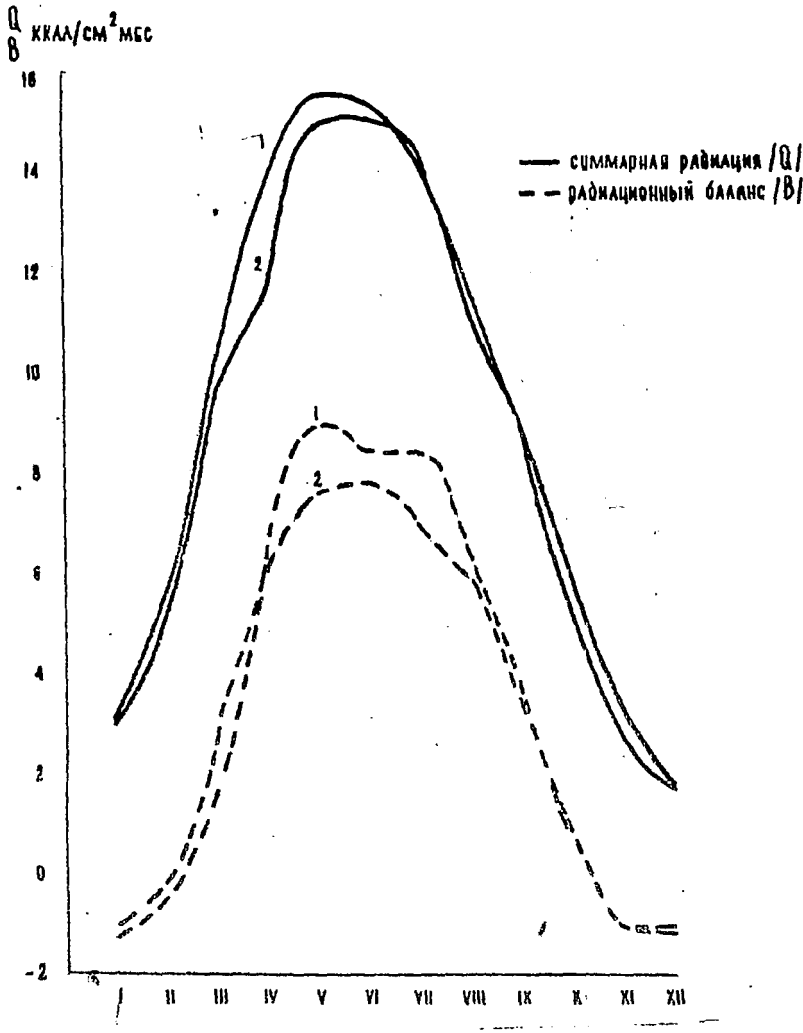


Рис. 3. Годовой ход суммарной радиации и радиационного баланса

I – г.Бабушкин 2 – г.Байкальск

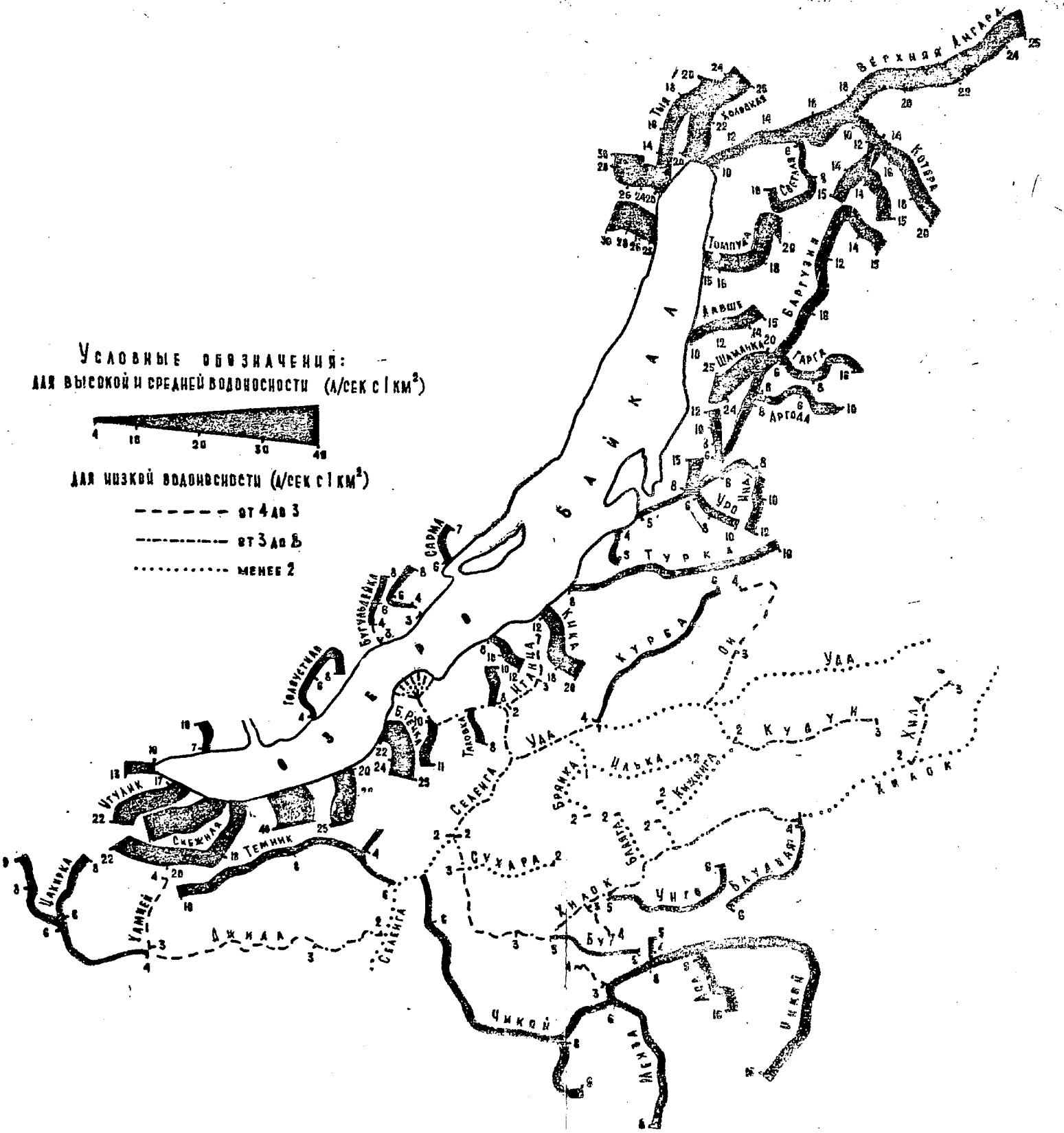


Рис. 10. Водоносность рек бассейна озера Байкал

В середине лета на фоне некоторого ослабления западного переноса усиливается меридиональная циркуляция. С последней связаны затоки холодного воздуха на юг, вынос теплого воздуха на север, обострение циклонической деятельности. Южные циклоны часто формируются на юге бассейна, вызывая выпадение сильных и затяжных дождей [57].

На восточную часть бассейна Байкала оказывают влияние муссоны. По современным представлениям [30], муссонная циркуляция является частью общей циркуляции атмосферы. Теплый и влажный воздух поступает в пределы рассматриваемой территории не с востока, а с южных морей через Монгольскую Народную Республику и Китайскую Народную Республику. Полярные циклоны, поступающие с запада и северо-запада, углубляются над Прибайкальем и Забайкальем, чему способствует приток теплого и влажного воздуха с юга; с активизацией циклонической деятельности интенсивные вертикальные перемещения воздуха способствуют резкому его охлаждению, конденсации водяного пара и выпадению сильных ливней, обычно в июле или августе.

Осенью, в связи с перестройкой поля давления и увеличением широтного термического градиента, возрастает интенсивность западного переноса. В тылу арктического фронта происходят затоки холодного воздуха с северо-запада, севера и северо-востока. Вследствие сухости арктических воздушных масс количество выпадающих осадков резко увеличивается.

Циркуляция воздушных масс в районе Байкала сильно искажается под воздействием элементов орографии и водной массы озера. Горные хребты создают преграду для движения воздушных масс, иногда изменяя их направление на том или ином участке. Влияние рельефа проявляется в формировании фенов, горно-долинных ветров и образовании местного режима погоды. Преобладание в рельефе территории замкнутых и полузамкнутых котловин обусловливает особый характер трансформации воздушных масс. Резко проявляется воздействие котловин в тихую антициклональную погоду.

Над Байкалом в течение всего года существует система местной циркуляции воздушных масс. Зимой, вследствие отепляющего эффекта водных масс над озером, создается область пониженного давления, что способствует усилению ветров с суши. С

октября по февраль атмосферное давление в центре Байкальской депрессии на 9 мб ниже, чем в Предбайкалье и Забайкалье [84].

В летний период водные массы Байкала холоднее окружающей суши. Над озером образуется антициклональное поле с преобладанием потоков воздуха в сторону суши. Давление в центре Байкальского антициклона на 4 мб выше по сравнению с окружающими районами. Такая циркуляция воздушных масс на побережье Байкала осложняется развитием бризовой циркуляции, которая особенно ярко выражена в летний период [100].

Смягчающее влияние озера на климат в основном ограничено пределами самой котловины, хотя оно слабо сказывается в долинах и котловинах, открытых к Байкалу.

Температура воздуха. Несмотря на расположение бассейна Байкала в умеренных широтах, средняя годовая температура воздуха здесь повсеместно отрицательная и более низкая, чем в районах, расположенных на тех же широтах Западной Сибири и Дальнего Востока [128]. Самые низкие температуры воздуха за год бывают зимой (январь), а наиболее высокие - летом (июль). Исключением является территория, примыкающая к Байкалу. Здесь крайние значения температур меньше и наблюдаются местами на месяц позже. Так, отепляющее влияние Северного Байкала зимой по долинам рек восточного побережья прослеживается на расстоянии 50 - 70 км, на западном берегу оно примерно в два раза меньше. Летом байкальский воздух прогревается очень интенсивно и далее 10 - 15 км от берега не распространяется [29].

Средние месячные температуры воздуха в течение года изменяются в бассейне Байкала с -32 до 20°, на Байкале - с -23 до 14° (табл.2). Годовой ход среднемесячной температуры воздуха показан на рисунке 4. Амплитуда колебаний годового хода температур составляет 71 - 97° (табл.3).

Наиболее низкие температуры воздуха наблюдаются на территории Байкало-Становой и Забайкальской ландшафтных областей в долинах рек и замкнутых котловинах. Это объясняется процессами интенсивного радиационного выхолаживания и гравитационного стока холодного воздуха со склонов гор в пониженные формы рельефа. Поэтому зимой преобладает инверсионная стратификация: внутри котловин воздух холоднее, чем на вышерасположенных склонах.

Таблица 2

Среднемесячная и годовая температура воздуха, °С

Станция	Месяц I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Уоян	-31,1	-26,6	-17,1	-3,3	5,7	14,1	17,7	14,8	6,5	-4,0	-18,5	-27,0	-6,6
Гоуджокит	-26,6	-24,0	-15,9	-5,0	3,8	12,2	15,5	12,8	5,4	-3,8	-15,8	-21,8	-5,3
Томпа	-21,8	-22,2	-13,8	-3,6	3,0	8,3	11,7	11,9	6,6	-0,2	- 8,8	-15,5	-3,7
Баргузин	-27,8	-23,6	-12,1	-0,1	7,7	15,1	18,2	15,8	8,6	-0,4	-12,9	-22,8	-2,8
Горячинск	-19,3	-19,2	-12,3	-2,3	4,5	10,4	14,0	13,8	7,5	0,9	- 7,4	-12,8	-1,9
Икатский перевал	-26,0	-23,3	-16,2	-7,7	1,2	9,4	13,8	10,3	3,0	-6,1	-16,6	-22,5	-6,7
Хоринск	-26,5	-21,9	-11,5	0,2	8,0	15,6	19,0	15,8	8,0	-1,3	-13,6	-22,2	-2,5
Улан-Удэ	-25,4	-20,9	-10,6	1,2	8,8	16,2	19,4	16,5	8,8	-0,1	-12,7	-21,9	-1,7
Ново-Селенгинск	-26,1	-22,5	- 9,6	1,8	9,9	17,1	19,8	17,1	9,5	0,6	-11,8	-22,3	-1,4
Санага	-30,7	-24,9	-13,3	-1,6	5,6	11,8	14,1	12,2	5,3	-3,7	-17,8	-28,8	-6,0
Хилок	-24,3	-19,8	-10,7	-0,3	7,1	14,1	17,2	14,4	7,3	-1,2	-13,1	-21,4	-2,6
Менза	-27,9	-23,1	-12,6	-0,5	6,4	12,5	16,0	13,6	6,4	-2,3	-15,4	-24,7	-4,3
Давша	-22,7	-23,0	-15,0	-4,1	2,7	7,8	11,2	12,1	6,5	-0,6	- 9,2	-15,3	-4,1
Красный чикой	-27,0	-22,6	-12,1	0,5	7,7	14,3	17,2	14,5	7,4	-1,2	-13,8	-23,0	-3,2
Бабушкин	-16,8	-16,5	- 9,7	-0,7	5,2	10,6	14,2	14,2	8,9	2,6	- 5,3	-10,3	-0,3
Тасса	-32,3	-27,3	-15,1	-1,3	[illegible],1	15,2	18,2	15,2	7,2	-3,0	-17,9	-28,5	-5,3
Петропавловка	-24,6	-22,5	-11,5	-1,9	9,5	16,6	18,9	16,2	9,1	-0,5	-13,2	-22,1	-2,0
Тургутуй	-23,6	-19,2	-11,8	-1,8	[illegible],9	12,7	15,9	13,2	6,2	-2,1	-13,5	-20,8	-3,2
Хамар-Дабан	-17,9	-16,4	-11,0	-4,0	2,6	10,0	12,7	10,7	3,5	-2,7	-11,6	-16,1	-3,4

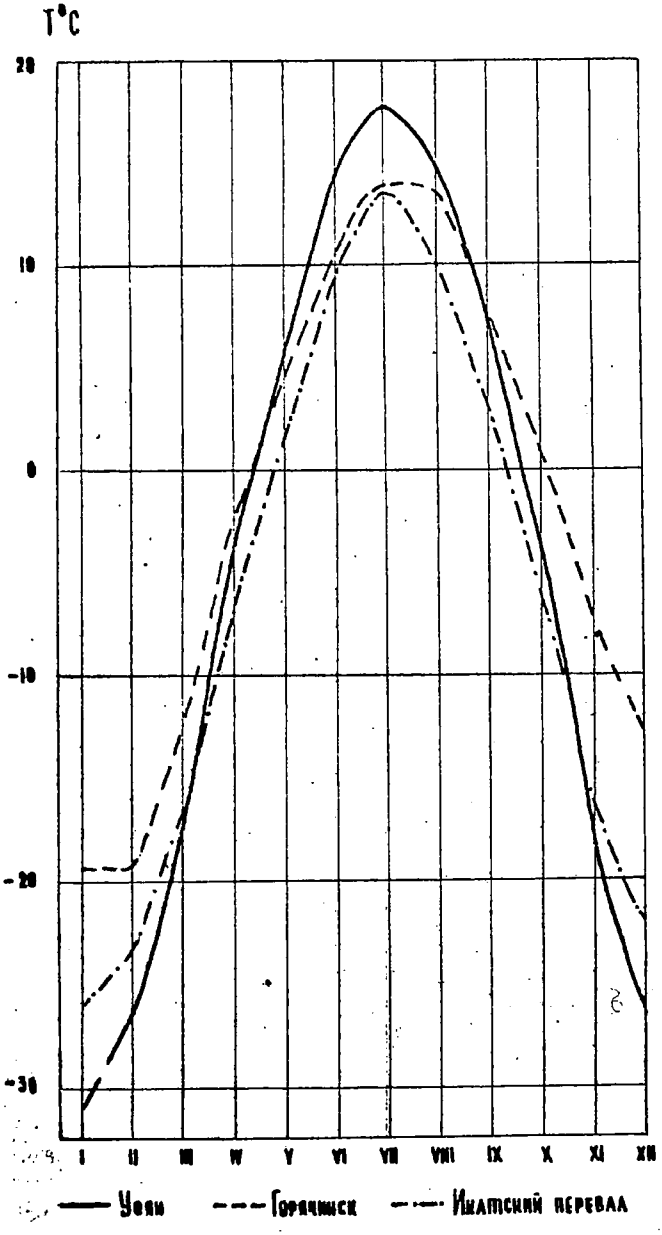


Рис. 4. Годовой ход среднемесячной температуры воздуха

Таблица 3

Абсолютные максимальные и абсолютные минимальные температуры воздуха в характерных пунктах бассейна

Станция	Температура	Месяц I	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII	Год
Уоян	макс.	-4	-2	9	22	28	36	37	37	26	18	11	-2	37
	мин.	-53	-49	-46	-34	-14	-4	1	-5	-11	-29	-50	-57	-57
Горячинск	макс.	4	6	12	22	29	33	34	34	26	22	16	6	34
	мин.	-42	-40	-40	-27	-13	-5	0	-4	-11	-23	-28	-36	-42
Улан-Удэ	макс.	0	1	15	28	32	39	39	40	30	23	10	5	40
	мин.	-51	-45	-40	-28	-15	-4	1	-4	-11	-28	-38	-49	-51
Ново-Селенгинск	макс.	-2	4	18	30	32	36	40	39	29	23	11	2	40
	мин.	-49	-48	-37	-27	-17	-2	2	-2	-10	-26	-33	-47	-49
Красный Чикой	макс.	1	2	17	29	31	35	37	37	31	21	10	2	37
	мин.	-48	-46	-40	-23	-17	-4	-1	-4	-14	-25	-39	-46	-48
Бабушкин	макс.	5	3	17	26	27	30	33	33	28	21	13	7	33
	мин.	-38	-36	-35	-23	-10	1	3	0	-7	-20	-25	-34	-38

Летом температура воздуха в горных районах с увеличением высоты обычно понижается примерно на 0,5 - 0,7^0 на каждые 100 м. В нижней части склонов котловины Байкала вертикальные градиенты температуры под охлаждающим воздействием водных масс озера близки к нулю или отрицательны [30].

Температурный режим возвышенных районов отличается от окружающих мест тем, что лето здесь холоднее, а зима теплее, чем в пониженных участках. Уменьшается также различие ночных и дневных температур. Продолжительность зимы в горах Байкало-Становой ландшафтной области составляет 7 - 8 месяцев, а на юге Забайкальской ландшафтной области в обширных долинах и межгорных котловинах - менее 6 месяцев.

Термические условия в весенний и осенний периоды характеризуются переходом среднесуточных температур воздуха через 0 и $\pm$ 5^0 (табл.4). Даты этих переходов свидетельствуют о начале интенсивного таяния снега весной и о его устойчивом накоплении осенью.

Р е ж и м о с а д к о в в бассейне Байкала определяется условиями атмосферной циркуляции и орографическими особенностями. В течение всего года преобладает северо-западный перенос воздуха. В связи с этим количество осадков возрастает на склонах, обращенных к западу и северозападу, и резко падает на противоположных склонах. Кроме того, в летний период часть осадков связана с муссонной циркуляцией.

Наибольшее количество осадков за год выпадает на наветренных склонах Хамар-Дабана (более 1 000 мм). Это объясняется тем, что воздушные массы поступают сюда через Иркутско-Черемховскую равнину и долину Ангары, не встречая на своем пути препятствий. Горы Хамар-Дабана высоки, следовательно, условия для конденсации влаги и выпадения осадков здесь благоприятны.

Меньше всего осадков выпадает в днищах межгорных котловин бассейнов рр.Селенги, Баргузина, Верхней Ангары (200 - 320 мм). На западном побережье Байкала, в районе Ольхона, осадков за год выпадает менее 200 мм. Восточные берега озера увлажнены несколько лучше, чем западные [57].

В южной части Забайкалья (Хэнтей-Чикойское нагорье) осадков выпадает до 600 - 700 мм. На наветренных склонах Байкальского и Баргузинского хребтов годовая сумма осадков сос-

Таблица 4

Даты перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 и ± 5°

Станция	Весна			Осень		
	-5°	0°	+5°	-5°	0°	+5°
Уоян	I0.IУ	24.IУ	I2.У	I7.X	6.X	20.IX
Гоуджокит	I4.IУ	3.У	20.У	20.X	3.X	I6.IX
Томпа	9.IУ	30.IУ	27.У	2.XI	I5.X	2I.IX
Баргузин	3I.Ш	I5.IУ	3.У	28.X	I4.X	28.IX
Горячинск	5.IУ	24.IУ	I8.У	4.XI	20.X	I6.IX
Икатский перевал	25.IУ	II.У	29.У	I2.X	26.IX	8.IX
Хоринск	29.Ш	I4.IУ	3.У	26.X	I2.X	25.IX
Улан-Удэ	20.Ш	II.IУ	28.IУ	29.X	I5.X	28.IX
Ново-Селенгинск	23.Ш	9.IУ	27.IУ	30.X	I7.X	I.X
Санага	2.IУ	2I.IУ	I2.У	I9.X	3.X	I6.IX
Хилок	3I.Ш	I6.IУ	5.У	28.X	II.X	24.IX
Менза	I.IУ	I7.IУ	9.У	23.X	8.X	20.IX
Черемховский перевал	I7.IУ	6.У	25.У	I8.X	28.IX	I0.IX
Красный Чикой	I.IУ	I3.IУ	30.IУ	25.X	I2.X	23.IX
Бабушкин	I.IУ	I6.IУ	I4.У	II.XI	26.X	5.X
Тасса	6.IУ	I8.IУ	6.У	2I.X	7.X	23.IX
Петропавловка	27.Ш	I9.IУ	23.IУ	28.X	I4.X	30.IX
Тургутуй	4.IУ	2I.IУ	II.У	24.X	9.X	20.IX

тавляет 600 - I 000 мм (рис.5).

Неравномерное распределение осадков обусловлено горным характером рельефа, где большое значение имеет орографическая защищенность горных долин и котловин от влажных ветров. На открытых горных склонах значительную роль играет абсолютная высота. При ее увеличении (до I 800 м) происходит быстрое возрастание сумм осадков от 30 до 70 мм на 100 м высоты [128].

На зеркало оз.Байкал, по данным метеорологических станций Большой Ушканий остров, Нижнее Изголовье, Узур, выпадает в среднем 250 - 350 мм.

Влияние котловины и водной массы Байкала на осадки сложно и еще не полностью выяснено. Значительные суммы осадков, выпадающих на Хамар-Дабане, Байкальском и других высоких хребтах, обусловлены прежде всего процессами циркуляции, охватывающими обширные территории [58]. Осадки, связанные с местной циркуляцией, составляют незначительную долю [128].

В теплый период года в результате оживленной циклонической деятельности выпадает 65 - 85% годовой суммы осадков. Максимум наблюдается в июле и августе (табл.5).

На ряде станций побережья Байкала (Сосновка, Горячинск, Усть-Баргузин и других) в ноябре - декабре отмечается второй, меньший по величине, максимум осадков, обусловленный влиянием Байкала. В ноябре и декабре Байкал не замерзает, над ним устанавливается область пониженного давления, что вызывает усиление циклонической деятельности.

Летние осадки связаны преимущественно с атмосферными фронтами, возникающими в циклонических системах между основными и трансформированными воздушными массами арктического и тропического происхождения. Обильные дожди во второй половине лета в основном выпадают из влажного морского тропического воздуха, поступающего с юго-востока и юго-запада [128].

Несмотря на то, что летом наблюдается максимальное количество осадков, продолжительность их меньше, чем зимой. Это объясняется большим влагосодержанием атмосферы в теплый период и преобладанием ливневых осадков. С увеличением продолжительности осадков обычно уменьшается их интенсивность. Непрерывная продолжительность осадков в отдельные годы меняется в довольно больших пределах: в осенне-зимний период с

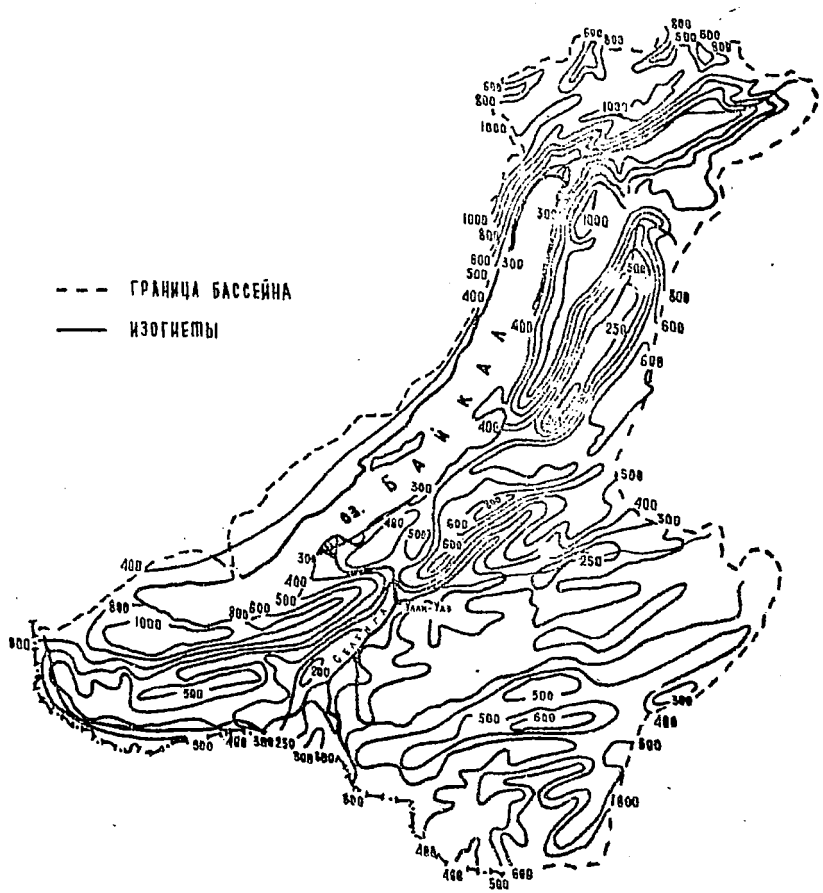


Рис. 5. Годовые осадки

Таблица 5

Среднее количество осадков с поправками к показаниям осадкомера, мм

Станция	Высота, м	Месяц I	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII	Год
Уоян	487	I	8	8	I0	24	48	59	75	46	26	22	I5	352
Гоуджокит	676	48	35	4I	55	5I	53	67	75	60	60	70	73	688
Томпа	465	I6	I0	9	I9	28	50	54	70	59	34	49	43	44I
Баргузин	489	I2	5	5	II	I6	3I	70	64	39	I8	28	28	327
Горячинск	487	I7	8	II	I8	33	45	85	83	5I	35	77	84	547
Икатский перевал	I459	II	I0	I5	38	34	8I	I35	I3I	67	42	30	26	620
Хоринск	665	3	3	5	8	I8	3I	72	70	33	II	7	7	268
Улан-Удэ	5I4	9	3	5	8	I6	36	75	66	3I	I0	I4	I4	287
Ново-Селенгинск	544	3	2	2	5	I4	4I	72	73	26	6	5	6	255
Санага	II70	3	3	5	I4	28	77	II8	I02	36	I2	6	5	409
Хилок	8I4	I3	8	9	2I	30	58	I07	88	52	2I	I7	I5	439
Менза	934	7	4	4	I0	25	53	III	93	44	I4	9	9	383
Давша	469	I7	9	I2	22	36	4I	63	7I	64	48	62	43	488
Красный Чикой	770	7	4	4	II	24	50	99	86	39	I4	I0	I0	358
Бабушкин	480	26	I3	20	30	48	82	I06	I05	70	38	52	67	657
Тасса	562	5	3	3	7	I5	46	79	85	36	I3	9	8	309
Петропавловка	684	3	3	3	7	27	53	86	90	39	9	6	6	332
Тургутуй	I030	6	6	I4	22	30	65	II4	I02	62	25	20	I2	478
Хамар-Дабан	I442	35	33	66	I05	I42	226	275	227	I48	88	56	42	I443

24 до 70 час., в теплый с 20 до 40 час. Общая продолжительность осадков за год колеблется от 400 до 500 час. на юге бассейна до I 000 - I 200 час. на северо-западе [155].

Абсолютный максимум осадков за сутки в теплый период года на восточном побережье Байкала колеблется с 40 до 150 мм, увеличиваясь на южном побережье до 200 мм. На северных и северо-западных склонах Хамар-Дабана в отдельные годы выпадает более 200 мм осадков в сутки. Так, на метеорологической станции Хамар-Дабан за период с 17 по 26 июля 1971 г. выпало 556 мм осадков при годовой норме около I 300 мм. Суточный максимум 26 июля составил 260 мм.

В Забайкалье величина суточных осадков уменьшается в направлении с востока на запад с 100 - 110 до 70 - 80 мм [155]. Зимой суточный максимум осадков на побережье Байкала колеблется с 8 до 58 мм, в Забайкалье - с 3 до 35 мм [128].

Интенсивность осадков пятиминутной продолжительности колеблется от I до 3 мм в минуту, и только в северо-западной части бассейна Байкала она составляет менее I мм в минуту.

Минимум осадков в бассейне чаще наблюдается в феврале - марте, реже - в январе. Месячные суммы осадков в январе - марте меняются мало. На холодный период приходится примерно 10 - 20% годовой суммы осадков. Исключением является восточное побережье Байкала, где за тот же период выпадает около 35% осадков. Увеличение осадков в зимний период на восточном побережье Байкала связано с восходящим потоком влажного воздуха по западным склонам горных хребтов (Хамар-Дабан, Баргузинский).

Холодный период, когда преимущественно выпадают твердые осадки, длится с октября по апрель. За это время в долинах выпадает 20-80 мм осадков, в горах и на побережье Байкала 100-250 мм [90].

С н е ж н ы й п о к р о в в бассейне Байкала в основных чертах повторяет распределение количества осадков и залегает крайне неравномерно. Наибольшей высоты (100 - 180 см) он достигает у подножья Хамар-Дабана и на его склонах, обращенных к Байкалу. Так, в зиму 1950-1951 гг. высота снежного покрова в районе станции Хамар-Дабан была равна 182 см.

Таким же мощным снежным покровом характеризуются северо-восточное побережье Байкала у подножья Баргузинского хреб-

та и его склоны, обращенные в сторону Байкала. В этих районах снежный покров на побережье озера достигает 50 - 70 см, на склонах хребта 80 - 100 см, в гольцовой области 100 - 150 см, а иногда и более (рис.6). Увеличение мощности снега на высоких хребтах обусловлено не только возрастанием количества осадков с высотой, но и увеличением доли твердых осадков.

На северо-западном побережье высота снежного покрова в среднем составляет 30-50 см. В степных и лесостепных участках долин Селенги, Джиды, Хилка, Чикоя и Уды высота снежного покрова обычно не более 10 - 15 см. Некоторые открытые плоские увалы и склоны остаются в течение зимы бесснежными, так как снег сдувается ветром. Снег переоткладывается в падях и у подножья склонов.

В горах и на побережье Байкала характер залегания снежного покрова находится в непосредственной зависимости от местных условий. На него оказывают влияние не только различная степень защищенности и особенности рельефа, но и шероховатость подстилающей поверхности.

В горах и на побережье Байкала значительную роль в формировании снежного покрова играют метели. Они приводят к неравномерному распределению снега - образованию высоких наметов на подветренных склонах и сдуванию его с вершин и крутых склонов. Скопление больших масс снега на склонах хребтов Прибайкалья создает предпосылки для формирования в конце зимы лавин.

На льду Байкала снежный покров по сравнению с берегом менее мощный, так как основная масса снега над озером выпадает в октябре - декабре, когда оно еще не покрыто льдом. Наибольшей толщины снежный покров достигает в северной части озера (10-12 см). Вдоль северо-западного берега и в центральной части Байкала снег почти отсутствует. Он сносится отсюда ветром к юго-восточному берегу, где высота его составляет 10 - 15 см [128].

В течение зимы плотность снежного покрова меняется от 0,12 - 0,15 г/см^3 в начале ее до 0,20 - 0,22 г/см^3 к ее концу при снеготаянии. В горах и на побережье Байкала плотность снега изменяется от 0,13 - 0,16 г/см^3 в начале зимы до 0,28 - 0,32 г/см^3 в ее конце.

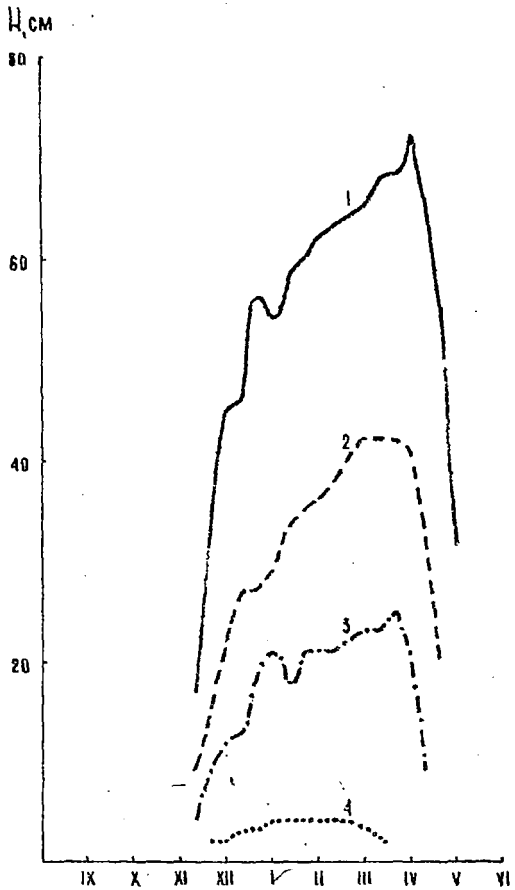


Рис. 6. Высота снежного покрова: I - Сосновка, 2 - Нижне-Ангарск, 3 - г. Бабушкин, 4 - пос. Хоринск

Для распределения запасов воды в снежном покрове на территории характерна общая закономерность увеличения запасов воды с увеличением высоты снежного покрова. Наибольшие запасы воды в снеге бывают во второй декаде февраля - третьей декаде марта (табл.6). Максимальные снегозапасы, слоем воды в 100 мм и более, отмечаются на станциях, расположенных на побережье Байкала, а также в горах. На наветренных склонах Хамар-Дабана максимальные запасы воды в снеге превышают 390 мм.,в то же время в днищах котловин Забайкалья они составляют всего 15 - 20 мм.

Период залегания снега изменяется в широких пределах. В горах Прибайкалья снег лежит в среднем 200 - 280 дней, на побережье Байкала 170 - 190 дней, а в долине р.Селенги из-за раннего испарения снега и его небольшой мощности всего 100 - 130 дней. Местами в горах снег не успевает растаять за короткое лето, и там образуются небольшие снежники. Ледники в бассейне Байкала не обнаружены.

Устойчивый снежный покров устанавливается не одновременно.Первоначально (в третью декаду сентября) он формируется в зонах высоких горных хребтов. На Селенгинском среднегорье устойчивый снежный покров устанавливается в первой и второй декадах ноября, на побережье Байкала - в первой половине ноября.

Устойчивый снежный покров в котловинах появляется позже установления отрицательных среднесуточных температур воздуха, поэтому он ложится на мерзлую почву и сходит раньше оттаивания ее поверхности.

Разрушение снежного покрова начинается на большей части территории в марте - апреле. Полный сход снега наблюдается на 1 - 3 недели позже. В горах сплошной снежный покров исчезает в мае, а в некоторых районах даже в июне.

Переход средней суточной температуры воздуха через 0^0 осуществляется в котловинах и днищах долин на 3 - 7 дней, а в горах на 10 - 25 дней раньше, чем сход снежного покрова. В ряде степных участков снежный покров сходит при отрицательных температурах воздуха.

Таблица 6

Запасы воды в снежном покрове за последний день декады, мм

Участок	X			XI			XII			I			II			III			IУ			У		Среднее из наибольших за зиму
	I	2	3	I	2	3	I	2	3	I	2	3	I	2	3	I	2	3	I	2	3	I	2	
Хамар-Дабан																								
Поляна в лесу	23	39	66	86	I00	II2	I26	I39	I48	I6I	I73	I80	I88	204	209	222	232	252	263	274	282	255	I47	308
Уоян																								
В лесу под кронами			8	I4	20	25	30	33	35	38	4I	44	47	49	50	53	55	54	52	42				59
Баргузин																								
Поле			I0	I6	25	28	37	38	42	42	40	40	38	34	33	30	24							48
В лесу под кронами			I4	28	35	45	54	62	76	82	85	85	88	90	9I	9I	87	77	55					94
Горячинск																								
Поле					I6	26	40	44	57	57	57	57	57	57	57	57	56	54	I9					72
Икатский перевал																								
В лесу под кронами	I6	26	38	47	55	67	73	78	85	9I	93	97	I03	I03	I07	I09	I24	I24	I29	I36	I22	97		I5I
Ново-Селенгинск																								
Поле									7	I2	II	I2	II	II	II	I0								I6.
Хилок																								
Поле						9	I3	I4	I8	20	20	22	22	2I	I9	I6								38
В лесу					7	I4	I7	2I	2I	26	28	29	29	3I	3I	33	28	I9						29
Менза																								
Поле					6	8	I0	II	I2	I2	I5	I9	20	22	23	22	I8	I4						25

Почвы и растительность

Распределение почв и растительности тесно связано с климатическими и геолого-орографическими особенностями бассейна. Ввиду значительного разнообразия физико-географических условий, в пределах бассейна встречаются почти все типы почв - от болотистых и подзолистых до черноземных, каштановых и солончаковых. В Забайкалье на близком расстоянии друг от друга развиты почвы таежных лесов и каштановые почвы сухих степей. Наибольшее распространение получили почвы горно-мерзлотно-таежные подзолистые и кислые неоподзоленные, занимающие средние и нижние части склонов гор. Они формируются под лиственничными и кедрово-пихтовыми лесами на каменистом эллювии и делювии горных пород.

В горах можно выделить следующие почвенно-растительные пояса. В первую очередь это степи, они на юге Забайкалья поднимаются по склонам гор до высот 900 - I 000 м, а на севере Забайкалья - до высот 500 - 600 м. Выше идет пояс лесостепи, который на юге Забайкалья доходит до высот I 000 - I 200 м. Лесостепь сменяется лесным поясом, поднимающимся до высот I 700 - I 900 м. В пределах I 900 - 2 200 м расположен субальпийский, или кустарниковый, пояс, а еще выше - высокогорный альпийский и горно-тундровый [54] .

Степи не представляют единого массива, а состоят из отдельных участков, которые располагаются преимущественно южнее 54° с.ш. Они занимают небольшие площади в Баргузинской котловине, бассейне Селенги и на о.Ольхон. Еравнинские, Верхнеудинские и Баргузинские степи относятся к разнотравно-злаковым, но видовой состав их беден. В Баргузинских степях развиты каштановые и светло-каштановые почвы, а в Еравнинских - каштановые и черноземные почвы. Формируются эти почвы на гравелистых песчаных или супесчаных отложениях.

Характерной чертой сухих степей является относительно широкое распространение солончаков, которые развиты в замкнутых понижениях.

Выше степей располагаются сосновые или лиственнично-березовые лесостепи на выщелоченных черноземах и темно-серых лесных почвах. Особенно высоко (до I 400 м) лесостепная растительность поднимается на южном склоне Малого Хамар-Дабана.

Большие площади занимают горно-таежные леса, состоящие из лиственницы даурской, лиственницы сибирской и сосны обыкновенной с примесью ели, пихты сибирской, кедра. В северных районах преобладает даурская лиственница. На более влажных участках в западной части Хамар-Дабана и в хребте Улан-Бургасы - на оподзоленных почвах растут кедрово-лиственничные и кедровые леса. Северные склоны Хамар-Дабана, а также западные склоны Байкальского и Баргузинского хребтов покрыты темнохвойной тайгой с преобладанием пихты, кедра и ели. В Забайкалье видовой состав тайги меняется. Основными породами становятся даурская лиственница и реже сосна с подлеском из рододендрона, ольхи или березового ерника.

Под тайгой формируются маломощные щебенистые горноподзолистые почвы, обладающие сравнительно хорошей структурой. Наземный покров образован гипновыми мхами и тенелюбивым разнотравьем [48].

Среди тайги, по падям и речным долинам, где многолетняя мерзлота залегает неглубоко, на увлажненных торфяно-болотистых почвах распространены осоковые болота и влажные луга.

В южных, более освоенных районах хвойные леса нижней части зоны, как правило, вырублены, и на их месте произрастают вторичные березовые и осиново-березовые леса. Верхняя граница лесов окаймлена субальпийским поясом кустарников, состоящих из труднопроходимых зарослей кедрового стланика с примесью березы и кассионей, альпийской толокнянки, можжевельника и кашкары. Под кустарниками развиты щебенистые скелетные почвы или каменные россыпи. Выше пояса кустарников поверхность гольцов часто покрыта горной тундрой и каменными россыпями. В тундре господствуют небольшие куртины кедрового стланика, багульника, голубики, брусники и лишайников.

Следует отметить существенное влияние Байкала на растительность побережий, сказывающееся в том, что степи здесь почти повсеместно вытеснены спускающимися непосредственно к озеру лесами. В прибрежной зоне Байкала во многих местах встречаются участки песчаных и озерных отложений.

Многолетняя и сезонная мерзлота оказывает большое влияние на формирование почв.

Условия тепло- и влагообмена почв и горных пород с ат-

мосферой в значительной степени определяются внутриконтинентальным и в то же время относительно южным положением территории, господством зимнего антициклона, содействующего интенсивному теплоизлучению почв. Горно-котловинный рельеф усиливает охлаждение поверхности земли. Мерзлые толщи приурочены в основном к днищам долин, котловин и к северным склонам.

Большая часть тепла переувлажненных почв тратится на испарение. Ввиду этого почвогрунты прогреваются на небольшую глубину и при ограниченных теплоэнергетических ресурсах здесь формируются многолетнемерзлые горные породы. Даже в степях, на локально заболоченных землях, встречаются мерзлые толщи грунтов. На всей территории горного обрамления Байкала отмечается многолетняя мерзлота с отдельными островами таликов. Мощность многолетнемерзлых пород колеблется в пределах 30 - 80 м, температура слоя оставляет -I,0 -I,5^0 [I22].

В пределах Забайкалья прослеживается зонально-поясное расположение многолетнемерзлых горных пород. К территории островного их распространения относятся южные районы Селенгинского среднегорья. В северной части и по окраинам среднегорья мерзлые породы встречаются чаще, мощность их достигает 40 - 60 м, а температура -I^0 [I6].

Динамика сезонного промерзания и оттаивания грунтов в бассейне изучена слабо. Мощность деятельного слоя на побережье Байкала составляет I,5 - 2,0 м и зависит от метеорологических условий. Максимальная глубина сезонного промерзания в степных котловинах 5 - 6 м. Обычные глубины промерзания песчаных грунтов составляют 3 - 4 м, супесчано-суглинистых - до 3 м [I6]. Сезонного промерзания грунтов не происходит на дне озер и под руслами крупных рек.

Сезонное протаивание грунтов также изменяется в широких пределах. Наименьшая его глубина свойственна залесенным северным склонам (0,3 - I,0 м) и заболоченным участкам дна долин (0,5 - I,5 м). Незначительное протаивание типично и для высокогорий. Наибольшая глубина сезонного протаивания (3 - 6 м) отмечается в южных степных зонах [I6].

Многолетняя мерзлота, залегая на небольшой глубине от дневной поверхности и являясь хорошим водоупором, повышает коэффициент поверхностного стока и уменьшает подземное питание.

ГЛАВА II

ГИДРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ БАЙКАЛА

Количество рек, впадающих в Байкал. Определение нижней границы рек

Самым большим притоком Байкала является р.Селенга. Подавляющая часть (83%) всей площади бассейна Байкала занята ее бассейном. К другим значительным притокам Байкала (длиной более 100 км) относятся рр.Верхняя Ангара, Баргузин, Турка, Снежная, Кичера, Голоустная, Тыя, Томпуда и Кика. Большинство остальных притоков представляет собой сравнительно небольшие горные реки, ручьи и временные водотоки.

Вопрос о количестве рек, впадающих в Байкал, до настоящего времени не является установленным. В литературе о Байкале указывается разное количество впадающих в него рек. Так, Н.Семивский [113] еще в 1817 г. писал, что в Байкал впадает 217 рек протяженностью от 10 до 50 верст. Известный исследователь Байкала И.Д.Черский [149] в своем отчете по геологии береговой полосы Байкала отмечал: "Всех притоков Байкала, включая и ключи, протекающие все-таки в самостоятельных долинах, можно насчитать 336, распределяющихся таким образом, что на юго-восточном берегу их 202, на северо-западном 126 и на острове Ольхон 8".

В более поздних работах также нет единого мнения в этом отношении. Например, В.М.Бояркин [23] считает, что в Байкал впадает 544 "речки" разной длины (здесь слово "речка" как

неправильный термин взято в кавычки).

К.К.Вотинцев с соавторами [46] более осторожно отмечает, что на подробных картах можно насчитать свыше 500 рек, "речек", ручьев и временных водотоков, несущих свои воды в озеро. Н.А.Гвоздецкий и Н.И.Михайлов [48] указывают, что в Байкал впадает более 400 рек.

Противоречивость и неопределенность данных о количестве рек, впадающих в Байкал, объясняется главным образом отсутствием единого принципа при выделении рек. Часто реки отождествляются с горными распадками, по дну которых(временно в период снеготаяния или выпадения дождей) стекают воды.

В гидрологической, географической и словарно-справочной литературе приводится несколько определений понятия "река". Наиболее полное определение дано П.С. Кузиным [87] : "Река - это значительный водный поток, текущий в разработанном им русле и питающийся стоком атмосферных осадков со своего водосбора".

Но в этом определении не отражены важные особенности реки - продолжительность речного стока и ее водоносность. Неясно также какой водный поток следует считать значительным, а какой незначительным. Все водные потоки П.С.Кузин разделяет на две большие группы: постоянные водотоки (реки) и временные. Между этими основными группами существуют переходы, когда довольно крупные реки являются временными водотоками. На малых реках, ввиду отсутствия устойчивого грунтового питания, довольно часто наблюдается прерывистый сток. Таким образом, к рекам здесь отнесены как постоянные, так и временные водотоки. Нет определенности и в разграничении временных водотоков на реки и "собственно" временные водотоки. Реки, в зависимости от размера, делятся на большие, средние и малые. По величине площади водосбора П.С.Кузин выделил следующие группы равнинных рек: малые, имеющие площадь водосбора в пределах от I 000 - 2 000 км^2, средние - 2 000 - 50 000 км^2 и большие - свыше 50 000 - I00 000 км^2.

Малые, средние и большие равнинные реки по площадям водосборов и другим гидрографическим показателям могут быть значительно крупнее (по имеющимся данным до десяти раз) по сравнению с горными реками, так как изменение природных ус-

ловий в горах происходит гораздо быстрее, чем на равнинах. Поэтому деление рек на большие, средние и малые должно производиться раздельно для равнинных и горных рек [87].

А.В.Огиевский [103] делит реки по длине, площади бассейна и величине среднегодового расхода, недостаточно увязывая между собой эти показатели.

Г.В.Бачурин [18] предложил классификацию рек по их величине. С понятием "величина реки" связываются представления о размерах площади водосбора, длине реки, ее расходах и т.д. Он выделяет пять основных классов рек: очень малые, малые, средние, большие и очень большие. Каждый класс разделен на три группы. Основным признаком при разделении рек принята площадь водосбора. Единое деление рек по величине (площади водосбора, среднегодовому расходу, длине реки) произведено для равнинных рек зоны достаточного и избыточного увлажнения (лесная зона и зона тундры). По величине площади водосбора дано деление рек для лесостепных, степных и полупустынных районов, а также для невысоких горных систем Урала, Восточной Сибири и Дальнего Востока, за исключением высокогорных систем Алтая, Саян, Камчатки с водосборами, расположенными на высотах 2 000 и более метров абсолютной высоты.

Рассмотренная классификация уточняет и углубляет существующие схемы деления рек по их величине. Интересно, что в ней выделены классы и группы рек в зависимости от расхода воды, площади водосбора и длины реки. По этой классификации, как отмечает ее автор, понятия "малая река", "средняя река" и другие приобретают определенность. Однако деление рек произведено излишне подробно. Вряд ли целесообразно вводить при подразделении рек такие понятия как "очень малые реки" и "очень большие реки". Деление рек на три группы четко не обосновано.

К.П.Воскресенский [43] предложил делить реки исходя из условий формирования их стока и характера водного режима. В соответствии с таким делением большая река протекает в нескольких географических зонах. Режим ее сложный. Сток больших рек является транзитным в пределах отдельных географических зон и часто по величине не соответствует данным зонам. Средняя река протекает в пределах одной географической зоны.

Сток ее формируется в более или менее однородных физикогеографических условиях. Она получает все виды питания в том характерном соотношении, которое свойственно данному физико-географическому району. Изменение стока средних рек по территории подчиняется закону географической зональности.

Малая река имеет сток в течение всего года или кратковременно пересыхает и перемерзает и неполностью дренирует подземные воды. Сток малой реки может значительно отличаться от его зональной величины вследствие влияния местных факторов. Он может быть как больше, так и меньше ее.

Такое деление рек - весьма важное для понимания закономерностей формирования водного режима - все же содержит некоторые недостатки. Так, большая река, обладающая сложным режимом, может располагаться и в пределах одной географической зоны (например, реки Припять, Амур и др.). Закону географической зональности подчиняются не только средние, но и малые, и большие реки. Перемерзание и пересыхание свойственны не только малым, но и средним, а иногда и некоторым большим рекам.

Дальнейшим дополнением и развитием предложения К.П.Воскресенского является деление рек, принадлежащее П.С.Кузину [87]. Основываясь на генетических положениях А.И.Воейкова и В.Г.Глушкова о том, что малые и средние реки дают более правильное представление о режиме того или иного района, и о наличии в природе своих (т.е. местных) и чужих (т.е. транзитных) вод, П.С.Кузин разделил реки и по характеру режима на реки с зональным, азональным и полизональным режимом.

Зональный или простой режим (свои воды) более всего свойствен каждой географической зоне. Он проявляется как на средних, так и на малых реках зоны независимо от того, дренируют или не дренируют их русла грунтовые воды, а также независимо (конечно, в известных пределах) от величины среднего годового многолетнего стока, который может существенно варьировать в пределах данной зоны, так как он помимо осадков и испарения в известной мере зависит также от величины грунтового стока. Различие в среднем годовом стоке, равно как и отсутствие грунтового стока на малых реках в пределах географической зоны, не дает оснований считать их режим азональным.

Азональный то есть также простой режим (и также свои

воды), сформированный климатическими условиями в пределах данной географической зоны, но сильно измененный местными природными особенностями (например, озерами, болотами, карстом, песчано-галечными отложениями), встречается довольно редко (за исключением отдельных областей). Этот режим может проявляться как на малых, так и на средних реках. В целом он несвойствен подавляющей части рек данной географической зоны.

Полизональный, то есть сложный режим, формирующийся преимущественно за пределами данной географической зоны, свойствен главным образом большим рекам. В отдельных случаях он встречается в пределах одной географической зоны (рр.Припять, Амур и др.). Сложный режим имеют реки, текущие близ горных возвышенностей, когда одни их притоки берут начало в горах, а другие - на низменностях (рр.Печора, Тобол и др.).

Далее П.С.Кузин совершенно справедливо отметил, что для классификации рек и гидрологического районирования наибольшее значение безусловно имеют малые и средние реки, и не только потому, что они обладают зональным режимом, но и вследствие того,что они составляют подавляющее большинство рек земного шара.

Признавая большую важность этой классификации для познания природы рек, необходимо отметить, что она не вносит определенности в понятия "малая река", "средняя река" и "большая река". Например, к рекам с зональным режимом можно отнести средние и малые водотоки определенной зоны как с постоянным, так и с временным стоком.

Классификация рек на основе учета закономерностей формирования стока в различных ландшафтных зонах станет более полной и правильной, если она будет расширена делением рек по величине.

Из краткого обзора классификаций рек по различным признакам ясно, что вопрос об установлении границы между малыми и средними и между средними и большими реками получил более или менее правильное решение. Однако до сих пор еще не сформулированы основные положения по установлению нижней границы рек. Не разработаны рекомендации по разделению водотоков на малые реки, ручьи и "собственно" временные водотоки.

При таком положении можно насчитать большое число рек,

впадающих в Байкал. По существу почти по всем горным распадкам на побережье озера в период выпадения длительных дождей и при дружном снеготаянии наблюдается сток.

Вопрос об установлении нижней границы рек исключительно актуален и имеет научное и практическое значение. Достаточно отметить, что методы исследования и использования малых рек, с одной стороны и ручьев и "собственно" временных водотоков с другой, различны. Эти водные обьекты генетически неоднородны. Они не могут быть обьединены в систему при гидрологическом районировании, гидрологических расчетах и прогнозах.

Расшифровка термина "ручей" дана в гидрологическом словаре [139] : "ручей" - небольшой постоянный или временный водоток, образованный стеканием снеговых или дождевых вод, или выходами на поверхность подземных вод".

В приведенной формулировке четкой границы между малой рекой и ручьем нет. Само же определение является довольно общим, из него трудно установить различие между малой рекой и ручьем. Вместе с тем, термины "малая река" и "ручей" - не синонимы, это самостоятельные понятия.

Согласно справочной литературе, кратковременно перемерзающие и пересыхающие водотоки можно одновременно отнести к рекам и к "собственно" временным водотокам, так как неизвестно, какой перерыв в стоке следует считать кратковременным.

В связи с разнообразием природных условий деление водотоков на классы и их сопоставление лучше проводить в пределах однородных географических зон. В основу деления рек должны быть положены следующие основные признаки: климат бассейна, географическая зона, водный режим, длина реки или площадь водосбора, водоносность потока, продолжительность перемерзания или пересыхания потока, разработанность русла, подземное питание, число притоков.

На основе анализа картографического и гидрометеорологического материала, а также натурных наблюдений оказалось возможным установить нижнюю границу малых рек, впадающих в Байкал. Большинство малых рек, впадающих в Байкал, находится в горно-таежной зоне с избыточным увлажнением. Реки характеризуются ясно выраженным весенним половодьем, высокими летне-осенними паводками, короткой прерывистой летней и длительной,

низкой зимней меженью. Перерыв в стоке из-за перемерзания и пересыхания не превышает 3 - 4 месяцев в году. Длина малых рек, как правило, более 10 км. Русло четко выражено, водоносность близка к зональной или отличается от нее не более, чем на 20% (за исключением рек с азональным режимом). Расходы воды на нижнем участке малой реки в летнюю межень в 2 - 3 раза и более превышают эти величины на верхнем участке.

Ручьи обычно берут начало у выхода подземных вод на дневную поверхность или из болота. Они не имеют притоков. В летнюю межень сток в русле ручья не прекращается. В отличие от малой реки расход воды в ручье на нижнем участке в этот период мало отличается от своего значения в истоке (не более чем в 2 раза). По мере увеличения длины, расходов воды, глубины вреза, числа впадающих притоков ручьи могут переходить в малые реки, малые реки - в средние, а средние - в большие. Большая часть ручьев, и "собственно" временных водотоков впадающих в Байкал, имеет длину менее 10 км."Собственно" временные водотоки питаются стоком атмосферных осадков со своего водосбора в период выпадения дождей и снеготаяния. Подземное питание ничтожно мало, а в межень отсутствует. Русло их слабо разработано. Перерыв в стоке имеет общую продолжительность более пяти месяцев в году.

Для рек, впадающих в Байкал, предлагается следующее деление по длине водотока: большие реки - более 500 км, средние реки - от 101 до 500 км, малые реки - от 10 до 100 км, а ручьи и " собственно" временные водотоки - менее 10 км.

Следует отметить, что сформулированные положения о выделении нижней границы рек не могут претендовать на то, чтобы охватить все частные случаи, встречающиеся в природе.

Например, водоток Вторая Шестипалиха, стекающий с северных склонов Хамар-Дабана, имеет средний годовой расход воды в нижнем течении (пункт д.Осиновка) 0,16 $м^3$/сек, что соответствует модулю стока 36,6 л/сек.$км^2$. Перерыва в стоке у Второй Шестипалихи не наблюдается. По водоносности, продолжительности стока в году,разработанности русла горный водоток Вторая Шестипалиха можно отнести к группе малых рек, хотя длина его составляет всего 3 км.

На основании разработанных положений по разделению рек

и полученных данных по длинам водотоков, материалов Забайкальского УГМС [144], оказалось возможным выделить следующие группы водотоков, впадающих в Байкал. Количество больших рек 1, средних 9, малых 123, ручьев и "собственно" временных водотоков 367 (с учетом 9-ти водотоков о.Ольхон).

Ниже в таблице 7 приводится деление водотоков по их длине.

Таблица 7

Деление водотоков, впадающих в Байкал, по их длине, км

Длина, км	Количество	Сумма
	Большие реки	
Более 500	1	1
	Средние реки	
От 500 до 201	3	4
От 200 до 101	6	10
	Малые реки	
От 100 до 51	10	20
От 50 до 26	23	43
От 25 до 10	90	133
Ручьи и "собственно" временные водотоки		
Менее 10	367	500

Подсчет числа водотоков и измерение их длины производились Забайкальским УГМС и частично автором (в порядке контроля) по крупномасштабным картам. При подсчете учитывались все водотоки, показанные на карте сплошной или пунктирной линией синего цвета независимо от размера этой линии, то есть практически все водотоки, длина которых превышает 0,5 км.

При разделении рек на группы в качестве основного морфологического признака принята их длина как довольно устойчивая и определенная характеристика. Сведения о длине рек бассейна Байкала от 10 км и более приведены в "Гидрологической изученности", т.16, вып.3.

Рассматривая вопросы гидрологической терминологии, необ-

ходимо сделать еще одно замечание. Нередко в литературе по географии, геологии и другим смежным дисциплинам употребляется неправильное бытовое выражение "речка" вместо правильного "малая река", "средняя река" или просто "река". В гидрологическом и географическом словарях [2, 130] не дано объяснения этому слову, так как оно не является общепринятым. Употребление неправильного термина "речка" в специальной литературе вносит путаницу и дополнительные трудности в определение понятия "река".

Характеристика основных притоков Байкала

Р е к а С е л е н г а (Селенгын-Гол, Селенгэ-Гол) - самый большой приток Байкала. "Селе - по-эвенкийски "железо", "селе-нга" - "железный", следовательно, Селенга - "река, где имеется железо" [99].

Площадь водосбора Селенги равна 447 060 км^2 [49], большая часть ее (299 000 км^2) расположена на территории МНР. Сесенга, берущая начало на Хангайском хребте, на высоте более I 000 м, получает свое название после слияния рек Мурэн и Идэр. Длина реки равна I 024 км, а принимая за исток р.Идэр, I 476 км. В пределах СССР расположена нижняя часть реки протяженностью 409 км.

Долина Селенги характеризуется чередованием котловинообразных расширений (до 25 км) и узких участков (до I км). В сужениях река течет в одном слабо извилистом русле, где нередки каменистые перекаты. В местах расширений река блуждает по пойме, образуя множество рукавов и проток, причем отдельные извилистые рукава удалены друг от друга на I0 - I5 км. Высота берегов реки I - 3 м. Ширина русла при низком уровне воды составляет в основном 50 - I50 м, расширяясь местами до 200 м и более. Глубины на плесах редко превышают 4 - 5 м, на перекатах уменьшаются до I,0 - 0,5 м. Скорость течения в межень составляет около I,0 м/сек, на отдельных перекатах она увеличивается до 2,0 - 2,5 м/сек [74].

На территории СССР Селенга протекает по гористой области Селенгинской Даурии, где пересекает горные кряжи, вследствие чего расширения в долине сменяются суженными участками. Значительные расширения имеют место при впадении в Селенгу крупных притоков. Ниже г.Улан-Удэ, пересекая хре-

бет Хамар-Дабан, река на протяжении 40 км течет в одном русле между скалистыми высокими (до 20 - 40 м) берегами. Подходя к Байкалу, Селенга образует обширную дельту, выступающую в озеро полукругом, протяженность ее вдоль береговой линии достигает 60 км. Площадь дельты 680 км^2 [75]. Она прорезана значительным количеством рукавов. Во время сильного землетрясения 1861 г. произошло оседание части дельты и на этом месте образовался новый залив Провал. По данным Г.Ю.Верещагина [88], дельта за период с 1900 по 1943 гг. продвинулась на расстояние 0,5 км.

В пределах МНР Селенга принимает два больших притока: справа Орхон (несущий воды из горных степей Монголии), слева Эгин-Гол (вытекающий из оз.Хубсугул). На территории СССР Селенга принимает еще ряд больших притоков: слева Джиду и Темник, справа Чикой, Хилок и Уду.

Морфометрические данные по основным притокам р.Селенги приведены в таблице 8.

Таблица 8

Морфометрические данные по основным притокам р.Селенги

Название реки	Площадь водосбора, км^2	Длина, км	Берег, с которого впадает
Эгин-Гол	40 454	475	левый
Орхон	132 835	1 124	правый
Джида	23 500	567	левый
Темник	5 480	314	левый
Чикой	46 200	769	правый
Хилок	38 500	840	правый
Уда	34 800	467	правый

В пределах МНР Селенга отличается слабо развитой речной сетью, густота которой в среднем не превышает 0,1 км/км^2. В пределах СССР густота её речной сети составляет 0,47 км/км^2, а озерность 0,42% [81].

Дно реки в верхнем течении сложено преимущественно га-

лечниковыми и галечниково-песчаными, а в среднем и нижнем течении - песчано-галечниковыми, местами илисто-песчаными легко размываемыми грунтами.

Средний годовой расход воды в нижнем течении у разъезда Мостового равен 935 $м^3$/сек, а в устье реки он составляет I 000 $м^3$/сек, что соответствует модулю стока 2,2 л/сек·$км^2$.

Р е к а В е р х н я я А н г а р а является вторым по водности притоком Байкала, она берет начало на Байкало-Витимском водоразделе. Впадает Верхняя Ангара в северную оконечность Байкала. Площадь водосбора равна 21 400 $км^2$, длина реки 438 км [49].

По характеру русла и долины Верхняя Ангара может быть условно разделена на 3 участка: I) верхний - от истока до впадения р. Янчукан, протяженностью 112 км; 2) средний - от устья р. Янчукан до устья р.Светлой, длиной 228 км; 3)нижний - от устья р. Светлой до впадения в Байкал, длиной 98 км.

На верхнем участке река течет в узкой горной долине, сжатой слева Северо-Муйским и справа Делюн-Уранским хребтами. Русло каменистое, изобилует перекатами и порогами. Уклоны и скорости течения довольно велики.

На среднем участке река после выхода из гор течет по широкой (до 40 км) котловине, простирающейся на юго-запад. Перед впадением р. Светлой долина суживается до 7 - I0 км.

На нижнем участке река протекает по широкой болотистой долине. Пойма здесь изрезана старицами и озерами. При впадении в Байкал река образует обширную заболоченную дельту, тянующуюся вдоль берега почти на 20 км [75]. Дельта изобилует значительным количеством рукавов, проток и мелких озер. Западная часть её является общей и для р.Кичеры.

Речная сеть наиболее развита по левобережью. Основные притоки Верхней Ангары - Светлая и Котера, впадающие слева, и Чуро, впадающий справа. Густота речной сети составляет 0,45 км/$км^2$. Средний годовой расход воды в нижнем течении у с.Верхняя Заимка равен 254 $м^3$/сек, а в устье 263 $м^3$/сек, что соответствует модулю стока I2,3 л/сек. $км^2$.

Р е к а Б а р г у з и н берет начало на склонах Южно-Муйского хребта и впадает в Байкал на восточном побережье Баргузинского залива. Площадь водосбора равна 21 100 $км^2$,

длина 480 км. В верхнем течении на протяжении 100 км река имеет типично горный характер, течет в узкой ущельеобразной долине. После выхода из гор она проходит по дну широкой Баргузинской котловины длиной 190 км. Ширина долины здесь достигает 30 км. Сначала река протекает одним руслом, а затем разбивается на рукава. У р.п. Баргузин река прорезает отроги гор, долина становится узкой, образуются пороги. В 10 км от устья река выходит на широкую долину (8 - 9 км).

Бассейн Баргузина асимметричен. Наиболее развита в гидрографическом отношении его левобережная часть. Основные притоки Баргузина впадают с левого берега - это Гарга, Аргода и Ина. Густота речной сети здесь составляет 0,49 км/км^2.

Средний годовой расход Баргузина в нижнем течении у р.п.Баргузин равен 124 м^3/сек, а в устье 132 м^3/сек, что соответствует модулю стока 6,25 л/сек.км^2.

Р е к а Т у р к а стекает с восточного побережья Байкала и впадает в него южнее Баргузинского залива. Площадь водосбора 5 870 км^2, длина реки 227 км. В верхней части водосбора река течет в узкой горной долине, сжатой хребтами, справа - Икатским, слева - Улан-Бургасы. Русло ее каменистое,изобилует перекатами и порогами, уклоны и скорости течения довольно велики. Перед впадением притока Ямбуи (в 184 км от устья) долина незначительно расширяется, в 7 км от устья она становится широкой. Устье реки довольно узкое, не превышает 50 - 60 м. На нижнем участке бассейна р. Турки расположено крупное Котокельское озеро, площадь водного зеркала которого составляет 68,9 км^2.

К основным притокам Турки относятся Ямбуй и Голонда, впадающие справа. Средний годовой расход воды в пункте с.Охотино (5,2 км от устья) равен 46,2 м^3/сек, что соответствует модулю стока 8,97 л/сек.км^2.

Р е к а С н е ж н а я берет своё начало с отрогов Хангарульского хребта и впадает в южную оконечность Байкала. Площадь водосбора реки 3 020 км^2,длина 173 км. В верхнем течении Снежная протекает в узкой долине, которая здесь простирается с запада на восток параллельно хребту Хамар-Дабан. После впадения правого притока Урдо-Оглок (77 км от устья) река резко поворачивает на северо-восток и прорезает Хамар-Дабан.

В нижнем течении долина расширяется и имеет северное направление. Речная сеть хорошо развита. Со склонов Хамар-Дабана стекают многочисленные притоки, к основным относятся Субутуй, Шибетуй, Юнкуцук и Ара-Буректай, впадающие с левого берега, а также Зубкосун и Селенгинка, впадающие справа. Средний годовой расход воды реки в нижнем течении (6 км от устья) в пункте ст. Выдрино равен 48,I $м^3$/сек, что соответствует модулю стока I6,0 л/сек.$км^2$.

Р е к а К и ч е р а впадает в северную оконечность Байкала, истоки ее находятся в пределах Северо-Байкальского нагорья. Площадь водосбора составляет 2 430 $км^2$, длина реки I26 км. В верхней части водосбора на протяжении I0 - I5 км река протекает в узкой корытообразной долине между крутыми склонами гольцов. Русло каменистое, скорости течения довольно велики. Затем река течет через цепь крупных озер: Кулинду, первое Верхне-Кичерское и второе Верхне-Кичерское. Между озерами река образует небольшие озеровидные расширения, протяженность этого участка 20 км [53]. Ниже Верхне-Кичерских озер долина реки несколько расширяется, но все же по-прежнему сжата горами. Русло здесь образует крутые извилины и изобилует порогами и лесными завалами. Дно реки грубокаменистое или галечное.

Нижняя часть реки протяжением около 40 км расположена в широкой заболоченной долине. Берега имеют высоту I,0 - I,5 м, дно песчано-илистое, течение спокойное, русло извилистое. В долине нижнего участка реки находится много озер. Наиболее крупные из них - Сикиликан, Большое Кичерское (Нижне-Кичерское) и Туркукит. На расстоянии I8 км от устья Кичера соединяется с Верхней Ангарой протокой Ангарокан. Впадая в Байкал, река образует Кичерскую дельту шириной I50 м. Восточнее Кичерской дельты начинается дельта Верхней Ангары.

Наибольшим притоком Кичеры является река Холодная, впадающая в нее справа, в I7 км от устья.

Средний годовой расход воды Холодной у пос.Холодная равен 2I,8 $м^3$/сек. Средний годовой расход Кичеры в устье составляет (40,6) $м^3$/сек, что соответствует модулю стока I6,7 л/сек·$км^2$.

Р е к а Г о л о у с т н а я берет начало на северных склонах Приморского хребта и протекает по долине между Онотским и Приморским хребтами параллельно берегу Байкала. Затем, поворачивая на юго-восток, она прорезает Приморский хребет и впадает в юго-западную оконечность Байкала, в 48 км к северо-востоку от истока Ангары. В приустьевой части река образует широкую, местами заболоченную дельту. Площадь водосбора Голоустной равна 2 300 км^2, длина ее 122 км. Средний годовой расход воды Голоустной в пункте с.Большое Голоустное (4 км от устья) 9,58 м^3/сек, что соответствует модулю стока 4,24 л/сек км^2.

Р е к а Т ы я стекает с южных склонов хребта Сынныр (Северо-Байкальское нагорье) и впадает в Байкал на северо-западе. Река имеет типично горный характер. Площадь водосбора равна 2 580 км^2, длина 120 км. При впадении в озеро река разбивается на несколько рукавов. Основные притоки Тыи - Ондоко и Уокит, впадающие с правого берега. Средний годовой расход воды Тыи в устье равен 40,1 м^3/сек, что соответствует модулю стока 15,6 л/сек.км^2.

Р е к а Т о м п у д а берет начало на западном склоне Баргузинского хребта и впадает в Байкал в 65 км к югу от устья Верхней Ангары. В верхнем и среднем течении она протекает в узкой долине, русло ее каменисто-галечное, изобилует перекатами и порогами, уклоны и скорости течения довольно велики. В приустьевой части Томпуда образует дельту с несколькими разветвлениями и рядом озер, дно реки здесь песчаное [46]. Площадь водосбора Томпуды равна 1 810 км^2, длина 108 км. Река принимает ряд притоков, важнейшими из них являются Топо, Согзенная и Тулунная. Средний годовой расход воды в устье составляет 27,7 м^3/сек, что соответствует модулю стока 15,3 л/сек·км^2.

Р е к а К и к а стекает с западных склонов хребта Улан-Бургасы и впадает в Байкал в 26 км к юго-западу от устья р.Турки. В верхнем течении она имеет типично горный характер. После впадения правого притока Хаим долина реки становится широкой. Течение в предустьевой части сравнительно медленное, дно песчаное. Площадь водосбора Кики 2 010 км^2, длина 107 км. Средний годовой расход воды Кики в пункте с.Хаим (44 км от устья) составляет 26,3 м^3/сек, что соответствует модулю стока

15,1 л/сек. км^2.

В таблице 9 приведены основные гидрографические характеристики для главных притоков Байкала.

Таблица 9

Основные гидрографические характеристики главных притоков Байкала

Река	Пункт	Площадь водосбора, км^2	Средняя высота водосбора, м	Средний уклон реки, %	Озерность, %	Заболоченность, %	Лесистость, %
Селенга	разъезд Мостовой	440 000	763	-	-	-	-
Селенга	устье	447 060	-	-	-	-	-
Верхняя Ангара	с.Верхняя Ангара	20 600	1 170	2,98	0,7	4	37
Баргузин	р.п.Баргузин	19 800	1 150	3,79	0,8	6	49
Турка	с.Охотино	5 150	1 160	3,71	менее 0,1	4	65
Снежная	ст.Выдрино	3 000	1 490	10,6	0,1	менее 1,0	77
Голоустная	с.Большое Голоустное	2 260	836	3,75	менее 0,1	2	92
Тыя	д.Тыя	2 580	1 220	7,71	0,5	менее 1,0	61
Томпуда	п.Томпуда	1 810	1 520	11,9	1,0	менее 1,0	14
Кика	с.Хаим	1 740	1 050	12,6	менее 0,1	2	49

В заключение приведем краткую гидрографическую характеристику Ангары а также сведения по морфометрии Байкала.

Река Ангара вытекает из юго-западной части Байкала полноводным широким потоком, прорезая при этом сложенный из гранитов Приморский хребет. Ангара впадает в Енисей справа на 2 137 км от его устья. Площадь водосбора Ангары, включая бассейн Байкала, равна 1 039 000 км^2, без бассейна Байкала от ее истока 468 000 км^2, длина ее 1 779 км. Общее падение реки составляет 380 м [116].

Важная особенность Ангары - её тесная связь с Байкалом. Питание реки из такого крупного озера обеспечивает высокую зарегулированность стока.

По характеру долины и русла Ангара условно делится на три участка: I) верхний - от истока до впадения р.Оки, протяженностью 644 км; 2) средний - от устья р.Оки до устья р.Илим, длиной 28I км; 3) нижний - от устья р.Илим до впадения в Енисей, длиной 854 км.

На Ангаре от ее истока до плотины Иркутской ГЭС образовалось Иркутское водохранилище, от плотины Братской ГЭС до устья р.Тельменки - Братское водохранилище и от плотины Усть-Илимской ГЭС до плотины Братской ГЭС - Усть-Илимское водохранилище.

От истока до впадения р.Оки, Ангара течет в хорошо разработанной долине. Левый берег её преимущественно высокий, правый низкий. Наиболее крупными притоками, впадающими в Ангару (водохранилище) слева, между створами Иркутской и Братской ГЭС, является рр.Иркут, Китой, Белая и Ока. Правобережные притоки, стекающие с Ангаро-Ленского водораздела, сравнительно невелики. Среди них выделяется протяженностью лишь р.Куда. Долина Ангары на верхнем участке имеет в общем северо-западное направление.

Ниже впадения р.Оки Ангара вступает в трапповую область Средне-Сибирского плоскогорья, долина здесь характеризуется чередованием озеровидных расширений и узких скалистых теснин. На участках, сложенных менее стойкими породами, долина расширяется, русло разбивается на рукова, скорость течения сильно уменьшается. Однако там, где река пересекает твердые кристаллические породы, долина принимает ущельеобразный характер, река превращается в бурный поток, в русле один за другим следуют большие пороги. Скорость течения на порожистом участке местами превышает 4 м/сек. Ранее на Ангаре насчитывалось около 50 порогов и шивер (каменнистых перекатов), большинство из которых затоплены водами Братского и Усть-Илимского водохранилищ.

На среднем участке Ангара сколько-нибудь значительных притоков не принимает. После впадения р.Илим на протяжении 15 км Ангара протекает в узкой, ущельеобразной долине шири-

ной до 800 м, прорывая толщу диабазов. По выходе из ущелья река протекает в широкой долине с редкими сужениями. Нижний участок отличается спокойным течением.

Здесь Ангара принимает ряд притоков, из которых наиболее крупные Илим, Тасеево и Чадобец. Густота речной сети Ангары составляет 0,30 км/км^2.

Средний годовой расход Ангары в истоке равен I 920 м^3/сек в устье 4 390 м^3 [143].

Озеро Байкал - самое глубокое пресноводное озеро на земном шаре. Наибольшая его глубина I 620 м (вблизи о.Ольхон), средняя глубина 730 м. Объем водной массы озера, 23 000 км^3, составляет 20% мировых запасов пресной воды высокого качества. Минерализация воды не превышает 0,I г на литр. Максимальная прозрачность вод Байкала достигает 40 м. Площадь бассейна Байкала (без площади озера) равна 539 500 км^2, площадь водного зеркала озера 3I 500 км^2. Длина Байкала 636 км, максимальная ширина 80 км (между селом Онгурен и устьем р.Баргузин), минимальная ширина 27 км (между устьем р.Бугульдейки и дельтой р.Селенги), средняя ширина 49 км, длина береговой линии 2 I00 км.

В Байкал впадает I33 реки и 367 ручьев и "собственно" временных водотоков. На Байкале 22 острова. Самый большой из них, Ольхон (729 км^2), лежит в средней части озера недалеко от западного побережья. Северо-восточнее Ольхона расположен архипелаг Ушканьи острова, состоящий из большого и трех маленьких островов.

Уровень Байкала с августа I959 г. находится в подпоре от плотины Иркутской ГЭС. Абсолютная отметка среднего уровня воды с учетом его повышения от Иркутской ГЭС на 9I см составляет 455,45 м.

ГЛАВА III

СРЕДНИЙ МНОГОЛЕТНИЙ СТОК И ЕГО ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Гидрологическая изученность

Изучение истории гидрологических исследований имеет исключительно важное значение, так как позволяет правильно оценить их современное состояние и наметить новые пути изучения водных ресурсов для решения различных водохозяйственных проблем. История изучения рек тесно связана с культурным и экономическим развитием страны и прежде всего с такими отраслями народного хозяйства как энергетика, водный транспорт, лесосплав и мелиорация.

Наиболее ранние отрывочные сведения о реках бассейна Байкала появились в первой половине ХУП века в сообщениях русских землепроходцев. В конце 40-х годов ХУП века казаки основали Баргузинский острог, ставший базой освоения южной Сибири. В этот период были получены некоторые сведения по гидрографии района, так как продвижение казаков совершалось в основном по рекам. Данные о природных особенностях бассейна Байкала содержатся в опубликованных дневниках русского посла Николая Спафария [125], посетившего в 1675 г. Прибайкалье на пути из Москвы в Пекин.

В первой половине ХУШ века исследованием рек Сибири занималась Великая Северная экспедиция (1733 - 1743 гг.). Результаты её работ были использованы при составлении "Атласа Российского".

Во второй половине XVIII века получили широкое развитие экспедиционные исследования Академии наук (1768 - 1774 гг.). Академик П.С. Паллас, посетивший Восточную Сибирь, составил первое гидрографическое описание р.Селенги от ее дельты до г.Кяхты [106]. Под руководством П.С.Палласа и И.Г.Георги штурманом А.Пушкаревым впервые выполнена съемка Байкала и сделаны его промеры, на основании чего была составлена карта озера в масштабе 10 верст в 1 дюйме. В 1790 г. экспедиция И.Г.Георги [117] работала в южной части Восточной Сибири, до Забайкалья, в её трудах сообщаются отрывочные сведения о водоемах посещенного района.

Изучение Восточной Сибири проводилось с 1855 г. Сибирской экспедицией Русского географического общества. В частности, были выполнены топографические и в небольшом объеме гидрографические исследования на рр.Баргузин и Верхняя Ангара.

В конце XIX века изучение рек бассейна Байкала становится более интенсивным и специализированным в связи со строительством Забайкальской железной дороги. Так, группой инженеров Министерства Путей сообщения в 1888 - 1894 гг. были произведены топографические и гидрологические исследования в бассейне р.Селенги с целью определения мостового перехода [76]. В 1902 г. Гидрографическая экспедиция Главного гидрографического управления под начальством Ф.К.Дриженко произвела крупные изыскания по Верхней Ангаре от устья до р.Чуро с целью освоения реки для судоходства.

Начало наблюдений над водностью притоков Байкала относится к первому десятилетию XX века. В 1907 - 1909 гг. изыскательской партией Управления внутренних водных путей и шоссейных дорог под начальством инженера А.К.Старицкого были выполнены инструментально-рекогносцировочные и гидрологические работы на рр.Селенге, Чикое и Баргузине. В июне 1907 г. А.К.Старицкий впервые организовал временную сеть водомерных постов на рр.Селенге, Чикое, Хилке и Уде, а также измерил расходы воды на рр. Селенге, Джиде, Чикое, Хилке, Уде, Темнике и Баргузине.

В 1915 г. сотрудниками партии Управления внутренних водных путей и шоссейных дорог под руководством инженера С.А.Васильева были исправлены планы Селенги, составленные в

1907 - 1909 гг, определены расходы воды наиболее значительных рек, впадающих в южную часть Байкала и выяснены гидроэнергетические ресурсы этих рек. Кроме того, была проведена рекогносцировка по р.Баргузин, а на р.Селенге на участке Усть-Кяхта - Улан-Удэ обставлен фарватер [126].

В отличие от дореволюционных исследований, проводившихся в узковедомственных целях, изучение рек в советский период на рассматриваемой территории, как и на всей территории Союза, характеризуется большими масштабами, целеустремленностью и комплексностью. В связи с общими задачами реконструкции водных путей, выявления энергетических ресурсов и развитием мелиоративных мероприятий большие изыскательские работы проведены на рр.Селенге,Темнике, Мантурихе, Мишихе, Переёмной, Верхней Ангаре, Баргузине и др. В период экспедиционных работ на реках проводились наблюдения за уровнем воды и измерялись расходы воды. Однако экспедиционный метод исследования рек не мог полностью удовлетворить растущие запросы водного транспорта, гидроэнергетики и других отраслей народного хозяйства, поэтому в 30-х годах начали интенсивно развиваться стационарные гидрологические наблюдения.

Важнейшим этапом в деле изучения рек и создания опорной гидрологической сети явилась организация в 1929 г. Гидрометеорологического комитета при Совете Народных Комиссаров СССР. В 1933 г. Комитет был преобразован в Центральное управление единой гидрометеорологической службы СССР, а в 1936 г. - в Главное управление гидрометеорологической службы СССР при Совете Министров СССР (ГУГМС). Под руководством гидрометеорологического комитета на базе ведомственных постов и станций была создана государственная гидрологическая и метеорологическая сеть. До создания Гидрометеорологического комитета в бассейне Байкала действовало 25 водомерных постов. Большинство их обслуживало речной и железнодорожный транспорт.

Постоянные гидрометрические работы на притоках Байкала начались в 1927 г., когда они охватывали лишь 40% общей площади бассейна. С 1933 г. гидрометрическая освещенность территории резко возрастает за счет включения в число изученных рр. Баргузина и Селенги.

Большая заслуга в организации опорной сети гидролога-

ческих станций и постов в бассейне Байкала принадлежит бывшему Бурят-Монгольскому, а также Читинскому и Иркутскому УГМС. В настоящее время Читинское УГМС руководит сетью, размещенной к востоку от Байкала, а Иркутское УГМС – по его западному побережью.

В годы Великой Отечественной войны изучение режима водных объектов не прекращалось. Помимо стационарных наблюдений с 1943 г. началось планомерное и систематическое исследование неизученных в гидрографическом отношении рек бассейна. В послевоенный период и особенно с 1950 г. стала заметно расширяться сеть стоковых пунктов и водомерных постов. Особенно сильно возросла сеть гидрологических станций и постов на малых реках, сток которых прежде был изучен крайне слабо.

Степень подробности изучения водных ресурсов рек какой-либо территории характеризуется числом и продолжительностью действия стоковых пунктов в ее пределах. Сеть гидрологических станций является фундаментом, на котором базируются инженерно-гидрологические расчеты и прогнозы, связанные с проектированием, строительством и эксплуатацией гидротехнических сооружений.

Наглядное представление о состоянии изученности стока рек бассейна Байкала дает таблица 10. На рисунке 1 показано размещение стоковых пунктов в бассейне.

В таблицу 10 включено 70 стоковых пунктов, действовавших на 1 января 1970 г. и 45 пунктов, закрытых ранее. Данные по годовому стоку имеются по 109 пунктам (приложение 1).

Из таблицы 10 видно, что большинство стоковых пунктов охватывают реки с площадью водосбора от 1 001 до 5 000 км^2.

Реки с площадью водосбора менее 100 км^2 имеют 11 стоковых пунктов, а с площадью водосбора более 50 000 км^2 5 стоковых пунктов. В среднем для бассейна Байкала (в пределах СССР) один действующий стоковый пункт приходится на 3 440 км^2, что ниже средней плотности по Советскому Союзу и оптимальной – для данной территории. Особенно слабо изучена северная часть бассейна. Так, на Верхней Ангаре, имеющей площадь водосбора 21 400 км^2, действует только один стоковый пункт. Почти совсем не изучены высокогорные (выше 1 500 м) и предгорные (ниже 800 м) бассейны рек. Наблюдениями в основном охвачены бас-

Таблица 10

Продолжительность наблюдений на стоковых пунктах и распределение их по площади водосбора

Продолжительность наблюдений над стоком, годы	Количество стоковых пунктов, площадь водосбора, км^2							Число пунктов
	менее 100	101-500	501-1 000	1 001-5 000	5 001-10 000	10 001-50 000	более 50 000	
До 5 лет	2	11	3	7	-	-	1	24
6-10	3	2	3	8	2	2	-	20
11-15	3	3	2	12	1	2	1	24
16-20	2	3	1	7	-	1	1	15
21-30	1	3	1	6	6	4	-	21
Более 30	-	1	2	1	-	5	2	11
Всего	11	23	12	41	9	14	5	115

сейны рек со средними высотами водосбора от 900 до 1 200 м.

При планировании гидрологических станций должен соблюдаться зонально-ландшафтный принцип, предусматривающий размещение станций на малых и средних реках всех основных ландшафтов как на равнинных территориях, так и в горных областях. Задача состоит в том, чтобы при наименьшем количестве пунктов наблюдений получить максимум гидрометеорологической информации [117].

Ближайшей задачей в деле изучения гидрологического режима рек бассейна Байкала является дальнейшее укрепление и развитие стационарной гидрологической и метеорологической сети. В работу сети должны всё шире внедряться водобалансовый и теплобалансовый методы изучения гидрологических явлений и процессов. Это требует более тесного, чем ранее, сочетания гидрологических, гидрогеологических и метеорологических наблюдений.

Эффективность использования гидрологической сети зависит не только от числа и продолжительности действия опорных пунктов, но и от их правильного размещения по территории. На-

блюдениями должны быть охвачены малые, средние и большие реки с учетом их репрезентативности и запросов народного хозяйства. При этом надо иметь в виду, что если на одной реке намечается организовать несколько станций, то величина приращения площади водосбора между соседними ств рами при прочих равных условиях должна различаться не менее чем на 10-20% [88].

Бассейн Байкала имеет важное народнохозяйственное значение. Изучение процессов формирования гидрологического режима и водного баланса в этом районе является весьма актуальным. Несмотря на это в бассейне до сих пор не имеется ни одной стоковой станции и экспериментальной полевой базы. Некоторые стоковые пункты в бассейне Байкала организованы неудачно, без учета гидрогеологических условий. Так, гидрометрические створы, расположенные на предгорных участках, не учитывают речной сток дренируемый под руслом реки.

Какова же гидрологическая изученность рек бассейна Байкала? Стоковые станции целесообразно создать в горных бассейнах рек Верхняя Ангара, Баргузин, Джида и в предгорных районах бассейна Селенги и Баргузина. Сочетание оптимальной опорной наблюдательной сети с сетью специальных полевых экспериментальных баз позволит более полно и правильно учесть влияние природных факторов (рельефа, растительного покрова, почв и т.д.) и хозяйственной деятельности человека на формирование водных ресурсов.

Материалы гидрологических наблюдений по станциям и постам бассейна Байкала опубликованы в "Сведениях об уровне" с 1911 по 1915 гг, т.15, Л.-М., 1936; с 1916 по 1930 гг., т.19, вып.1, Л.-М., 1940; с 1931 по 1935 гг., т.24, вып.1, Л.-М., 1947. Сведения о характерных уровнях и расходах воды по 1935 г помещены в "Материалах по режиму рек СССР", т. 5, вып. 4. В 1936 г. материалы гидрологических наблюдений на сети станций исследуемого бассейна стали публиковаться по годам в виде гидрологических ежегодников: с 1936 по 1944 гг. т.7, 8; с 1945 по 1951 гг.- т.7, вып. 0 - 8 и с 1952 г. по настоящее время - т.7, вып. 2 - 4.

В соответствии с приказом Главного управления гидрометеослужбы от 31 декабря 1958 г. составлена программа второго издания Водного кадастра СССР и установлены следующие

серии: I) "Гидрологическая изученность СССР"; 2) "Основные гидрологические характеристики"; 3) порайонные монографии "Ресурсы поверхностных вод СССР" [II7].

В 1966 г. был издан справочник "Гидрологическая изученность", т. I6, вып. 3, "Забайкалье". В этом справочнике для территории бассейна Байкала содержатся сводные данные по гидрографии рек и озер, сведения о произведенных экспедиционных исследованиях и стационарных наблюдениях над водным режимом, впервые приводятся инвентаризационные списки рек и озер, составленные по крупномасштабным картам.

В 1967 г. издан справочник "Основные гидрологические характеристики", т.I6, вып.3, "Забайкалье". Это сводка данных о стоке за весь период наблюдений по 1962 г. включительно. Здесь же содержатся материалы об уровенном, ледовом и термическом режимах рек и озер, а также по стоку наносов и гидрохимии.

Общие принципы определения среднего многолетнего стока

Основной характеристикой водных ресурсов рек является средний многолетний сток, или норма стока.

Основоположник русской и мировой климатологии А.И.Воейков [4I] в 1884 г. высказал мысль, что при прочих равных условиях страна будет тем богаче текучими водами, чем обильнее осадки и чем меньше испарение как с поверхности почвы и вод, так и растений. Исходя из этого положения общее уравнение водного баланса речного бассейна для многолетнего периода можно написать в виде

$$У = X - \bar{z}, \qquad (2)$$

где У – средний многолетний сток,

X – средняя многолетняя величина годовых осадков и конденсация водяных паров из атмосферы,

$\bar{z}$ – средняя многолетняя величина годового испарения с поверхности воды, снега, льда, почвы и транспирация растительным покровом.

Таким образом, средний многолетний сток зависит лишь от осадков и испарения. Факторы же подстилающей поверхности (рельеф, почвы растительность, геологическое строение и т.д.) влияют на величину среднего стока лишь постольку, поскольку

они воздействуют на количество осадков и испарение.

Норма годового стока является устойчивой гидроклиматической характеристикой при относительно неизменных средних климатических условиях, что наблюдается после последнего оледенения [121]. Если под влиянием деятельности человека (например, создания водохранилищ, вырубки лесов, интенсивной агротехники) изменяются средние величины осадков и испарения, то изменяется и норма стока.

Норма стока как средняя величина может быть определена по выражению

$$y_0 = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots y_N}{N} = \frac{\sum_1^N y}{N}, \quad (3)$$

где y_0 – норма стока,

$y_1, y_2, y_3 \dots y_N$ – годовые величины стока за длительный период лет, при котором дальнейшее увеличение ряда наблюдений не меняет или мало меняет среднюю арифметическую величину y_n.

Действительные средние величины стока имеются за ограниченный период лет, поэтому норма стока по формуле (3) может быть определена лишь с некоторой степенью приближения к её истинному значению.

$$y_0 = y_n \pm \sigma_n, \quad (4)$$

где y_n средняя величина годового стока за период наблюдений продолжительностью n лет,

σ_n средняя квадратическая ошибка n-летней средней.

Согласно теории ошибок, величина σ_n, на которую отличается среднее значение стока за n лет от величины нормы стока y_0, равна

$$\sigma_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots, \quad (5)$$

где σ среднее квадратическое отклонение годовых величин стока от их среднего значения y_n определяемого по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{(y_i - y_n)^2}{n-1}}. \quad (6)$$

Выражая σ_n в процентах от y_n получим следующую формулу относительной средней квадратической ошибки определения нормы

стока по фактическому ряду

$$\delta_n\% = \frac{100\,\sigma_n}{y_n} = \frac{100\,\sigma}{y_n\sqrt{n}} = \frac{100\,C_v}{\sqrt{n}}, \qquad (7)$$

где $\delta_n\%$ – относительная среднеквадратическая ошибка в %.

C_v – коэффициент вариации (изменчивости годового стока), равный отношению среднего квадратического отклонения к среднему арифметическому значению стока.

Точность определения нормы стока зависит от продолжительности периода наблюдений и степени изменчивости годовых величин стока. Чем больше значение коэффициента вариации, тем длительнее должен быть период наблюдений для вычисления устойчивой величины нормы стока.

Из формулы (7) можно установить необходимое число лет наблюдений n для получения нормы годового стока с заданной точностью

$$n = \frac{C_v^2 \cdot 10^4}{\delta_n^2\,\%}, \qquad (8)$$

или

$$n = \frac{C_v^2}{\delta_n^2}, \qquad (9)$$

где δ_n – относительная средняя квадратическая ошибка в долях единицы.

Колебания стока за многолетний период имеют циклический характер. В этих колебаниях можно выделить многоводные и маловодные группы лет, на протяжении которых взаимно компенсируются отклонения стока от средней величины.

В связи с циклическим характером колебаний годового стока следует учитывать полноту циклов, так как добавление к полным циклам нескольких многоводных или маловодных лет может не уменьшить, а увеличить ошибку при определении нормы годового стока. Следовательно, для определения нормы стока необходим такой период наблюдений, в который входит примерно одинаковое число маловодных и многоводных фаз циклов колебаний водности реки. Эти фазы циклов выявляются на основании анализа разностных интегральных кривых стока. При этом ряд годовых величин стока за какой-либо период времени должен быть однородным, т.е. норма стока может быть определена толь-

о для периода с маломеняющимися средними природными условиями и для одного и того же уровня хозяйственного использования реки.

Если данные по стоку имеются за относительно короткий период, то норма стока вычисляется при помощи приведения её к многолетнему периоду. Обычно это осуществляется путем установления графической или аналитической зависимости между стоком данной реки и стоком реки-аналога, данные по стоку которой имеются за длительный период. Установление графических связей стока более предпочтительно, так как в этом случае нагляднее можно определить вид зависимости.

Средний многолетний сток

Данные о стоке бассейна Байкала были обобщены в 1937 г. Б.Д.Зайковым и С.Ю.Беленковым, которые опубликовали монографию "Средний многолетний сток СССР", где приведены карты среднего многолетнего стока для всей территории СССР в масштабе 1:15 000 000. Изолинии в бассейне Байкала изображены на них весьма схематично. В 1946 г. Б.Д.Зайков [60] значительно уточнил эту карту и увеличил ее масштаб для территории СССР до 1:10 000 000. При чем им были использованы данные по стоку по 1942 г. включительно. В 1948 г. В.А.Троицкий [131] опубликовал карты основных составляющих водного баланса для территории СССР, в том числе карту стока. Следующим обобщением по норме стока рек СССР явилась работа К.П.Воскресенского [44], где опубликованы карты стока в масштабе от 2 500 000 до 10 000 000. В этой монографии обобщен огромный материал наблюдений по стоку по 1958 г. включительно, большое внимание уделено также методике картирования стока рек и анализу влияния местных факторов на водоносность рек в различных физико-географических условиях.

К числу первых и наиболее значительных региональных исследований среднего многолетнего стока рек бассейна Байкала относятся работы А.Н.Афанасьева [13] и Г.В.Лопатина [95]. В 1960 г. А.Н.Афанасьевым впервые была составлена карта среднего годового стока [14], основанная на выявленных графических зависимостях стока от средней высоты речных бассейнов. В работе использованы наблюдения по 50 пунктам.

Следует отметить также интересные публикации по годовому стоку бассейна Байкала, принадлежащие В.И.Астраханцеву [10], В.М.Лыло [97], К.Г.Тихоцкому [129], Г.В.Бачурину [18], Е.Г.Иванову [65], И.Н.Иванову [66].

В настоящей работе использованы материалы наблюдений по годовому стоку в значительно большем объёме (по 1969 г. включительно). При расчете нормы стока особое внимание обращено на приведение данных по стоку с короткими рядами к длительному периоду. Удлинение рядов проводилось по графическим зависимостям среднегодовых модулей стока за синхронный период опорного и приводимого пунктов. При выборе опорных пунктов анализировались разностные интегральные кривые модульных коэффициентов годового стока с продолжительностью ряда более 15 - 20 лет. Расчетный период выбирался так, чтобы из рядов наблюдений были исключены односторонние, направленные изменения водности рек, обусловленные циклическими колебаниями речного стока.

Построение графических зависимостей производилось по принципу подбора физико-географических и климатических условий приводимого и опорного пунктов. Учитывались также размеры водосборов. В большинстве случаев установлены прямолинейные зависимости. Среднегодовые модули стока по расчетному створу определялись по графической связи.

Коэффициенты корреляции графиков связи оказались более 0,80, что свидетельствует о достаточной точности получения нормы стока. Были уточнены данные о стоке по 105 пунктам.

В качестве примера на рисунке 7 показана графическая связь модулей стока по некоторым пунктам. Для контроля полученных значений нормы стока производилась увязка среднегодового стока по длине реки. Величина нормы стока рек рассматриваемого бассейна вычислена со средней погрешностью 7%. По отдельным рекам сток не мог быть приведен к длительному периоду вследствие отсутствия подходящих рек-аналогов. По этим рекам средняя ошибка нормы стока превышает 10%.

Норму стока со средней ошибкой более 10%, а также приведенные данные по пунктам с периодом наблюдений менее 5 лет следует считать ориентировочными. В приложении I они взяты в скобки.

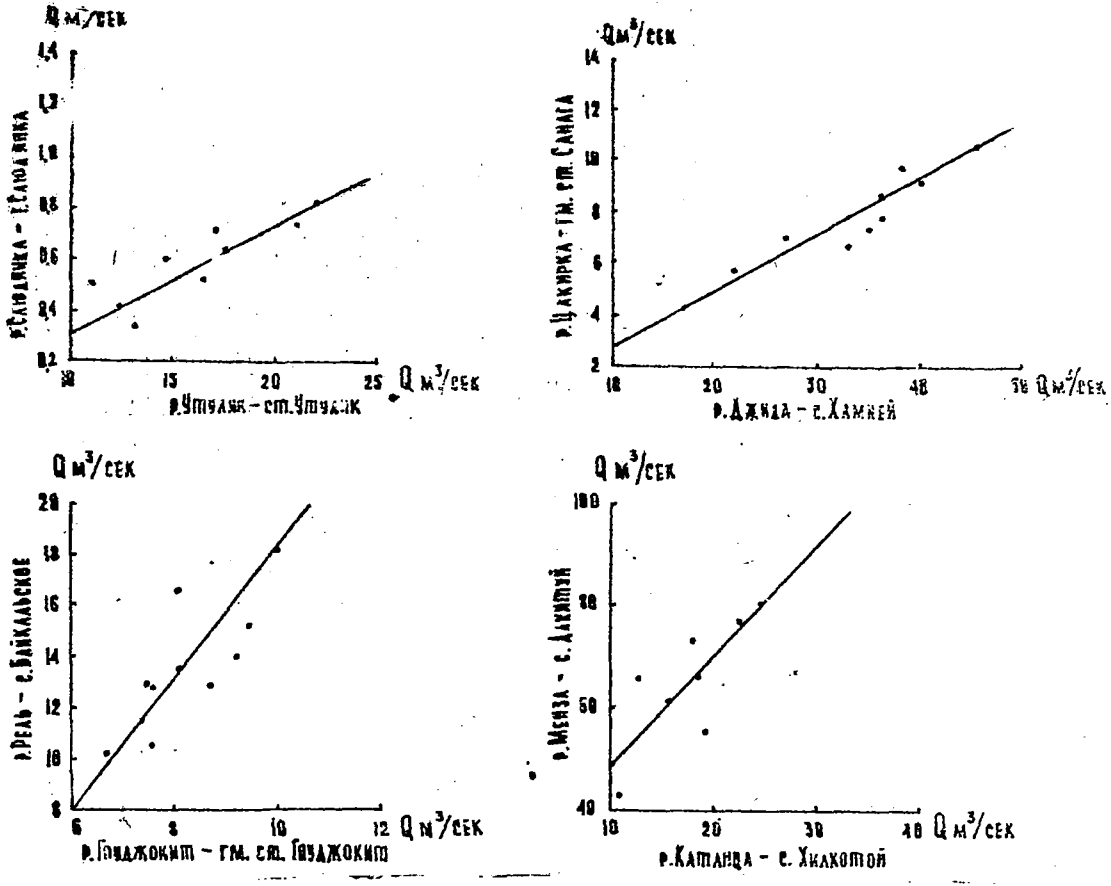


Рис.7. График связи годовых расходов воды

Зависимость среднего модуля стока от высоты

В горных районах величина речного стока изменяется с высотой местности. Как было установлено, с повышением местности увеличение стока происходит сначала замедленно, затем до некоторой высоты быстрее, а на больших высотах снова замедляется. Такой характер изменения стока с высотой определяется изменением компонентов уравнения водного баланса - осадков и испарения. Осадки с повышением местности увеличиваются, но лишь до известного предела, а затем начинают убывать вследствие истощения запасов влаги в верхних слоях атмосферы. В бассейне Байкала, как указывалось выше, осадки возрастают до высот I 800 - 2 000 м (верхняя граница леса). Испарение, наиболее значительное в понижениях, с высотой убывает.

Однако подобное изменение компонентов водного баланса в горах является лишь схемой. В действительности изменение стока в горных районах имеет сложный характер и зависит от форм рельефа, экспозиции склонов, направления воздушных потоков. Сочетание изменений осадков и испарения определяет характер изменения стока с высотой. Обычно связь между стоком и высотой местности проявляется на склонах гор, имеющих одинаковое положение и ориентировку относительно направления движущихся влажных воздушных масс.

Впервые к выводу о вертикальной поясности среднего стока в горных районах пришел Д.И.Кочерин [78], анализируя материалы наблюдений на реках Крыма. В дальнейшем вопросами вертикальной поясности среднего стока рек занимались по Кавказу Б.Д.Зайков [59], Л.А.Владимиров [40], А.Н.Важнов [35], В.Д.Быков [33], по Средней Азии - В.Л.Шульц [152], Т.С.Абельян [I], по Алтаю - Н.М.Алюшинская [5], А.М.Комлев [77], по Саянам - В.А.Скорняков [115], А.Е.Черкасов [142], по Байкалу - А.Н.Афанасьев [13], по Северо-Востоку СССР - А.Г.Левин [91] и др.

На территории бассейна Байкала выявлено II локальных изменений годового стока в зависимости от средней высоты водосбора (рис.8). Зависимость I охватывает горный район за-

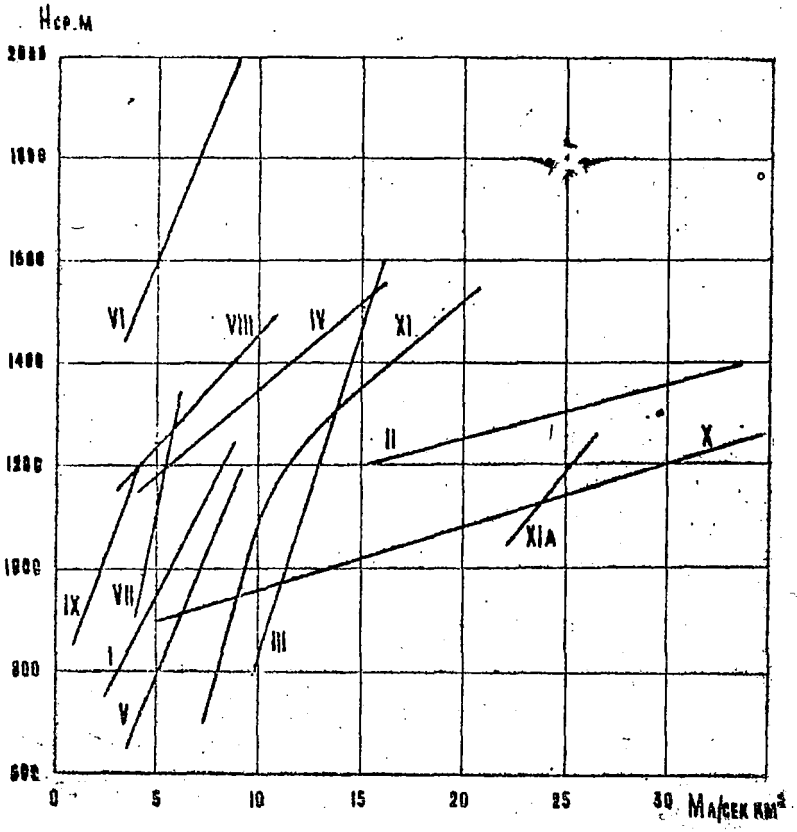


Рис. 8. Кривые зависимости годового стока от средней высоты водосбора для бассейна озера Байкал

падного побережья Байкала от истока р.Ангары до р.Рель; П - северо-западную часть бассейна Байкала (рр.Рель, Тыя, Гоуджокит, Холодная); Ш - северо-восточное побережье Байкала (рр.Томпуда, Давше); IУ - бассейн Баргузина; У - бассейны р.Турки и р. Максимихи; УI - бассейн р.Джиды; УП - бассейны рр.Темник и Оронгой; УШ - бассейн р.Чикой; IX - бассейны рр.Хилка и Уды; X - бассейны рр.Кики, Большой Сухой,Итанцы, Большой Таловки, Кабаньей, Большой Речки, Мантурихи, Мысовки, Переёмной, Второй Шестипалихи; XI - юго-западную часть Забайкалья от р.Снежной до р.Ангары. Внутри XI района выделена зависимость XI-А, охватывающая закарстованные бассейны рр.Похабихи, Слюдянки и Безымянной.

Каждый выделенный район расположен примерно в сходных условиях по отношению к господствующим северо-западным влагоносным ветрам и орографии местности. Основные водораздельные линии при этом являются естественными границами, разделяющими территорию на одиннадцать указанных районов (на рисунке 9 показано их географическое положение).

Градиенты изменения модуля среднего годового стока колеблются от 0,4 до 4,2 л/сек км^2 на 100 м высоты. Можно считать, что в горной области бассейна Байкала сток с увеличением высот в общем возрастает до отметок I 800 - 2 000 м. Установленные связи стока с высотой местности являются осредненными зависимостями и могут быть рекомендованы для приближенных расчетов нормы стока неизученных рек. Границы районов, где они могут быть использованы, являются условными. К.П.Воскресенский [44], справедливо отмечает, что число намеченных районов и количество графиков связи для определения стока по высоте в каждой области и даже на отдельных склонах зависят от числа пунктов наблюдений. При большом их числе связь стока с высотой может быть установлена для каждого речного бассейна, для каждого горного склона.

Для неизученных рек бассейна Байкала расчет нормы стока следует производить методом гидрологической аналогии по данным приложения I с использованием имеющихся зависимостей годового стока от высоты местности. При расчете нормы стока по методу гидрологической аналогии в порядке очередности следует учитывать географическое и высотное положение бассейна,экспо-

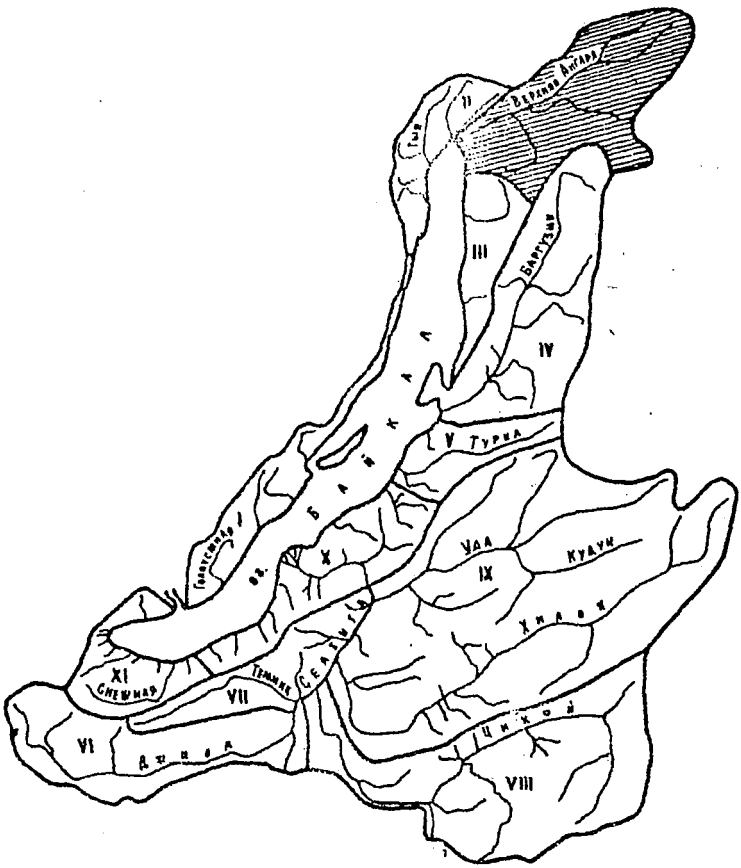


Рис. 9. Районы с локальным изменением годового стока в зависимости от средней высоты водосбора

зицию склонов, направление их относительно движения влажных ветров, расчлененность рельефа, сумму годовых осадков, соотношение между жидкими и твердыми осадками, радиационный баланс, величину площади водосбора, характер подстилающей поверхности (геологическое строение, озерность, заболоченность, лесистость и др.).

Из перечисленных факторов наибольшее влияние на формирование речного стока в горных районах оказывает рельеф. Особенно велико его воздействие на метеорологические элементы (осадки, температуру и влажность воздуха). О большом воздействии рельефа на речной сток можно судить по сходству гидрографов стока в разных горных районах. Например, гидрографы стока многих горных рек Хамар-Дабана, Саян, Путорана имеют общие черты, хотя расположены они в разных географических зонах. При определении нормы стока в горных районах обычно учитывается лишь один показатель рельефа - средняя высота водосбора. Однако этого недостаточно, необходимо учитывать и другие характеристики рельефа: уклоны, экспозицию склонов и пр. В связи с интенсивным использованием водных ресурсов на территории бассейна следует также принимать во внимание влияние хозяйственной деятельности на сток.

Распределение среднего многолетнего стока

Распределение среднего многолетнего стока в бассейне Байкала, обусловленное условиями переноса влаги и её потерями на испарение, имеет довольно сложный характер. Распределение модуля стока на территории в основном совпадает с распределением годовых сумм осадков. При анализе среднего годового стока наблюдается общая тенденция его уменьшения с севера на юг в направлении засушливых степей МНР. Однако широтно-меридиональная зональность в распределении стока сильно нарушается из-за наличия хребтов и возвышенностей. В горных районах вертикальная поясность преобладает над широтной зональностью. Средний годовой модуль стока на территории колеблется от 0,72 (р.Хилок) до 36,6 л/сек.км^2 (р.Вторая Шестипалиха).

Высокие модули стока приурочены к наветренным северо-

западным склонам. Увеличение стока вызывается возрастанием количества осадков с повышением местности, уменьшением потерь на испарение и большими уклонами русла. На рассматриваемой территории хорошо выражены три района, отличающиеся высокой водоносностью.

Первый район расположен в северной части бассейна. К нему относятся реки, стекающие с высоких склонов хребтов Байкальского, Синяр, Верхне-Ангарского и Северо-Муйского (рр.Рель, Тия, Гоуджокит, Холодная, Кичера, Верхняя Ангара). Модули стока здесь изменяются от 12 до 27 л/сек·км^2.

Ко второму району, характеризующемуся высокой водоносностью, относятся реки, стекающие с высоких склонов Баргузинского хребта и северо-западных склонов хребта Улан-Бургасы (рр.Томпуда, Давше, Шаманка, Улюнчикан, Нестериха, Кика и др.). Модули стока в этом районе колеблются в среднем с 10 до 15 л/сек·км^2.

Третий район высокой водоносности расположен в Южном Прибайкалье. К нему относятся реки, стекающие с северных и северо-западных склонов хребта Хамар-Дабан (рр.Большая Речка, Мантуриха, Мысовка, Мишиха, Переемная, Вторая Шестипалиха, Снежная, Хара-Мурин, Утулик, Слюдянка, Похабиха и др.). Модули годового стока здесь в среднем равны 20 – 24 л/сек км^2 при крайних значениях 11,8 – 36,6 л/сек.км^2 (приложение I).

Интересно отметить, что влагоносные воздушные массы северо-западного направления при подходе к бассейну Байкала в районах повышенной водоносности встречают значительно большие по высоте горные препятствия, чем они имели перед эти на своем пути. Поэтому здесь выпадает наибольшее количество атмосферных осадков и соответственно наблюдаются наибольшие модули годового стока.

Повышенной водоносностью (6 – 10 л/сек.км^2) характеризуются рр. Турка, Баргузин с левобережными притоками, Темник, стекающая с юго-восточных склонов Хамар-Дабана, Чикой в верхнем течении и его левобережные притоки, стекающие с увлажненных гор Хэнтей-Чикойского нагорья и Менженского хребта.

Низкий годовой сток наблюдается в степных предгорьях и замкнутых котловинах. Понижение стока в орографически защищенных долинах и котловинах обусловлено уменьшением коли-

чества осадков и увеличением их доли на испарение. Самые низкие модули годового стока (менее 2 л/сек.км^2) характерны для верхнего течения р.Хилок и её правобережных притоков, верхнего течения Уды и ее левобережных притоков, Селенги вблизи границы с МНР и небольших рек, сток которых формируется в степных районах Западного Забайкалья. Пониженную водоносность (2 - 3 л/сек.км^2) имеют в нижнем течении рр.Селенга,Джида, Хилок и Уда. Между районами высокой и низкой водоносности реки характеризуются промежуточным режимом, а модули годового стока изменяются в среднем от 3 до 6 л/сек.км^2.

Картирование водоносности рек

Картирование как метод гидрологического исследования имеет большое значение для изучения водных ресурсов. Карта способствует выявлению пространственных закономерностей изучаемых элементов.

Точность расчета стока по карте зависит от методики её составления, характера изменения стока по территории и использованных материалов для обоснования карты. Существующие методы картирования различных элементов гидрологического режима сравнительно однообразны и разработаны недостаточно полно.

Наиболее распространенным способом картирования водных ресурсов является построение карт изолиний в виде модулей или слоя стока. Карты изолиний модулей стока основаны на принципе географической зональности, предполагающей наличие плавного и непрерывного изменения исследуемой величины по территории. Изображаемые на карте величины стока относятся не к пунктам наблюдения, а к центру водосбора и являются интегральными характеристиками. По нанесенным на карту величинам стока проводятся плавные линии, соединяющие точки с одинаковыми его значениями. Проведение изолиний стока через водораздельные участки, особенно в горных районах, носит субъективный характер. Это создает некоторую условность при построении карты, так как наблюденные величины должны относиться к неопределенным точкам, представляющим центр тяжести всего водосбора. Условность картирования еще более возрастает для малых рек с азональными факторами стока и для больших рек, охватывающих своими бассейнами разные природные зоны.

Карты изолиний стока раскрывают общие зональные закономерности распределения элементов стока по территории. Они позволяют также с некоторой точностью определять величину стока для неизученной реки.

Обладая рядом достоинств, карты изолиний стока не дают непосредственного наглядного представления о водоносности рек. Проведение изолиний в стороне от замыкающего створа является в некоторой степени условным. К этому следует добавить, что в горных районах существует своя закономерность в распределении стока не только в пределах отдельных бассейнов, но и, строго говоря, в пределах отдельных склонов. Поэтому карты изолиний стока в горных районах, как правильно отмечает Д.Л.Соколовский [121], имеют преимущественно иллюстративный, а не расчетный характер.

Широко известна карта водоносности рек Л.К.Давыдова, составленная по объектному способу. Здесь устранен недостаток метода изолиний стока: водоносность показана в виде ширины реки пропорционально среднему годовому расходу в данном пункте. Однако построение карты водоносности по методу Л.К.Давыдова затруднено в связи с невозможностью в одном масштабе изобразить водоносность больших и малых рек. Кроме того, карта Л.К.Давыдова дает представление о колебании величины и направлении стока лишь по длине отдельных водных объектов, а не по всей территории бассейна. В последнее время некоторые исследователи [108, 103] при построении такой карты рекомендуют применять несколько масштабов, чтобы изобразить реки с небольшими среднегодовыми расходами воды. Понятно, что наглядность таких карт невелика.

В настоящей работе карта водоносности (нормы стока) рек бассейна Байкала построена по другому принципу. При этом автор стремился учесть достоинства двух рассмотренных методов и устранить по возможности их недостатки. Предлагается водоносность рек изображать на карте в модулях стока в виде ширины реки. Причем толщина каждой линии на карте по длине реки изменяется соответственно изменению модуля стока и установленному масштабу, а величина стока относится к точке наблюдения.

При определении нормы стока по такой карте нет надобности возвращаться от изолиний обратно к тем цифровым данным,

которые легли в их основу. Величина водоносности в модулях стока снимается непосредственно в расчетном замыкающем створе, что повышает точность определения нормы стока. Интерполяция и экстраполяция величин стока при построении карты производится, как и в методе изолиний, на основе данных опорной гидрометрической сети, установленных зависимостей стока от высоты местности с учетом физико-географических условий бассейна. Построенная по предлагаемому методу карта дает наглядное представление о распределении водоносности в бассейне Байкала (рис.10).

При большой густоте речной сети трудно охватить картированием все небольшие реки, но к этому и не нужно стремиться. Чтобы иметь наглядную информацию о водных ресурсах, достаточно показать в модулях стока водоносность отдельных рек, являющихся характерными (зональными) в данном районе.

От выбора масштаба водоносности зависит точность её определения. При прочих равных условиях погрешность графического определения нормы стока на участке низкой водоносности будет больше, чем на участке высокой водоносности. Для повышения точности определения нормы стока предлагается на участках низкой водоносности тонкую линию изображать по-разному (штрихом, пунктиром, и т.д.) в соответствии с градацией модулей стока. Таким образом, изображение водоносности в виде ширины реки сочетается в предлагаемом методе с проведением системы линий для низкой водоносности, что повышает точность определения нормы стока с данной карты.

В заключение укажем еще один способ оценки водных ресурсов. На рисунке II показаны водные ресурсы основных притоков Байкала. В удобном масштабе по оси ординат изображен объем годового стока, а по оси абсцисс - модуль годового стока. Совместное изображение на рисунке двух основных гидрологических характеристик (объёма стока и модуля стока) дает образное представление как о размерах реки, так и об увлажненности её бассейна. Предлагаемые методы картирования могут служить дополнением к существующим.

Многолетние колебания годового стока

В многолетнем ходе водоносности рек, как правило, отме-

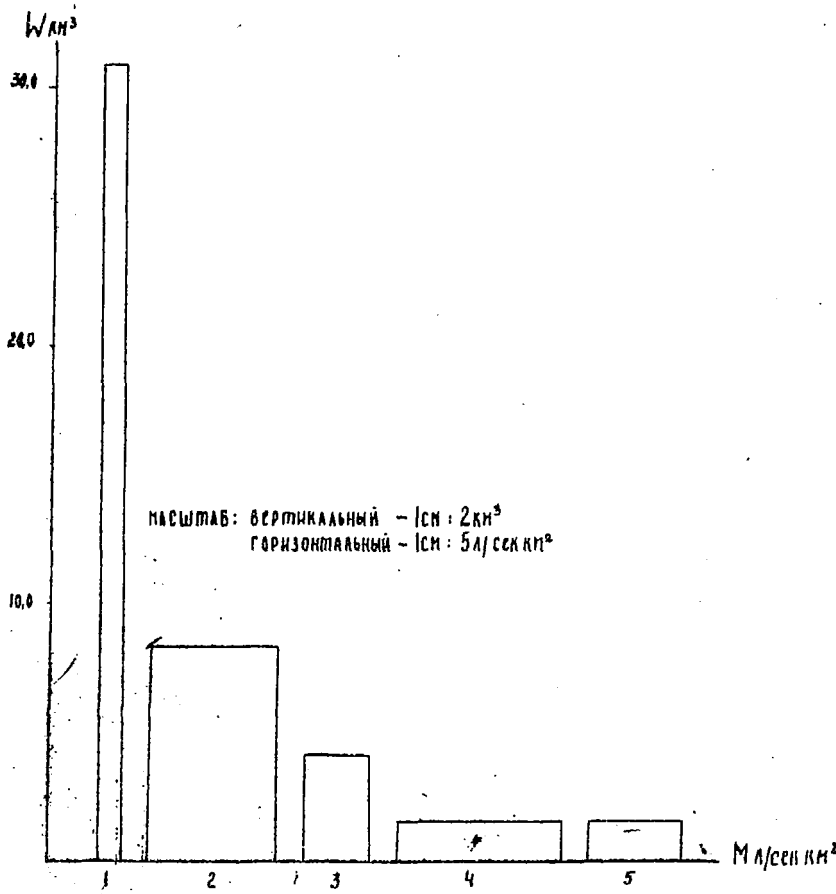


Рис. II. Водные ресурсы основных притоков Байкала: I – р. Селенга, 2 – р. Верхняя Ангара, 3 – р. Баргузин, 4 – р. Снежная, 5 – р. Турка

чается тенденция к формированию группировок лет различной водности, образующих многоводные, средние и маловодные фазы. Внутри многоводной фазы могут быть отдельные маловодные годы, и наоборот. Фазы водности, объединяясь между собой, образуют циклические колебания стока. Колебание стока сравниваемых рек может иметь однозначный ход водности (синхронное колебание) или противоположный ход водности (асинхронное колебание).

Многолетние колебания годового стока представляют собой сложный многофакторный процесс, в формировании которого участвуют разнообразные явления. Главная роль среди этих явлений принадлежит климатическим условиям, которые обусловлены в основном общей циркуляцией атмосферы, приходом и расходом солнечной энергии и воздействием со стороны подстилающей поверхности. Исследованием многолетних колебаний годового стока рек на территории СССР занимались Л.К.Давыдов [52], П.С.Кузин [86], К.П.Воскресенский [44], Н.В.Сомов [124], Т.Н.Кочукова [80], В.Г.Андреянов [7], Д.Л.Соколовский [120], А.Н.Афанасьев [15], Г.П.Калинин [68,69], В.Л.Шульц [151], И.П.Дружинин [55], и др.

В результате упомянутых исследований установлены районы с синхронными и асинхронными колебаниями стока рек, относительная устойчивость последних на больших территориях, сделана в ряде случаев оценка асинхронности, высказаны предположения о причинах её. Однако многие вопросы остаются еще неразрешенными. Основная причина этого - относительно слабая изученность гидрометеорологических процессов.

Согласно "Указаниям" [132], при продолжительности наблюдений в 60 лет и более в качестве нормы стока можно принять среднее значение ряда, не считаясь с циклическими колебаниями водоносности рек. Характер колебаний годового стока на реках рассматриваемой территории более полно освещен лишь за последние 15 - 20 лет. Только в 10 пунктах продолжительность наблюдений составляет 31 - 38 лет. Поэтому вычисление нормы стока было выполнено (как это указано выше) путем приведения значений стока к длительному периоду. Расчетный период выбирался так, чтобы из рядов наблюдений были исключены односторонне направленные изменения водности рек, обусловленные циклическими колебаниями речного стока.

Наглядное представление о циклах колебания стока дают так называемые разностные интегральные кривые модульных коэффициентов годового стока. На рисунке 12 представлены графики многолетнего хода в виде разностных интегральных кривых. Для освещения колебаний годового стока в бассейне за более ранний период дополнительно использованы наблюдения на р.Ангаре у д.Пашки и на р.Иркут у с.Смоленщина. Колебания стока Ангары вблизи ее истока служат осредненным показателем изменения водности рек бассейна Байкала. Следует напомнить, что с 1957 г. естественный режим стока р.Ангары нарушен в связи со строительством Иркутской ГЭС.

Интегральные кривые показывают, что какой-либо закономерности в многолетнем ходе стока от года к году нет. Имеет место последовательная смена маловодных и многоводных фаз циклов с различной продолжительностью. Число тех и других примерно одинаково. Продолжительность периодов фаз водности колеблется от 6 до 12 лет.

Большинство рек бассейна имеет в общих чертах однотипный характер годовых колебаний стока. Наибольшей асинхронностью колебаний водности отличаются реки верхнего бассейна Джиды. Вообще границы многоводных, средних и маловодных районов непостоянны в пространстве и во времени вследствие изменчивости общей циркуляции атмосферы. Обычно периоды лет со средней водностью охватывают гораздо большую по площади территорию, чем периоды с очень высокой или очень низкой водностью.

В бассейне Б[illegible]ла можно выделить 5 районов, в которых синхронность стока проявляется более отчетливо. К первому относятся реки, стекающие с Приморского хребта (Голоустная, Бугульдейка, Сарма, Анга и др.). Ко второму району принадлежат реки северной и северо-восточной части бассейна (Тыя, Холодная, Верхняя Ангара, Баргузин, Турка и др.). К третьему району относятся реки, расположенные в южной части бассейна (Джида, Цакирка, Хара-Мурин, Снежная и др.). Четвертый район охватывает реки бассейнов Уды и Хилка. Пятый район включает реки бассейна Чикоя и Селенгу.

В пределах выделенных районов иногда наблюдаются взаимнокомпенсационные по водности годы. Например, для р.Баргузин

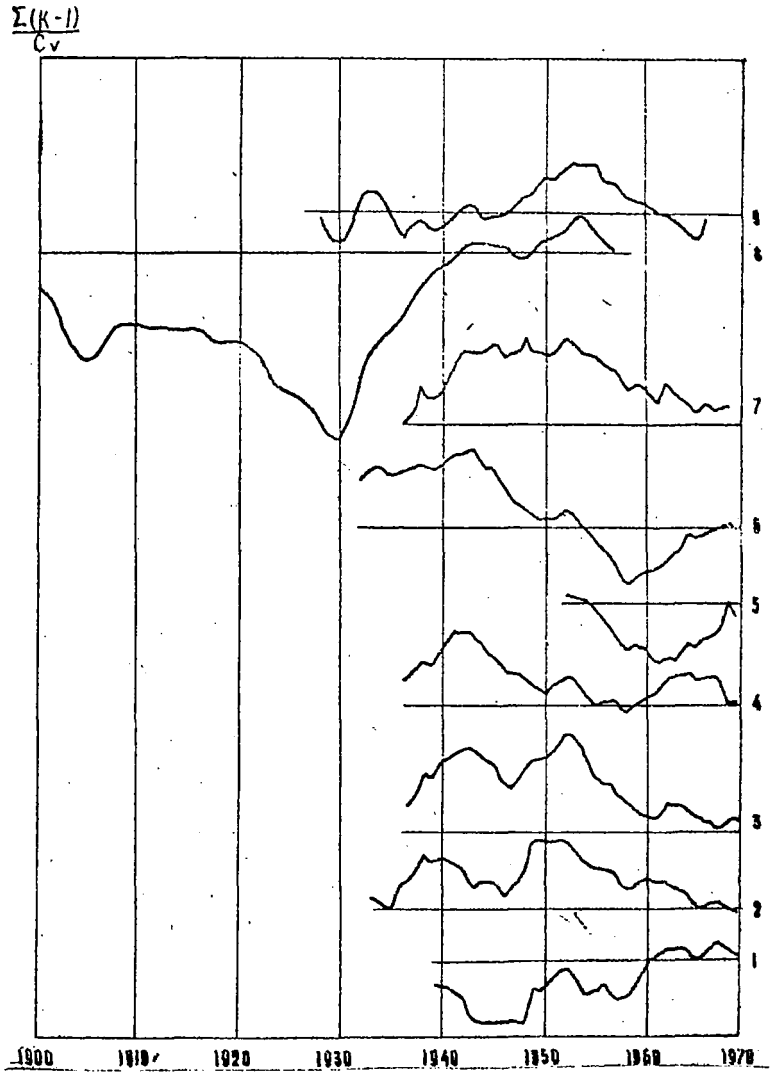


Рис. I2. Многолетний ход годового стока: I - р. Верхняя Ангара - с. Верхняя Заимка, 2 - р. Баргузин - с. Баргузин, 3 - р. Хилок - з. Хайластуй, 4 - р. Чикой - с. Поворот, 5 - р. Джида - ст. Джида, 6 - р. Селенга - г. Ново-Селенгинск, 7 - р. Снежная - ст. Выдрино, 8 - р. Ангара - д. Пашки, 9 - р. Иркут - с. Смоленщина

1969 г. был маловодным, а для р.Шаманки (правый приток Баргузина) он оказался самым многоводным за последние 17 лет. Из графика многолетнего хода годового стока р.Ангары видно, что с 1906 по 1930 гг. наблюдался маловодный период, а с 1931 по 1942 гг. - многоводный. С 1910 по 1920 гг. величина стока была близка к норме. Эти периоды характерны в целом и для бассейна Байкала. Позже многоводный период на многих реках (Верхняя Ангара, Баргузин, Хилок и др.) отмечался с 1947 по 1952 гг Продолжительность и время наступления многоводного периода не везде одинаковы. Так, на р.Селенге он наблюдался только в 1952 г. Более продолжительный многоводный период на р.Селенге зафиксирован с 1959 по 1967 гг.

Маловодный период на многих реках продолжался с 1953 по 1959 гг. Самыми многоводными для большей части бассейна были 1932 и 1949 гг. и самыми маловодными 1903 и 1958 гг. Соответственно модульные коэффициенты изменялись от 1,85 до 0,32. В таблице II приведены наибольшие и наименьшие отклонения средних годовых расходов от средних многолетних для основных рек бассейна. На основе проведенного анализа можно заключить, что хорошо изученный в гидрометрическом отношении период с 1943 по 1969 гг. в целом для бассейна Байкала имел водность близкую к норме.

Изменчивость годового стока

Колебания годового стока рек происходят главным образом под влиянием метеорологических факторов, из которых основными являются осадки и испарение. Воздействие прочих, неметеорологических, факторов на колебания годового стока значительно меньше, чем метеорологических и сводится к сглаживанию колебаний годового стока, обусловленных метеорологическими факторами. Характер этого воздействия в различных ландшафтных зонах неодинаков.

Величины годового стока в значительной мере являются случайными, они зависят от большого числа переменных факторов, которые непосредственно учесть в настоящее время нельзя. Поэтому определение вероятных расходов, принимаемых при водохозяйственных расчетах, производится методом математической статистики по кривым обеспеченности.

Таблица 11

Отклонение средних годовых расходов от средних многолетних (в модульных коэффициентах)

Река	Пункт	Число лет наблюдений	Наибольшее $K=\frac{Q_i}{Q_0}$	год	Наименьшее $K=\frac{Q_i}{Q_0}$	год
Голоустная	с.Большое Голоустное	13	2,04	1948	0,56	1955
Рель	с.Байкальское	12	1,36	1959	0,75	1968
Гоуджокит	ст.Гоуджокит	19	1,26	1949	0,65	1950
Верхняя Ангара	с.Верхняя Заимка	31	1,43	1949	0,73	1939
Баргузин	с.Баргузин	37	1,71	1949	0,59	1943
Турка	с.Охотино	21	1,73	1938	0,53	1943
Селенга	с.Ново-Селенгинск	38	1,69	1932	0,70	1944
Джида	с.Хамней	21	1,74	1968	0,51	1956
Чикой	с.Поворот	32	1,58	1936	0,36	1968
Хилок	с.Малета	32	1,74	1938	0,32	1946
Уда	г.Улан-Удэ	26	1,95	1936	0,53	1958
Снежная	ст.Выдрино	36	1,44	1938	0,64	1958
Большая Половинная	110 км Вост. Сиб.ж.д.	21	2,04	1945	0,54	1958

В гидрологии наибольшее применение получила несимметричная биноминальная кривая обеспеченности (кривая Пирсона Ш типа), впервые применённая Д.Л.Соколовским для исследования годового стока рек СССР [118].

Кривая обеспеченности определяется тремя параметрами: 1) средним арифметическим ряда, y_c, 2) коэффициентом изменчивости, или коэффициентом вариации, C_v, 3) коэффициентом асимметрии, C_s.

Определение первого параметра (среднего многолетнего стока) было рассмотрено выше.

Коэффициент вариации при наличии наблюдений рассчитывется по формуле

$$C_v = \frac{\sigma}{y_c} = \frac{\sqrt{\frac{\Sigma (y_i - y_c)^2}{n}}}{y_c} = \sqrt{\frac{\Sigma (y_i - y_c)^2}{y_c^2 n}} = \sqrt{\frac{\Sigma (K-1)^2}{n}}, \quad (10)$$

где y_c - средний многолетний сток,
K - модульный коэффициент,
n - число лет наблюдений,
σ - среднее квадратическое отклонение годового стока от среднего значения.

При числе членов ряда меньше 20 - 25 формула (10) будет иметь вид

$$C_v = \sqrt{\frac{\Sigma (K-1)^2}{n-1}}. \quad (11)$$

Относительная средняя квадратическая ошибка вычисления коэффициента вариации определяется по формуле

$$\sigma_{C_v} = \frac{\sqrt{1 + 3C_v^2}}{\sqrt{2(n-1)}} \cdot 100\% \quad (12)$$

Коэффициент асимметрии C_s, характеризующий степень несимметричности кривой обеспеченности, может быть определен по формуле

$$C_s = \frac{\sum^{n} (K-1)^3}{n C_v^3}. \quad (13)$$

Относительная средняя квадратическая ошибка вычисляется по формуле С.Н.Крицкого и М.Ф.Менкеля [82]

$$\sigma_{C_S} = \frac{\sqrt{\frac{6}{n}} \cdot \sqrt{1 + 6C_v^2 + 5C_v^4}}{C_S} \cdot 100\% \quad (14)$$

Определение коэффициента асимметрии по формуле (14) с необходимой для практики точностью требует весьма длинного ряда наблюдений, поэтому в современной практике гидрологических расчетов величина C_S получается путем подбора. Подбор коэффициента асимметрии производится из условий наиболее удовлетворительного соответствия теоретической кривой обеспеченности, построенной при различных C_S, точкам эмпирического ряда. Обеспеченность эмпирических точек определяется по формуле

$$p = \frac{m - 0,3}{n - 0,4} \cdot 100\% , \quad (15)$$

где p – обеспеченность в %,

n – общее число лет наблюдений,

m – порядковый номер члена ряда в порядке убывания.

Вычисление коэффициента вариации годового стока для рек бассейна Байкала производилось при наличии наблюдений в течение 11 лет и более. Значение средней квадратической ошибки оказалось в большинстве случаев менее 10%. Для некоторых пунктов с рядами наблюдений от 11 до 20 лет коэффициент вариации приводился к многолетнему периоду.

Расчеты показали, что коэффициенты вариации годового стока в пределах бассейна меняются в значительных пределах – от 0,12 (р.Верхняя Ангара-с.Уоян) до 1,21 (р.Хилок-ст.Сохондо). На большинстве рек коэффициенты вариации годового стока изменяются от 0,15 до 0,30.

Распределение коэффициентов вариации по территории бассейна связано с вертикальной поясностью. Наибольшей изменчивостью годового стока отличаются реки степных предгорий и замкнутых котловин. По мере увеличения высоты водосборов колебания годового стока приобретают тенденцию к сглаживанию. Это объясняется тем, что с увеличением высоты местности возрастает количество атмосферных осадков и уменьшается изменчивость их годовых сумм. Однако зависимости осадков от высоты имеют сугубо локальный характер и отличаются большим

разнообразием. Значительная роль в уменьшении колебаний годового стока в горных районах принадлежит вечным снегам.

При прочих равных условиях коэффициенты вариации рек уменьшаются по мере увеличения площади водосборов, так как при этом происходит сглаживание годового стока в результате асинхронности колебаний стока в отдельных частях бассейна и увеличения регулирующей роли подземных вод. На изменчивость стока оказывают влияние также местные факторы (карст, озера и др.), которые определяют его общую зарегулированность.

Малой изменчивостью годового стока отличаются реки Северо-Байкальского нагорья. Здесь коэффициент вариации годового стока изменяется от 0,12 до 0,20. Сравнительно невысокую изменчивость годового стока имеют реки, стекающие с северо-западных склонов Хамар-Дабана. Все они, как правило, характеризуются высокой водоносностью. Повышенную изменчивость годового стока имеют реки засушливых районов Забайкалья (Хилок, Уда, Малета, Гремячка и др.). Коэффициенты вариации их колеблются от 0,33 до 1,21. Повышение колебания водности присуще некоторым рекам юго-западного побережья Байкала (рр. Большая Половинная и Голоустная).

Определение коэффициента асимметрии производилось путём подбора. Для большинства рек теоретические кривые обеспеченности годового стока удовлетворяют эмпирическим точкам при $C_S = 2C_V$. Результаты вычислений коэффициента вариации и асимметрии приведены в приложении 2.

Определение коэффициента вариации для неизученных рек производится по формулам. Все эти формулы можно разбить на две группы: 1) формулы полулогарифмического или степенного вида, учитывающие в явном виде влияние площади водосбора; 2) формулы, основанные на рассмотрении уравнения водного баланса и учитывающие его влияние в явном виде.

Для расчета коэффициента вариации неизученных рек нами использовалась эмпирическая формула вида $C_V = f(M_0, F)$, где M_0 – средний модуль стока.

В результате исследования была выявлена связь коэффициента вариации от площади водосбора и модуля среднегодового стока (рис.13). Зависимость коэффициента вариации как от площади водосбора, так и от модуля стока обратно пропорциональна

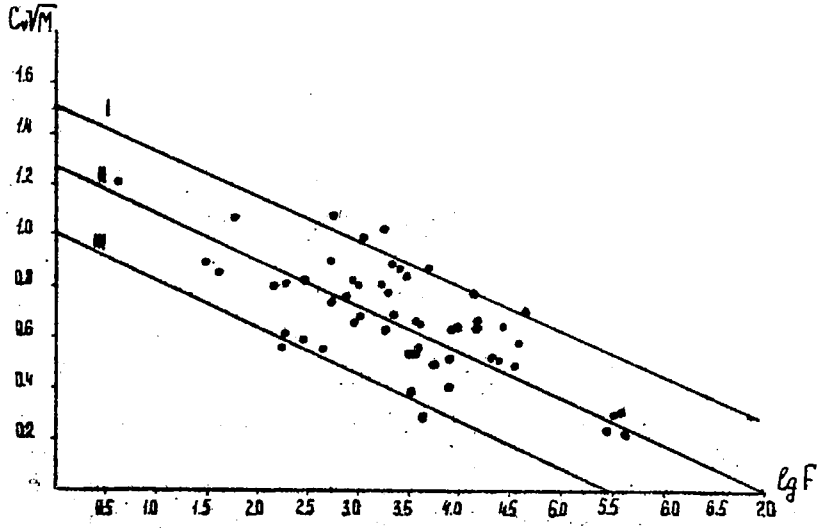


Рис. 13. График связи коэффициента вариации с площадью бассейна и средним модулем годового стока

С увеличением площади водосбора увеличивается глубина вреза русла и перехват подземных вод, снижающих изменчивость стока, а также происходит уменьшение коэффициента вариации рек вследствие асинхронности колебаний стока на разных его участках. Кроме того, с увеличением площади водосбора сглаживается влияние азональных факторов. Под действием других природных условий влияние величины водосбора на рассматриваемой территории проявляется нечетко. Колебания стока зависят от величины среднего модуля стока. Модули стока характеризуют увлажненность территории и имеют более тесную связь с осадками по сравнению со средней высотой водосбора.

На основе связи коэффициента вариации с площадью водосбора и среднегодовым модулем стока рек бассейна Байкала получена следующая эмпирическая формула

$$C_v = \frac{K - 0{,}18 \cdot \lg(F + 1)}{\sqrt{M_0}}, \qquad (16)$$

где M_0 – средний многолетний модуль стока,

F – площадь водосбора (км^2),

K – географический параметр, изменяющийся в пределах исследуемой территории от 1,0 до 1,5 при его среднем значени 1,25.

Аналогичная формула была выведена автором для рек Ангаро-Енисейского бассейна [142]. Параметр К зависит от увлажненности территории, более высокие его значения обычно характерны для рек с высоким модулем стока, исключение составляют реки с азональными условиями.

Средняя ошибка коэффициента вариации годового стока, полученная путем сопоставления коэффициентов вариации, вычисленных по приведенной формуле с их действительным значением, как правило, не превышает 12%.

ГЛАВА IУ

ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА РЕК

Установить закономерность внутригодового распределения стока рек весьма важно как с практической точки зрения, для определения внутригодового хода стока неизученных рек, так и с точки зрения общего изучения режима наших водных объектов. Закономерности внутригодового распределения стока определяются составляющими уравнения водного баланса, которое (если пренебречь величиной периферийного водообмена) для любого отрезка времени года имеет вид

$$y = x - z \pm \Delta u \qquad (17)$$

где y – величина стока за данный промежуток времени,
x – количество осадков,
z – испарение,
Δu – накопление и расходование влаги в бассейне за тот же промежуток времени.

Соотношение между элементами водного баланса в течение года не остается постоянным. Так, в зимний период происходит накопление запасов влаги в виде снега и льда, а в летний период – начиная с весны – её расходование. В соответствии с этим при изучении водного режима часто пользуются не календарным, а гидрологическим годом. За гидрологический год принимается период, включающий годовой цикл накопления и расходования влаги. За начало гидрологического года в северных

районах рассматриваемой территории следует принимать октябрь, в южных - ноябрь. Календарный месяц знаменует переход поверхностного питания реки на преобладающее подземное.

От изменения соотношения элементов водного баланса в течение года зависит внутригодовое распределение стока. Вследствие большой сложности физико-географических и климатических условий бассейна Байкала оно отличается большим разнообразием и зависит в первую очередь от источников питания, а также от факторов, определяющих зарегулированность стока (озерность, лесистость, заболоченность, рельеф, геология и др.).

Источники питания и типы внутригодового распределения стока

Впервые исследование источников питания рек бассейна Байкала проведено М.И.Львовичем [96]. Для рек рассматриваемой территории им установлено два вида питания: смешанное с преобладанием снегового и преимущественно дождевое. К смешанному питанию с преобладанием снегового отнесены реки горной области, окружающей Байкал. Преимущественно дождевое питание имеют реки остальной территории, расположенной в основном к юго-востоку от Прибайкалья. В дальнейшем, по мере накопления данных по стоку, классификация М.И.Львовича для рек бассейна Байкала была несколько уточнена А.Н.Афанасьевым [13], В.А.Арефьевой и др. [9]. Вопрос об определении источников питания рек до сих пор является весьма сложным и недостаточно решенным.

Для количественной оценки источников питания рек нами применен метод генетического расчленения гидрографов стока за характерные по водности годы. При отделении снегового стока от дождевого производился анализ совмещённых графиков среднесуточных расходов воды, среднесуточной температуры воздуха и суточных осадков. Были привлечены также данные и о сходе снега.

Продолжительность весеннего половодья определялась по связи между расходами воды и температурой воздуха, так как до стаивания в бассейне реки основных снегозапасов между ними наблюдается заметная связь. Ясно выраженные дождевые пики в

конце половодья исключалось путем простой их срезки по линии спада основной волны. Незначительные дожди не вызывали резкого увеличения расходов воды на фоне талого стока. В таких случаях отделение дождевого стока от талого не производилось. Включение же в талый сток сравнительно небольшой части дождевого в основном компенсируется недоучетом некоторой части талого стока после спада половодья.

Методика расчленения гидрографа на поверхностный и подземный стоки будет рассмотрена в разделе "Подземный сток рек."

Соотношение различных видов питания основных рек бассейна Байкала приведено в таблице I2.

Таблица I2

Виды питания основных рек бассейна Байкала

Река	Пункт	Расстояние от устья реки, км	Район	Доля источников питания (в % от годового)		
				снегового	дождевого	подземного
I	2	3	4	5	6	7
Большая Половинная	II0км Вост. Сиб.ж.д.	I,I	I	22	5I	27
Голоустная	с.Большое Голоустное	4,0	I	24	50	26
Бугульдейка	д.Большая Бугульдейка	4,0	I	I8	30	52
Рель	с.Байкальское	9,5	II	43	4I	I6
Холодная	пос.Холодная	4,0	II	42	40	I8
Давше	пос.Давше	0,7	III	25	28	47
Баргузин	с.Могойто	226	IУ	I8	48	34
Шаманка	гм.п.Шаманка	II	IУ	2I	27	52
Джида	ст.Джида	2I	У	I0	65	25
Цакирка	гм.ст.Санага	3I	У	I5	75	I0
Чикой	с.Поворот	22	УI	I8	56	26
Менза	пр-к.Дражный	I2	УI	I5	62	23
Хилок	з.Хайластуй	22	УII	23	53	24

Продолжение

I	2	3	4	5	6	7
Уда	с.Первомаевка	78	УП	I4	53	33
Большая Речка	ст.Посольская	23	УШ	20	35	45
Темник	ул.Улан-Удунга	59	IX	I9	56	25
Снежная	ст.Выдрино	6,0	IX	27	45	28
Похабиха	г.Слюдянка	2,2	IX	I0	25	65
Селенга	раз.Мостовой	I27	X	I6.	56	28

На территории бассейна выделено десять районов реки которых отличаются определенными особенностями водного режима. На рисунке I4 приведены типы внутригодового распределения стока по районам. К первому району отнесены реки юго-западного побережья Байкала, стекающие со склонов Приморского хребта. Они имеют преимущественно дождевое питание. У рек с закарстованными бассейнами (р.Бугульдейка) преобладает подземное питание. Доля снегового питания у них составляет I8 - 26%.

Режим рек района характеризуется устойчивой зимней меженью, высоким, четко выраженным весенним половодьем и дождевыми паводками. Месячный максимум стока приходится на апрель или май, минимум - на март. Месячный максимум на р.Голоустная почти в 5 раз превышает среднегодовой. В зимние месяцы сток составляет 0,40 - 0,04 среднегодового. У рек с закарстованными бассейнами зимний сток высокий и составляет 0,65 - 0,30 годового. В отдельные годы наблюдается перемерзание рек (Голоустная, Сарма).

Второй район охватывает северную часть бассейна (рр.Рель, Тыя,Гоуджокит, Холодная, Верхняя Ангара и др.). Реки этой части бассейна имеют смешанное питание с преобладанием снегового. К югу доля снегового стока уменьшается и соответственно возрастает доля дождевого.

Режим рек характеризуется устойчивой зимней меженью и высоким весенне-летним половодьем. Максимум стока приходится на июнь, минимум - на март. Распределение стока по месяцам от июньского максимума к зимней межени происходит сравнительно плавно в виде ступенчатой кривой. Месячный максимум стока колеблется от 3 до 6, а в зимние месяцы составляет 0,30 - 0,04 среднегодового. Наибольший месячный максимум наблюдается на

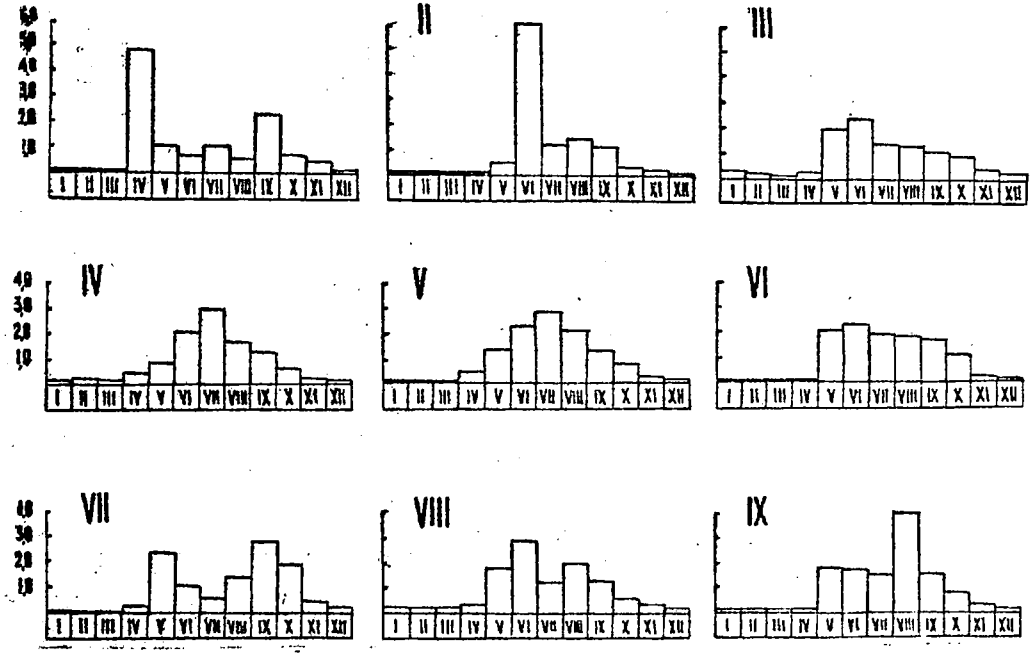


Рис. 14. Типы внутригодового распределения стока по районам: I – р. Голоустная – с. Большое Голоустное, 2 – р. Холодная – пос. Холодная, 3 – р. Давше – пос. Давше, 4 – р. Баргузин – р.п. Баргузин, 5 – р. Джида – ст. Джида, 6 – р. Чикой – с. Поворот, 7 – р. Хилок – з. Хайластуй, 8 – р. Большая Речка – ст. Посольская, 9 – р. Снежная – ст. Выдрино

р.Холодная, а повышенный зимний сток - на Верхней Ангаре. В целом внутригодовое распределение стока в районе отличается крайней неравномерностью. В отдельные годы перемерзает р.Рель.

К третьему району относятся реки, стекающие с западных склонов Баргузинского хребта (рр.Гомпуда, Давше и др). Они имеют смешанное питание с преобладанием подземного. Гидрогеологические условия здесь благоприятны для аккумуляции осадков и поверхностного стока. Доля снегового и дождевого стока примерно одинакова. Удельный вес жидких осадков в формировании стока здесь имеет большее значение по сравнению с реками второго района.

Режим рек отличается высоким весенне-летним половодьем и устойчивой зимней меженью. Месячный максимум стока наблюдается в июне или июле в зависимости от средней высоты водосбора. Вследствие большой естественной зарегулированности зимний сток относительно высок. Месячный максимум изменяется в небольших пределах - от 2 до 3, а зимний сток от 0,53 до 0,20 среднегодового. Наименьший среднемесячный расход приходится на март.

Четвертый район охватывает бассейн Баргузина. В этом районе большинство рек имеет смешанное питание с преобладанием дождевого или подземного.Правобережные притоки Баргузина (рр.Шаманка, Улюнчикан и Нестериха), стекающие с Баргузинского хребта, характеризуются смешанным питанием с преобладанием подземного или преимущественно подземным питанием, что касается левобережных притоков, то высокий подземный сток наблюдается в р.Уро, берущей начало в горах на стыке Голондинского и Икатского хребтов. Обильное подземное питание рек обусловлено тектоническими нарушениями и большой трещиноватостью горных пород. Распределение стока в году изменяется не так резко, как в первом и во втором районах.

Реки характеризуются высоким весенне-летним стоком. Паводки формируются в течение всего летнего периода. Месячный максимум в зависимости от средней высоты бассейна и климатических условий года приходится на май, июнь, июль и август. Зимние расходы относительно высоки. Месячный минимум обычно бывает в марте, а иногда в апреле (р.Шаманка). Перемерзания рек не наблюдается.

Пятый район охватывает верхнюю часть бассейна р.Джиды. Реки имеют здесь преимущественно дождевое питание. Снеговое питание очень мало и составляет 10 - 15%, подземное 10 - 25%. Реки характеризуются паводочным режимом в течение всего летне-осеннего периода. Весеннее половодье незначительно, хотя четко отделено от дождевых паводков. Наибольший месячный сток наблюдается в июле, августе и сентябре в зависимости от характера выпадения жидких осадков. Наименьший месячный сток приходится на февраль или март. В холодный зимний период перемерзают рр.Джида, Цакирка и др. Наличие большого количества паводков и промерзаемость рек делают внутригодовой режим стока неустойчивым.

Шестой район охватывает бассейн р.Чикой. Реки в большинстве своем характеризуются преимущественно дождевым питанием. Снеговое питание здесь значительнее, чем в пятом районе. Повышенное значение снегового питания наблюдается у рек, стекающих с Малханского и Мензинского хребтов (рр.Долентуй, Аса и др.). Дождевое питание в среднем составляет 50 - 65%, снеговое 15 - 23%, подземное 23 - 26% годового. Месячный максимум стока отмечается на р.Чикой в августе, а на большинстве его притоков - в мае, наименьший месячный сток приходится на февраль или март. Весеннее половодье достигает значительных размеров и по высоте нередко превышает летние паводки. Зимний сток более высокий по сравнению с реками пятого района. В суровые зимы наблюдается перемерзание таких крупных рек, как Чикой, Менза, Хилкотой и др. В летний период некоторые малые реки пересыхают.

К седьмому району относятся бассейны рр.Хилка и Уды. Реки этого района имеют преимущественно дождевое питание (53 - 65%). Снеговое питание составляет 15 - 23%, подземное 19 - 26%. Режим рек характеризуется сравнительно высоким весенним половодьем и значительными летне-осенними паводками. Летне-осенние паводки по высоте, как правило, выше весеннего половодья. Однако в отдельные годы весеннее половодье равно или выше дождевых паводков. Половодье выражено четко с максимумом стока в мае. На р. Тарбагатай (бассейн Хилка) месячный максимум приходится на апрель.

Наибольшей неравномерностью внутригодового распределения стока отличаются реки бассейна Хилка. Река Уда и некото-

рые её притоки характеризуются повышенной естественной зарегулированностью. Днища их долин покрыты мощным слоем аллювиальных отложений. Максимум месячного стока наблюдается в июле, сентябре и иногда в мае, минимум - в марте, реже в феврале. Отмечается перемерзание Хилка, Малеты, Уды и других крупных рек. В июле, августе пересыхает р.Алентуй.

К восьмому району принадлежат реки, стекающие с западных склонов хребтов Хамар-Дабан и Улан-Бургасы (от р.Баргузин на севере до р.Снежной на юге). Реки имеют смешанное питание с небольшим преобладанием дождевого или подземного. Например, на р.Максимихе преобладает подземное питание, на р.Переёмная - дождевое. У большинства рек подземное питание высокое и по величине близко дождевому. В зависимости от метеорологических условий в одни годы на реках может преобладать дождевое, а в другие - подземное питание. Снеговое питание незначительно и составляет в среднем 18 - 25%, подземное 30 - 43%, дождевое 35 - 47% среднегодового.

Месячный максимум стока наблюдается в мае или июне, минимум - в феврале, марте. Реки характеризуются высоким весенним половодьем и значительными дождевыми паводками. Фаза половодья выделяется нечетко. Зимняя межень высокая, вследствие обильности подземного питания.

Девятый район охватывает реки, стекающие с северо-западных склонов Хамар-Дабана (от р.Вторая Шестипалиха до р.Большая Половинная). К этому району можно также отнести рр.Темник и Оронгой, берущие начало на южных склонах Хамар-Дабана. Реки этого района по водному режиму следует разделить на две группы.

К первой зональной группе относятся рр.Снежная, Хара-Мурин, Утулик, Темник,ко второй азональной группе - рр.Безымянная, Слюдянка и Похабиха. Реки первой группы имеют смешанное питание с преобладанием дождевого. В целом дождевое питание составляет 40 - 48%, подземное 25 - 30%, снеговое 20 - 27% годового. Исключением является р.Темник, которая имеет преимущественно дождевое питание.

У рек второй группы преобладает подземная составляющая речного стока. Высокая зарегулированность речного стока обусловлена наличием в бассейнах рек разломов и многочисленных

тектонических трещин, а также глубоким врезом русел. Между отдельными соседними бассейнами рек наблюдается подземный водообмен. Так, происходит дренирование р.Похабихой подземных вод, питающихся за счет потерь речного стока р.Слюдянки [110, 92]. По-видимому, этим явлением объясняется наличие в бассейне Слюдянки более низких годовых модулей стока по сравнению с характерными зональными величинами. Внутригодовое же распределение стока рр.Слюдянки и Похабихи отличается мало. В отдельные годы Слюдянка перемерзает.

Реки девятого района отличаются высоким весенне-летним стоком. Весеннее половодье сливается с дождевыми паводками и выражено нечетко. Месячный максимум стока приходится на июль, август или сентябрь, минимум - на март. Зимняя межень на реках первой группы более низкая по сравнению с реками второй группы.

К десятому району отнесена главная артерия бассейна Байкала р.Селенга с комбинированным водным режимом. Основной источник питания Селенги - дожди. Снежный покров в бассейне незначителен, и талые воды принимают малое участие в питании реки. Доля подземного питания хотя и выше снегового, но по сравнению с дождевым незначительна.

Водный режим Селенги характеризуется относительно высоким весенне-летним стоком. Весеннее половодье выражено хорошо и проходит обычно в виде двух волн. Гидрограф стока в летне-осенний период имеет гребенчатую форму. Летняя межень отсутствует. В зимнюю межень среднемесячные расходы составляют 0,30 - 0,08 среднегодового. Месячный максимум наблюдается в разное время - от мая до сентября, месячный минимум - в феврале или марте.

В таблице 13 приведено характерное распределение месячного стока по десяти рассмотренным районам. Выделенные в этих районах типы рек по источникам питания и внутригодовому распределению стока являются основными для бассейна Байкала. Ряд рек характеризуется промежуточным режимом. Естественно, что в каждом отдельном районе внутригодовое распределение стока и характер источников питания могут быть уточнены в зависимости от местных условий.

Внутригодовой режим стока рек бассейна Байкала, как

это было указано выше, формируется под влиянием сложного взаимодействия климатических факторов, рельефа, гидрогеологических условий и многолетней мерзлоты.

В целом для рек Прибайкалья характерно значительное подземное питание. К востоку от Прибайкалья почти повсеместно реки имеют дождевое питание, которое составляет 50 - 70% годового. В северной части бассейна реки имеют смешанное питание с преобладанием снегового. Повышенная доля снегового питания отмечается в бассейнах рек, стекающих со склонов Хамар-Дабана и Баргузинского хребта. На остальной части бассейна снеговое питание играет как правило, второстепенную роль. Подземное питание по значимости занимает второе место после дождевого, а для ряда рек Прибайкалья оно является основным.

В результате анализа суточных расходов воды, хода осадков и температуры воздуха оказалось возможным все реки бассейна Байкала по границам сезонов (с округлением до календарного месяца) разделить на три группы (табл.14).

К первой группе относится территория от бассейна р.Рель на северо-западе до бассейна р.Баргузин (включительно) на северо-востоке. На юге к ним относятся рр.Слюдянка, Безымянная, Похабиха и другие, имеющие высокую зарегулированность стока. Анализ природных условий позволил установить, что в бассейнах рек, где условия для просачивания атмосферных осадков благоприятны, нарастание расходов воды весной при прочих равных условиях происходит значительно позже начала таяния снега. Соответственно отодвигается и начало весеннего сезона. Так, на р.Снежной среднемесячный расход в апреле почти в четыре раза выше чем в марте. На рр.Похабихе, Слюдянке среднемесячные расходы в апреле примерно равны или даже ниже мартовских.

Аналогичная закономерность наблюдается и на других реках Прибайкалья с высоким подземным питанием. Например, на р.Улюнчикан (бассейн Баргузина) среднемесячный расход весной увеличивается лишь в июне, а зональное увеличение расходов воды весной здесь обычно наблюдается в мае. Явление запаздывания начала весеннего половодья можно объяснить тем, что скорость стекания воды по поверхности бассейна значительно больше, чем таковая в водоносных пластах. Кроме того, часть поверхностных вод в начале весеннего периода идет на заполне-

Таблица 13

Распределение месячного стока рек бассейна Байкала (в долях от нормы)

Река	Пункт	Год	Район	I	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII
Большая Половинная	110 км Вост. Сиб. ж/д	1962	I	0,14	0,10	0,08	2,32	1,43	1,06	3,34	1,48	1,05	0,54	0,26	0,20
Голоустная	с.Большое Голоустное	1945	I	0,05	0,03	0,03	4,87	1,00	0,65	1,05	0,53	2,37	0,75	0,48	0,19
Бугульдейка	д.Большая Бугульдейка	1960	I	0,34	0,33	0,30	0,63	2,45	1,59	1,18	1,34	1,58	1,20	0,66	0,40
Рель	с.Байкальское	1962	II	0,08	0,07	0,06	0,04	1,48	6,34	2,17	0,80	0,48	0,26	0,14	0,08
Верхняя Ангара	с.Уоян	1953	II	0,29	0,29	0,27	0,32	1,00	3,37	1,27	1,70	1,97	0,78	0,38	0,36
Давше	пос.Давше	1958	III	0,41	0,30	0,27	0,38	2,11	2,56	1,47	1,42	1,21	1,00	0,53	0,34
Баргузин	р.п.Баргузин	1962	IУ	0,32	0,30	0,27	0,47	0,98	2,17	3,05	1,75	1,36	0,69	0,34	0,30
Шаманка	гм.п.Шаманка	1955	IУ	0,38	0,35	0,32	0,29	0,36	2,73	2,74	1,53	1,37	0,88	0,55	0,50
Джида	ст.Джида	1943	У	0,16	0,13	0,11	0,53	1,39	2,23	2,77	2,08	1,32	0,85	0,28	0,15
Цакирка	гм.п.Санага	1962	У	0,004	0,000	0,002	0,09	0,99	1,30	5,85	2,56	0,79	0,36	0,053	0,001
Чикой	с.Поворот	1957	УI	0,10	0,04	0,03	0,32	2,12	2,40	1,74	1,92	1,75	1,13	0,26	0,19
Мензa	пр-к Дражный	1950	УI	0,03	0,02	0,03	0,39	1,68	1,45	1,72	2,44	2,51	1,12	0,39	0,22
Хилок	з.Хайластуй	1950	УII	0,07	0,06	0,07	0,42	2,50	1,07	0,64	1,54	2,89	1,94	0,48	0,32
Уда	г.Улан-Удэ	1939	УII	0,43	0,35	0,26	2,47	1,84	1,60	1,28	1,28	1,06	0,75	0,30	0,32
Турка	с.Охотино	1964	УIII	0,42	0,28	0,23	0,25	2,19	2,49	1,57	1,10	1,39	0,97	0,57	0,54
Большая Речка	ст.Посольская	1960	УIII	0,23	0,16	0,21	0,36	1,82	2,99	1,28	2,05	1,40	0,69	0,48	0,33
Темник	у.Улан-Удунга	1964	IX	0,10	0,08	0,09	0,25	1,85	1,53	1,88	2,77	2,12	0,92	0,21	0,20
Снежная	ст.Выдрино	1950	IX	0,11	0,07	0,06	0,11	1,76	1,74	1,50	3,97	1,46	0,76	0,26	0,20
Похабиха	г.Слюдянка	1965	IX	0,59	0,40	0,40	0,36	0,69	0,69	0,76	2,20	2,17	1,59	1,26	0,89
Селенга	раз.Мостовой	1950	X	0,09	0,07	0,08	0,35	1,60	1,19	2,17	2,39	2,22	1,29	0,33	0,22

Таблица 14

Границы сезонов

Группы рек	Реки	Весна	Лето	Осень	Зима
I	горные, северной части Байкала. Горные, впадающие в южную часть Байкала с высоким подземным стоком.	У – УI	УП – УШ	IX – X	XI – IУ
II	подгорных и среднегорных участков Прибайкалья и Западного Забайкалья	IУ – У	УI – УШ	IX – X	XI – Ш
Ш	бассейна Байкала (за исключением I и II групп)	IУ – УI	УП – УШ	IX – X	XI – Ш

ние микровпадин и пустот в горных породах.

Ко второй группе принадлежат реки предгорных и среднегорных участков Прибайкалья и Западного Забайкалья. Чем меньше гористость бассейна и его средняя высота, тем раньше наступает месячный максимум весеннего половодья, более концентрированно и четко выражена его фаза.

К третьей группе относится большинство горных рек бассейна Байкала за исключением рек первой и второй групп.

Установленные границы сезонов по группам рек являются лишь схемами. Переход от одного сезона к другому на территории совершается сравнительно плавно, поэтому установленные границы между ними, естественно, до некоторой степени условны. Границы сезонов в горных районах зависят от географического положения, средней высоты и площади бассейна. Основной сток (60 – 90% годового) проходит в теплый период. Его величина зависит от годового стока. С увеличением высоты водосбора сток в теплый период возрастает.

Оказалось возможным построить графики связи стока в

теплый период (май-октябрь) в зависимости от высоты речных бассейнов. Для примера на рисунке I5 показана такая зависимость для рек, впадающих в северную и западную части Байкала. Величина стока в теплый период на одних и тех же высотах изменяется в зависимости от ориентации склонов бассейнов и их географического положения, т.е. зависит от тех же факторов, что и среднегодовой сток. Сток в зимний (холодный) период мал и составляет у большинства рек менее I0% годового объёма. Повышенное значение стока в зимний период (I0 - 20%) наблюдается у рек с обильным подземным питанием. Что касается горных склонов, окружающих Байкал, то сток с них в зимний период с высотой (до I 300 - I 400 м) увеличивается. Сток в теплый период возрастает примерно до высоты I 800 м.

Известно, что с увеличением площади водосбора при прочих равных условиях возрастает естественная зарегулированность стока. Влияние площади водосбора на сезонное распределение в горных районах часто затушевывается азональными факторами подстилающей поверхности.

Доля весеннего стока возрастает с уменьшением средней высоты водосбора. Сток за осенний период с увеличением высоты имеет тенденцию к уменьшению. Распределение стока по сезонам года в зависимости от режима реки показано в таблице I5.

Рассмотрим теперь вопрос о связи сезонного распределения стока с водностью года (обеспеченностью годового стока). Установлено, что с увеличением водности года доля стока за теплый период возрастает, а за холодный период уменьшается. Обратная зависимость наблюдается при уменьшении водности года (табл.I5).

Подземный сток

Из всех существующих методов оценки подземной составляющей речного стока территорий наибольшее практическое применение нашел комплексный метод генетического расчленения гидрографов речного стока. Основным достоинством этого метода является возможность количественной оценки источников питания на основе использования массового материала многолетних наблюдений за речным стоком на сети Гидрометслужбы с учетом физико-географических и гидрогеологических факторов формирования стока.

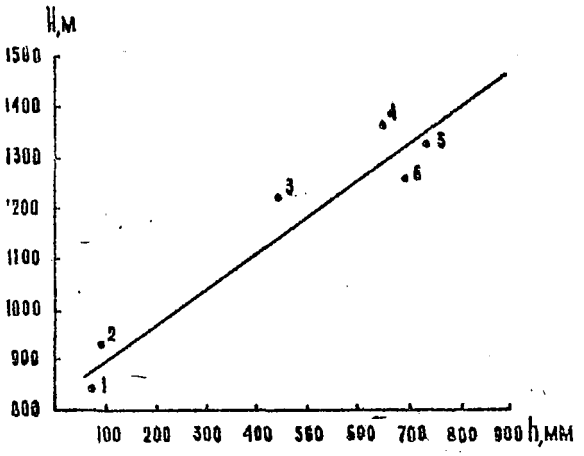


Рис. 15. Зависимость слоя стока за теплый период У – Х от высоты местности: 1 р. Голоустная – с. Большое Голоустное, 2 – р. Анга – с. Еланцы, 3 – Тыя – д. Тыя, 4-р. Холодная – пос. Холодная, 5 – р. Гуоджокит – гм. ст. Гуоджокит, 6 – р. Рель – с. Байкальское

Таблица 15

Сезонное распределение стока рек бассейна Байкала (в % от годового)

Река	Пункт	Район	Сезон			
			весна	лето	осень	зима
			У-УI	УП-УШ	IХ-Х	XI-IУ
Холодная	пос.Холодная	П	56,2	23,9	I3,8	6,I0
Давше	пос.Давше	Ш	38,9	24,I	I8,4	I8,6
Баргузин	р.п.Баргузин	IУ	26,2	40,0	I7,I	I6,7
Похабиха	г.Слюдянка	IХ	II,5	24,7	3I,3	32,5
			IУ-УI	УП-УШ	IХ-Х	XI-Ш
Джида	ст.Джида	У	34,6	40,4	I8,I	6,9
Чикой	с.Поворот	УI	40,3	30,5	24,0	5,2
Хилок	з.Хайластуй	УП	33,2	I8,5	40,3	8,3
Большая Речка	ст.Посольская	УШ	43,I	27,8	I7,4	II,7
Снежная	ст.Выдрино	IХ	30,I	45,6	I8,5	5,8
Селенга	раз.Мостовой	Х	26,2	38,0	29,2	6,6
			IУ-У	УI-УШ	IХ-Х	XI-Ш
Голоустная	с.Большое Голоустное	I	48,9	I8,6	26,0	6,5
Сухара	улус Цолга	УП	II,8	42,0	35,9	I0,3

Вопрос расчленения гидрографа на поверхностный и подземный сток еще недостаточно изучен. Значительный прогресс в разрешении этой проблемы наметился благодаря исследованиям Б.И.Куделина [85], Б.В.Полякова [110], К.П.Воскресенского [42], А.Н.Бефани [19], Ф.А.Макаренко [98], Г.П.Калинина и Г.С.Абельяна [10], Г.П.Калинина и Тютюнцевой [71], П.Ф.Бочкарева [22], О.В.Попова [111], А.М.Комлева и Ю.В.Титовой [77] и др.

Основные затруднения при оценке подземного стока рек возникают в период половодья и паводков. К.П.Воскресенский полагает, что в период половодья происходит постепенное увеличение подземных вод, достигающее максимума в момент его окончания. Б.В.Поляков [110], наоборот, считает что с нарастанием волны половодья резко уменьшаются расходы подземных вод вплоть до их полного прекращения в момент его максимума.

Величина подземного питания, как показал Б.И.Куделин, во многом зависит от степени гидравлической взаимосвязи водоносных горизонтов с рекой. При этом возможны следующие варианты этой связи: а) водоносный горизонт грунтовых вод не имеет связи с рекой; б) водоносный горизонт грунтовых вод гидравлически связан с рекой; в) водоносный горизонт, имеет периодическую гидравлическую связь с рекой, осуществляя смешанный режим ее питания; г) река имеет смешанное грунтовое и артезианское питание. Д.Л.Соколовский [121] полагает, что питание рек за счет подземных вод, гидравлически связанных с рекой, составляет небольшой удельный вес по сравнению с питанием рек за счет подземных вод всего бассейна.

При нисходящем типе подземного питания реки и определении его роли в этом процессе применяется метод Ф.А.Макаренко. Динамика подземного питания реки по этому методу отражается изменением суммарного дебита "опорных" родников, расположенных в бассейне реки. Увеличение расходов характеризуется коэффициентом динамичности, который показывает, во сколько раз увеличивается расход подземных вод в период половодья и паводков по сравнению с расходами в период межени. Применение метода Ф.А.Макаренко затруднено из-за отсутствия режимных наблюдений над дебитом "опорных" родников, которые были бы гидродинамически подобны речному бассейну.

Анализ гидрогеологических и гидрологических материалов показывает, что основное подземное питание рек рассматриваемого бассейна осуществляется за счет водоносных горизонтов, гидравлически не связанных с рекой. Гидравлически связанными с рекой являются воды аллювиальных отложений пойменных участков, но они составляют незначительную долю в общем балансе подземных вод рек горных бассейнов. Подземное питание рек формируется в зоне свободного водообмена, в условиях тесной связи с осадками и поверхностным стоком.

Величина подземного питания рек увеличивается в периоды половодья и паводков, так как увлажненность бассейна в это время большая. Основной областью формирования подземного питания рек бассейна Байкала являются площади горных массивов, где выпадает наибольшее количество осадков. Сильная расчлененность рельефа, большие уклоны местности, глубокий эрозионный врез долин, карстующиеся породы, трещины и тектонические нарушения в горных бассейнах обусловливают высокую активность подземного питания рек. Этим в основном объясняется большая доля подземного питания на реках ряда районов Прибайкалья. Недостаточная увлажненность территории, слабая просачиваемость осадков и поверхностного стока в горных породах, суровые климатические условия вызывают низкую активность подземного питания на многих реках Западного Забайкалья. Между районами высокой и низкой активности подземного стока реки характеризуются промежуточным режимом и относятся к типу рек со средней активностью подземного питания. Таким образом, по степени активности подземного питания, реки подразделятся на три типа: высокой, средней и низкой активности.

В качестве основного показателя активности подземного питания принят коэффициент γ, представляющий собой среднюю величину речного стока за ноябрь и март в долях от среднегодового. В начале зимней межени (ноябрь) подземный сток относительно высок, в конце же её (март) происходит наибольшее истощение запасов подземных вод. Чем резче изменяется сток с ноября по март, тем менее устойчиво подземное питание и наоборот. Поэтому отношение среднемесячного расхода за март к среднемесячному расходу за ноябрь (коэффициент устойчивости

ρ) показывает динамику (сработку) подземного питания за зимний период.

Абсолютная величина подземного стока прямо пропорциональна коэффициенту γ и среднегодовому речному стоку. Как правило, наибольшие модули подземного стока наблюдаются там, где высоки модули речного стока. Эта закономерность несколько видоизменяется под действием степени активности подземного питания, численным выражением которой может быть принят коэффициент γ .

Распределение коэффициента γ носит более локальный характер по сравнению с модулями годового стока, так как его величина кроме климатических условий в значительной мере определяется емкостью водоносных пластов, скоростью движения подземных вод и их дренирования в реки.

Выявлена четкая связь коэффициента γ с долей годового подземного питания рек (рис.16). Это позволяет для неизученных рек по гидрометрическим данным, а также по методу аналогии определить не только долю подземного питания, но и его абсолютную величину (модуль годового подземного стока). Появляется возможность изучения подземного стока рек на основе единой методики. При этом определение количественных параметров методом аналогии должно основываться на изучении комплекса гидрологических, гидрогеологических и геологических условий, влияющих на режим подземного питания водотоков. В таблице 16 приведены средние величины годового подземного стока с указанием типа активности подземного питания рек. Из таблицы 16 видно, что коэффициент γ колеблется для рек с высокой активностью подземного питания от 0,32 до 0,83 со средней активностью - от 0,20 до 0,30 и для рек с низкой активностью он составляет менее 0,20.

Коэффициент ρ также имеет прямую связь с коэффициентом γ и с величиной подземного питания. Однако эта связь проявляется менее четко, отражая в интегральном виде разнообразие гидрогеологических и геологических условий бассейнов рек в процессе разгрузки подземных вод. Поскольку коэффициент ρ отражает степень неравномерности подземного стока за холодный период, то очевидно, что он в целом справедлив и для теплого периода. Неравномерность подземного питания как в

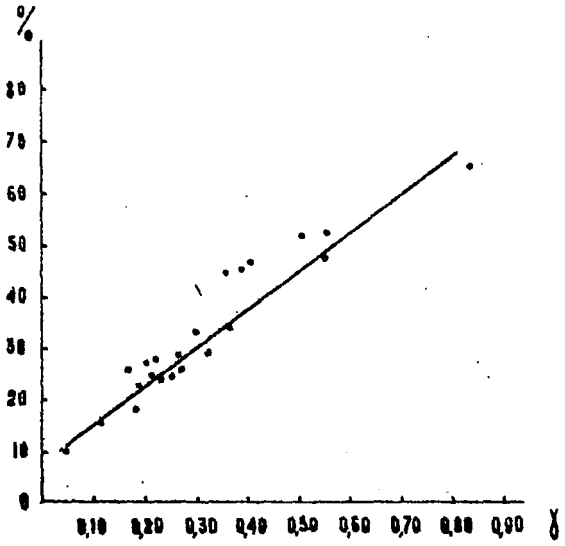


Рис.16. График связи подземного питания,%,с коэффициентом активности подземного питания γ

летний, так и зимний периоды определяется интенсивностью истощения водоносных горизонтов. Кроме того коэффициенты γ и ρ могут служить критерием надежности и устойчивости суммарных водных ресурсов рек.

В работе оценены устойчивые запасы подземных вод зоны активного водообмена. Подземный сток распределяется по территории крайне неравномерно. Распределение его тесно связано, как уже отмечалось, с распределением суммарного годового стока. Неоднородность геолого-гидрогеологических условий и наличие многолетней мерзлоты обусловливают локальный вид этой связи. Характер зависимости подземного стока от суммарного речного стока по территории меняется. Для большинства рек выявлена тесная зависимость подземного стока за холодный период от суммарного речного стока за предшествующий теплый период (рис. 17).

Эти зависимости наглядно подтверждают наличие непосредственной связи подземного стока с суммарным речным. Максимальные модули подземного стока наблюдаются в горных районах Прибайкалья. Здесь выпадает наибольшее количество осадков и имеются благоприятные условия для инфильтрации. Так, в Южном Прибайкалье, в бассейнах рр. Похабихи, Слюдянки и Безымянной широко развиты трещины в закарстованных породах, в которые легко просачиваются осадки. В соседних бассейнах (рр.Снежная, Утулик, Хара-Мурин) условия инфильтрации менее благоприятны. Поэтому здесь при большом количестве осадков и высоком поверхностном стоке модули подземного стока меньше, чем в районе закарстованных пород. Вообще влияние карста на величину подземного стока довольно сложно. Высокие модули стока наблюдаются также в Баргузинском хребте. Здесь выпадает много осадков, характерна интенсивная тектоническая трещиноватость пород. В долинах рек расположены валунно-галечниковые и ледниковые отложения значительной мощности. Здесь отмечены факты полной потери в ледниковых отложениях водотоков с расходами 0,2 - 0,3 м^3/сек. Разгрузка подземных вод происходит в основном по разломам, у крутых берегов - и в поверхностные водотоки [61].

Минимальные модули подземного стока приходятся на межгорные впадины, на районы с малым количеством осадков и мно-

Таблица 16

Средние величины годового подземного стока и характеристика активности подземного питания

Река	Пункт	Подземное питание % от годового	Модуль подземного стока, л/сек·км	Тип активности	Коэффициент активности γ	Коэффициент активности ρ
1	2	3	4	5	6	7
Реки восточных склонов Приморского хребта						
Голоустная	с.Большое Голоустное	26	1,10	2	0,26	0,06
Бугульдейка	д.Большая Бугульдейка	52	1,18	1	0,50	0,45
Реки северной части бассейна						
Рель	с.Байкальское	16	4,00	3	0,10	0,42
Холодная	п.Холодная	18	4,10	3	0,17	0,25
Верхняя Ангара	с.Уоян	29	5,10	1	0,32	0,71
Реки западных склонов Баргузинского хребта						
Давше	п.Давше	47	4,51	1	0,40	0,50
Реки бассейна Баргузина						
Баргузин	с.Могойто	34	2,38	1	0,36	0,53
Шаманка	г.п.Шаманка	52	10,8	1	0,55	0,40
Реки бассейна Джиды						
Джида	ст.Джида	25	0,66	2	0,20	0,39
Цакирка	гм.Санага	10	0,85	3	0,03	0,07
Реки бассейна Чикоя						
Чикой	с.Поворот	26	1,50	3	0,16	0,11
Менза	пос.Дражный	23	1,60	3	0,18	0,08

I	2	3	4	5	6	7
	Реки бассейна Хилка и Уды					
Хилок	с.Хайластуй	24	0,64	2	0,22	0,II
Уда	с.Первомаевка	33	0,72	2	0,29	0,3I
Она	с.Онинское	28	0,7I	2	0,26	0,20
	Реки западных склонов хребтов Хамар-Дабан и Улан-Бургасы					
Турка	с.Охотино	46	3,84	I	0,55	0,36
Кика	с.Хаим	45	7,I0	I	0,38	0,59
Большая Речка	ст.Посольская	45	I0,0	I	0,35	0,43
	Реки северо-западных и южных склонов хребта Хамар-Дабан					
Снежная	ст.Выдрино	28	4,50	2	0,20	0,2I
Похабиха	г.Слюдянка	65	I3,5	I	0,83	0,32
	Транзитные реки					
Селенга	раз.Мостовой	28	0,60	2	0,2I	0,25

голетнемерзлыми породами. Минимум стока в Селенгинской Даурии приурочен к бассейну р.Хилка, левобережью р.Уды и к низовью р.Чикоя. Очень низкий подземный сток наблюдается в верхней части бассейна р.Джиды (р.Цакирка). Поглащение поверхностных вод затруднено из-за наличия многолетнемерзлых пород большой мощности. В зимний период часть подземного стока тратится на образование наледей на реках и родниках. Наледообразование охватывает почти всю территорию бассейна.

В долинах больших рек распространены мощные толщи аллювиальных отложений, являющиеся коллектором подземных вод, дренируемых выше эрозионного вреза долин. Доля подземного стока меняется по длине реки не только вследствие изменения природных условий, но и в результате существования подруслового стока.

В формировании и питании подземных вод в горах существенная роль принадлежит, очевидно, конденсации паров воздуха внутри каменных россыпей. Этому способствуют низкие темпе-

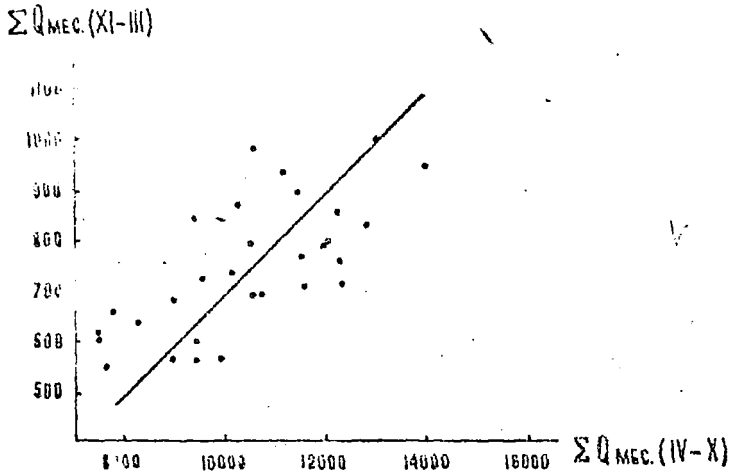


Рис. 17. Связь подземного стока за холодный период с общим стоком за теплый период, р. Селенги - раз. Мостовой (с 1934 по 1967 гг.)

ратуры курумов и воздушных прослоек, значительная абсолютная влажность воздуха в летний период и резко континентальный климат с большими суточными колебаниями температуры воздуха. Вследствие низких температур внутри каменных россыпей и трещин на границе мерзлого слоя образуется зона с пониженной упругостью водяных паров, что создает падение градиента упругости паров от поверхности россыпей в сторону мерзлого слоя и приводит к перемещению водяных паров и их конденсации на границе мерзлого слоя или вообще слоя горных пород с пониженной температурой. Выделяющаяся при конденсации паров скрытая теплота в условиях многолетней мерзлоты расходуется на её таяние. Как показали исследования В.В.Климочкина [74] в Западном Забайкалье, модуль подземного стока за счет конденсации влаги 20 - 30% от всего подземного стока.

В заключение данного раздела кратко остановимся на определении динамики подземного стока. Этот вопрос разработан слабо и представляет основную трудность при расчленении гидрографов стока за теплый период года.

Динамика подземного стока за теплый период зависит от ёмкости водоносных горизонтов речных бассейнов и степени их заполнения, скорости движения подземных вод и их дренирования в реки, а также от продолжительности меженного периода. В холодный период года, кроме того, на динамику подземного стока оказывают влияние криогенные процессы. Обычно воздействие криогенных процессов на приток подземных вод в реки существенно сказывается лишь спустя 2 - 3 месяца после начала зимней межени. В начале зимней межени ёмкости водоносных горизонтов максимально заполнены, так как на большинстве рек бассейна Байкала наблюдаются значительные летне-осенние паводки. Поэтому наибольший подземный сток следует ожидать в начале холодного периода.

Продолжительность межени в теплый период на большинстве рек не превышает одного месяца. Следовательно, наибольшее изменение подземого стока за теплый период можно определить по изменению расходов воды в течение первых двух месяцев зимней межени. Показателем изменчивости подземного стока может служить отношение среднемесячного стока первого месяца зимней межени ко второму месяцу. Это отношение в среднем изменяется

от I,2 - 2,0 (для рек с высоким подземным стоком) до 3 - 5 (для рек с низким подземным стоком). Соответственно наибольший месячный модуль стока колеблется от I9 л/сек.км^2 (р.Похабиха) до 0,4 л/сек.км^2 (р.Цакирка).

Динамика подземного питания отдельных рек была оценена по методу репрезентативного бассейна. По этой схеме расчета динамика подземного питания исследуемой реки выражалась через динамику подземного питания репрезентативного бассейна малой реки. Расходы воды подземного стока репрезентативной реки выражались в относительных единицах - в виде коэффициента динамичности, который показывает, во сколько раз увеличивается подземный сток по сравнению с низким зимним расходом. Максимальное время добегания поверхностных вод репрезентативного бассейна составляло не более 2 - 3 суток. Когда длительность бездождного периода больше максимального времени добегания,река переходит на подземное питание. За время открытого русла по этому методу представляется возможным определить подземный сток в пяти и более точках гидрографа, что вполне достаточно для установления величин и общего характера колебания подземного питания. Наибольшее значение коэффициента динамичности наблюдается в конце паводков. При этом установлено, что на величину коэффициента динамичности больше оказывает влияние не абсолютная величина паводков, а их продолжительность. Величина коэффициента динамичности изменяется в среднем от I до 5.

Необходимо отметить, что многие гидрометрические створы в бассейне Байкала организованы в предгорных местах без учета гидрогеологических условий. Выявлено, что при резком выполаживании продольного профиля реки часть поверхностного стока переходит в подрусловый сток, а затем на некотором расстоянии выходит в русло. Поэтому гидрометрические створы, находящиеся в местах резкого изменения продольного профиля реки, не учитывают часть речного стока, дренируемого в речной аллювий.

Проблема изучения подземного стока рек является одновременно гидрологической и гидрогеологической. Однако в конечном счете эту задачу должны решать гидрологи, так как реки служат объектом их исследования.

Расчет внутригодового стока рек

Генетический метод расчета внутригодового распределения стока, основанный на применении уравнения водного баланса, труден и при имеющихся исходных данных практически неприменим. В настоящее время методика расчета внутригодового распределения стока основывается на географо-статистических обобщениях закономерностей внутригодового хода стока, наблюдаемых в опорных бассейнах, имеющих достаточно длинные ряды наблюдений.

Д.Л.Соколовский [119] предлагает расчет внутригодового распределения стока производить по методу географо-статистических обобщений. Этот метод основан на применении модулей распределения месячных расходов для среднего, маловодного и многоводного годов, переносимых с опорного бассейна-аналога на неизученный бассейн. При выборе реки-аналога необходимо обращать внимание на сходство основных факторов, определяющих внутригодовой ход стока. Недостаток этой методики - трудность выбора реального года с распределением, соответствующим принимаемой расчетной обеспеченности. Однако этот недостаток окупается реальностью расчета и простотой метода.

Кроме того, существуют способы определения внутригодового распределения стока на основе статистической обработки непосредственных наблюдений. Детальные разработки этих приемов, произведены В.Г.Андреяновым [6], Г.И.Швецом [151], И.М.Лифшицом [93] и др.

В настоящее время метод В.Г.Андреянова вошел в "Указания по определению расчетных величин годового стока и его внутригодового распределения (СН 371-67)". Расчетная модель распределения стока, по Андреянову, составляется (компонуется) исходя из условий равенства обеспеченности стока за год, лимитирующий период и лимитирующий сезон. Год делится на три сезона (например, для рек с весенним половодьем на весенний, летне-осенний и зимний), из которых два маловодных сезона объединяются в один лимитирующий период. Внутри этого периода один из сезонов принимается за лимитирующий. Распределение стока для заданной обеспеченности производится раздельно: сначала по сезонам, а затем внутри сезонов (по месяцам или декадам). Получаемое по этой схеме расчетное распределение,

как показали исследования, является вполне реальным [73]. Недостаток метода - его сложность и громоздкость. В таблице I7 приведен расчет распределения стока по сезонам по методу Андреянова р.Похабихи.

Характер внутригодового распределения стока неисследованных рек устанавливается методом аналогии.

В.Д.Быков, А.Н.Важенов, И.С.Федорова [34] и Е.И.Бреслав [25] в качестве основного показателя внутригодового распределения стока на горных реках приняли соотношение между сезонными величинами стока за май - июнь (У - УI) и июль - сентябрь (УП - IX), когда на них проходит основная масса годового стока

$$\alpha = \frac{y_{V-VI}}{y_{VII-IX}} . \qquad (I8)$$

Этот показатель характеризует условия питания рек района в теплый период. В качестве второго показателя принято соотношение, учитывающее и зимний сток

$$\beta = \frac{y_{V-VI}}{y_{год}} . \qquad (I9)$$

Показатель α обнаруживает хорошую связь со средней высотой водосбора, что свидетельствует об универсальности его как характеристики межсезонного распределения стока. Между α и β существует тесная зависимость, поэтому для расчета внутригодового распределения стока достаточно знать α.

Кривые продолжительности суточных расходов

Внутригодовое распределение стока может быть представлено не только хронологически, по месяцам или сезонам, но также в виде кривых продолжительности или обеспеченности суточных расходов. Внутригодовой ход стока в виде кривых продолжительности суточных расходов независимо от их хронологии имеет особенно важное значение при водохозяйственных расчетах для учета энергоресурсов рек.

Кривая продолжительности суточных расходов воды характеризует продолжительность времени (в днях или процентах от общего числа дней года), в течение которого расход воды равен заданному или превышает его. Такая кривая может относиться к одному году или к многолетнему периоду. Многолетние кри-

Таблица I7

Расчет распределения стока по сезонам для лет различной водности р.Похабиха – г.Слюдянка (по методу Андреянова)

Период	C_v	C_s	Год: Среднее значение Q м³/сек	%	Многоводный P = 25% Q м³/сек	%	Средний P =50% Q м³/сек	%	Маловодный P =75% Q м³/сек	%	Очень маловодный P =95% Q м³/сек	%
Год	0,23	0,46	I6,7	I00	I9,0	I00	I6,4	I00	I4,0	I00	I0,9	I00
Лето – осень	0,29	0,58	8,86	53,I	I0,22	53,8	8,66	52,8	7,22	5I,6	5,32	48,8
Зима – весна (лимитирующий период XI-УI)	0,I9	0,38	7,84	46,9	8,78	46,2	7,74	47,2	6,78	48,4	5,58	5I,2
Весна (У-УI)	0,27	0,54	2,54	I5,2	2,8I	I4,8	2,50	I5,2	2,23	I5,9	I,88	I7,3
Лимитирующий сезон (XI-IУ)	0,20	0,40	5,30	3I,7	5,97	3I,4	5,24	32,0	4,55	32,5	3,70	33,9

вые продолжительности могут быть двух видов: I) обобщенная или абсолютная кривая продолжительности суточных расходов и 2) средняя кривая. Применение средних кривых продолжительности суточных расходов совместно с кривыми для многоводных и маловодных лет представляется вполне рациональным [I34].

Значительные исследования типов режима по характеру кривых продолжительности суточных расходов произведены Д.И.Кочериным [79], Д.Л.Соколовским [I2I], В.А.Урываевым [I34], М.А.Мостковым [I0I], В.Г.Андреяновым [8], Г.А.Алексеевым [3], С.Н.Крицким и М.Ф.Менкелем [82], Лифшицем [93] и др.

С точки зрения водохозяйственных расчетов, большой интерес представляет вопрос о районировании кривых продолжительности суточных расходов по территории. За численное выражение неравномерности расходов, отражающей степень естественной зарегулированности стока, может быть принята площадь кривой продолжительности до среднего расхода или отношение площади гидрографа, расположенной ниже среднего расхода, к общей его площади. Эта величина названа Д.Л.Соколовским коэффициентом естественной зарегулированности φ и представляет собой обобщенный показатель внутригодовых колебаний стока. Величина φ является также важным и удобным показателем для оценки эффективности использования речного стока.

Так как коэффициент естественной зарегулированности стока определяется площадью нижней части гидрографа и выражает долю стока, включающую подземный сток и небольшую часть поверхностного стока половодий и паводков, то его можно назвать базисной частью гидрографа или базисным стоком, выраженным в долях единицы.

Коэффициент естественной зарегулированности стока для рек бассейна Байкала изменяется от 0,40 до 0,82. Высокие коэффициенты φ характерны для рек с большой долей подземного питания и высокими модулями годового стока (юго-восточное Прибайкалье), а низкие значения коэффициента φ - для бассейнов рек с малой долей подземного питания и низкими модулями годового стока (бассейн р.Джиды). Установлена тесная связь между коэффициентами φ и γ.

В зависимости от величины коэффициента естественной зарегулированности стока в бассейне Байкала, с учетом природных

условий можно выделить следующие 7 районов.

К первому району относятся реки западного побережья Байкала от истока Ангары до бассейна р.Рель. Коэффициент φ колеблется от 0,50 до 0,54, за исключением р.Бугульдейки, где вследствие закарстованности бассейна коэффициент φ равен 0,68.

Ко второму району принадлежит северная часть бассейна Байкала. Суровые климатические условия обусловливают сравнительно низкие значения коэффициента φ - от 0,43 до 0,56. С увеличением площади водосбора коэффициент φ возрастает, и на Верхней Ангаре он равен 0,56.

Третьий район охватывает бассейн р.Баргузин. В целом район характеризуется повышенной естественной зарегулированностью (φ =0,60 - 0,69), за исключением р.Аргода.Более высокие коэффициенты φ наблюдаются на правобережных притоках р.Баргузин.

К четвертому району относятся реки восточного побережья Байкала от бассейна р.Томпуды до устья р.Селенги. Здесь реки имеют сравнительно высокую зарегулированность стока, а коэффициент φ изменяется от 0,65 до 0,71.

Пятый район включает бассейн р.Джиды. Реки этого района характеризуются низкими значениями коэффициента естественной зарегулированности - от 0,40 до 0,46 - вследствие суровых климатических условий, наличия многолетней мерзлоты и небольших снегозапасов.

Шестой район охватывает бассейны рр.Чикоя, Хилка и Уды. Значения коэффициента φ колеблются здесь в среднем от 0,50 до 0,58, однако под действием азональных факторов на ряде рек этого района наблюдаются и более высокие его значения. Например, в бассейнах рр.Брянки и Ильки значение коэффициента φ оказалось сравнительно высоким (0,66 и 0,67), вследствие регулирующего влияния песчаных почв, занимающих около 30% их водосборной площади.

В седьмой район включены реки, стекающие в Байкал со склонов Хамар-Дабана. Здесь отмечается наиболее высокая зарегулированность стока в бассейне р.Похабиха (0,82).

Коэффициент φ главной артерии бассейна Байкала р.Селенги в пункте Усть-Кяхта равен 0,64.

Значения коэффициентов естественной зарегулированности стока для выделенных районов приведены в таблице 18.

Таблица 18

Значения коэффициентов естественной зарегулированности стока

Район	Река	Пункт наблюдения	Коэффициент
I	2	3	4
I	Голоустная	с.Большое голоустное	0,51
	Анга	с.Еланцы	0,54
	Сарма	д.Сарма	0,50
II	Рель	с.Байкальское	0,43
	Гоуджокит	ст.Гоуджокит	0,45
	Холодная	п.Холодный	0,46
	Верхняя Ангара	с.Верхняя Заимка	0,56
III	Баргузин	с.Баргузин	0,68
	Шаманка	г.п.Шаманка	0,66
	Аргода	с.Аргода	0,53
	Улюнчикан		0,69
IУ	Давше	с.Давше	0,71
	Турка	с.Охотино	0,68
	Кика	с.Хаим	0,72
У	Джида	с.Джида	0,44
	Цакирка	г.м.Санага	0,40
	Темник	улус Улан-Удунга	0,46
УI	Чикой	с.Поворот	0,57
	Аса	с.Аца	0,54
	Менза	пос.Дражный	0,56
	Хилок	з.Хайластуй	0,58
	Уда	с.Первомаевка	0,57

I	2	3	4
	Она	с.Онинское	0,53
	Курба	с.Тэгда	0,61
	Брянка	Разъезд №28	0,67
	Илька	с.Илька	0,66
УП	Большая Речка	ст.Посольская	0,71
	Мысовка	г.Бабушкин	0.76
	Снежная	ст.Выдрино	0,56
	Похабиха	ст.Слюдянка	0,82

На величину коэффициента φ оказывают влияние размеры и высота бассейна, степень озерности, лесистости, заболоченности и др. Различия коэффициентов естественной зарегулированности стока зависят кроме отмеченных причин от суммы атмосферных осадков, которые влияют на величину годового стока.

Относительно небольшие значения φ в первом районе связаны с пониженными по сравнению с другими районами Прибайкалья суммами осадков. Здесь западный берег озера находится как бы в "дождевой тени" по сравнению с юго-восточным. Тот же фактор сказывается в бассейнах рр.Уды, Хилка, Чикоя и Джиды. Здесь имеются лесостепные и степные участки, на которых широко проводятся агротехнические мероприятия. Все, это безусловно, понижает годовой сток и, следовательно, величину коэффициента φ.

Между коэффициентом естественной зарегулированности и коэффициентом вариации годового стока выявлена линейная зависимость.

Принимая за исходный параметр коэффициент естественной зарегулированности стока и установив в зависимости от него тип реки, можно построить кривые продолжительности суточных расходов для неизученных бассейнов.

Из многочисленных формул, выражающих кривые продолжительности суточных расходов, наибольшее распространение имеет формула В.А.Урываева [134] с дополнениями и уточнениями В.Г.Андреянова [8]. Этот метод основан на использовании

показательно-степенной функции. В работе он применен к рекам бассейна Байкала. В таблице I9 приведены основные параметры кривых продолжительности к формуле Урываева – Андреянова для некоторых рек бассейна Байкала.

Таблица I9

Параметры кривых продолжительности суточных расходов для рек бассейна Байкала

Река	Пункт наблюдений	K_{max}	K_{min}	C	n
Похабиха	г.Слюдянка	5,6	0,38	0,006	2,24
Большая Речка	ст.Посольская	5,75	0,2I	0,02	I,46
Мантуриха	п.Мантуриха	7,24	0,26	0,02	I,I0
Мысовка	г.Бабушкин	6,25	0,36	0,0I	I,65
Хилок	з.Хайластуй	5,57	0,03	0,03	I,4I
Брянка	Разъезд №28	5,28	0,0I	0,02	I,80
Илька	с.Илька	6,05	0,0I	0,II	I,80
Голоустная	с.Б.Голоустное	I5,4	0,003	0,0I	0,97
Анга	с.Еланцы	I2,6	0,07	0,0I	I,07
Сарма	д.Сарма	II,I	0,03	0,0I	0,83
Рель	с.Байкальское	II,I	0,0I	0,02	0,75
Гоуджокит	г.м.ст.Гоуджокит	I6,4	0,07	0,0I	0,80
Холодная	п.Холодный	I2,5	0,05	0,05	0,65
Баргузин	с.Баргузин	3,54	0,20	0,09	0,78
Джида	с.Джида	II,2	0,04	0,02	0,70
Цакирка	г.м.ст.Санага	23,0	0,00I	0,0I	0,80
Темник	улус Улан-Удунга	I0,2	0,04	0,0I	I,42

Рассмотренные эмпирические кривые продолжительности суточных расходов дают для ряда рек существенные отклонения от соответствующих кривых построенных по фактическим данным. Причина значительных ошибок при расчетах кривой продолжительности кроется как в определении исходных параметров, так и в структуре предложенной формулы.

ГЛАВА У

ВОДНЫЙ БАЛАНС И УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ БАЙКАЛА

Изучение водного баланса озера позволяет более эффективно использовать его водные ресурсы. Водным балансом определяется колебание водной массы озера, соотношение питания и потерь воды во времени. Строгий учет запасов воды в озере приобретает особо важное значение в условиях их комплексного использования.

Водный баланс Байкала изучался многими авторами. Наиболее подробные исследования были проведены А.Н.Афанасьевым [I4] и Б.С.Цейтлиным [I38]. Многолетние данные этих авторов по водному балансу приведены в таблице 20.

Таблица 20

Многолетний водный баланс Байкала

Приход	мм/год	$м^3$/сек	$км^3$/год	Расход	мм/год	$м^3$/сек	$км^3$/год
I	2	3	4	5	6	7	8
За I 90I - I 955 гг., по Афанасьеву							
Реки	I 834	I 832	57,77	Сток через Ангару	I 933	I 93I	60,89
Подземный приток	99	99	3,I2	Испарения	294	294	9,26

I	2	3	4	5	6	7	8
Осадки над озером	294	294	9,26				
Итого:	2 227	2 225	70,I5	Итого:	2 227	2,225	70,I5
За I899 - I955 гг., по Цейтлину							
Реки	I 9I9	I 9I7	60,45	Сток через Ангару	I 9I4	I 9I2	60,29
Осадки над озером	326	326	I0,27	Испарение	290	290	9,I3
				Наполнение озера	4	4	0,I3
				Подземный сток из озера	37	37	I,I7
Итого:	2 245	2 243	70,72	Итого:	2 245	2 243	70,72

Конденсация водяных паров из атмосферы на холодную поверхность воды озера оценивается примерно в I км^3. Эта составляющая баланса включена в сумму осадков.

Многолетние данные по водному балансу Байкала А.Н.Афанасьева за 55 лет и Б.С.Цейтлина за 57 лет довольно близки в своей расходной части. При близких суммах приходной части водного баланса отдельные элементы ее у цитируемых авторов значительно различаются. Так, количество атмосферных осадков над Байкалом у А.Н.Афанасьева принято ниже, чем у Б.С.Цейтлина (на 32 мм/год). Речной сток у А.Н.Афанасьева также принят ниже (на 85 мм/год), чем у Б.С.Цейтлина.

В приходной части водного баланса у А.Н.Афанасьева имеется составляющая "подземный сток в озеро", которой он объясняет невязку многолетнего баланса. На эту составляющую приходится 99 мм/год, или около 4,5%. Невязка баланса у Б.С.Цейтлина в сторону превышения прихода над расходом невелика, всего 37 мм/год. Эту невязку автор объясняет подземным

стоком из озера. Такое объяснение, по мнению К.К.Вотинцева [46], мало убедительно.

В последнее время расчеты испарения с поверхности Байкала выполнены А.Н.Афанасьевым [15], М.Н.Шимараевым [37] и Е.В.Осмоловской [104].

Разработанная А.Н.Афанасьевым методика определения составляющих баланса была принята Иркутским УГМС и с небольшими дополнениями используется при составлении месячных и годовых балансов озера (1956 - 1972 гг.). Данные по водному балансу Байкала публикуются в периодическом издании "Материалы наблюдений на озерах и водохранилищах".

В августе 1959 г. на Байкал распространялся подпор от плотины Иркутской ГЭС, вследствие чего естественный уровень оказался нарушенным. В августе 1962 г. уровень Байкала достиг НПГ (нормальный подпорный горизонт) Иркутского водохранилища. Таким образом, в многолетнем ходе уровня озера можно выделить три периода. Первый период характеризует естественный режим до августа 1959 г., второй период - процесс наполнения по НПГ Иркутского водохранилища с августа 1959 г. по август 1962 г., третий период - нормальную эксплуатацию Иркутской ГЭС с август 1962 г.

Наиболее длинный ряд наблюдений за уровнями (с 1898 г.) имеется на водпосту Байкал. Поскольку ход уровня здесь хорошо согласуется с уровнями по остальным постам, то можно считать, что ход уровня по этому водпосту достаточно надежно отражает основные закономерности изменения уровня озера. Средний многолетний уровень по водпосту Байкал с 1898 по 1958 гг. составляет 127 см над нулем графика. В зависимости от колебаний приходно-расходных компонентов водного баланса отклонения от нормы составляют от +40 (1932, 1933 гг до -39 см (1903 г)

В годовом ходе многолетних среднемесячных значений уровня максимум приходится на сентябрь, минимум наблюдается в апреле. Изменение уровня от месяца к месяцу плавное. Годовая амплитуда колебаний уровня в среднем составляет 83 см, но от года к году изменяется в широких пределах - от 39 до 166см. Плавные колебания озера нарушаются сгонно-нагонными и сейшевыми колебаниями, наиболее развитыми в районе крайнего северного и крайнего южного побережья озера, где амплитуда

перекосов уровенной поверхности достигает 17 - 20 см [14]

В таблице 21 даны характерные уровни воды по водпосту ст.Байкал за период нормальной эксплуатации Иркутской ГЭС.

Средний годовой уровень за период с 1963 по 1972 гг. составляет 218 см над нулем графика, что соответствует повышению годового уровня на 91 см по сравнению со среднемноголетним. Высота нуля графика водпоста ст.Байкал равна 453,27 м в системе абсолютных высот, вычисленных БТУ над уровнем Балтийского моря. Следовательно, абсолютная отметка среднего уровня Байкала за естественный период составляет 454,54 м, а с учетом повышения уровня на 91 см она равна 455,45 м.

Таблица 21

Характерные уровни воды (см) над нулем графика по водпосту Байкала за 1963 - 1972 гг.

Год	Уровень			Годовая амплитуда колебаний уровня
	высший	низший	средний	
1963.	288	188	239	100
1964	300	203	249	97
1965	264	176	222	88
1966	276	158	216	118
1967	273	167	219	106
1968	257	172	220	85
1969	243	178	198	65
1970	263	142	202	121
1971	285	158	219	127
1972	211	170	191	41
Высший уровень	300	203	249	127
Низший уровень	211	142	191	41
Средний уровень	264	171	218	95

В связи с повышением уровня Байкала площадь его водного зеркала увеличилась на 3%, или на 1 000 км^2 [15]. Поэтому целесообразно пересмотреть водный баланс озера в соответствии с новыми условиями. Кроме того, при расчете баланса осадки принимались заниженными без учета поправок к показаниям осад-

..омера. Это тоже необходимо учитывать при определении водного баланса. Неохваченная гидрометрическими наблюдениями часть бассейна хотя и мала (менее 10%), но включает горные районы с высокой водоносностью. Величину притока с этой площади важно уточнить. Требуется уточнить и данные о притоке воды с изученной части бассейна, так как гидрометрические створы, находящиеся в местах резкого изменения продольного профиля реки, не учитывают часть речного стока.

Как показали полевые исследования на реках, стекающих с хребтов Хамар-Дабан, Улан-Бургасы и Баргузинского, существует подрусловой сток. При выходе из гор часть речного стока теряется в рыхлых отложениях и вновь выходит на поверхность вблизи уреза озера. Интересно отметить, что аналогичные явления, но в более ярко выраженной форме наблюдались автором в бассейне оз.Хубсугул [146]. Так, на р.Джиглик-Гол (западное побережье) речной сток в летний период на нижнем предгорном участке часто отсутствует, хотя в это время на среднем горном участке действует поток со значительными расходами.

Недоучет притока воды в Байкал вследствие существования подрусловой стока можно косвенно оценить в 5 - 7% общего годового речного стока. Исследованием взаимосвязи водных масс Байкала с подземными водами занимались К.К.Вотинцев [45], Е.В. Пиннекер [109] и др. Однако этот вопрос изучен еще слабо из-за отсутствия количественных данных.

Байкальская впадина является дреной для неглубоко залегающих подземных вод. Зеркало грунтовых вод и пьезометрическая поверхность напорных водоносных горизонтов окружающей территории (г.Слюдянка, дельта р.Селенги и т.д.) имеют наклон в сторону озера. Очевидно, такая односторонняя связь существует до глубины 250 м [45]. Можно предполагать, что основной приток подземных вод непосредственно в озеро осуществляется на небольшой глубине (до 10 м) и в количественном отношении невелик (не более 1% от приходной части водного баланса). Это подтверждается стабильностью химического состава воды в Байкале и отсутствием аномалий в распределении температуры воды. С увеличением глубины озера возрастает гидростатическое давление, которое оказывает подпорное воздействие на приток подземных вод.

В Байкал здает, как указывалось выше, 133 реки и 367 ручьев и временных водотоков. Главный приток - р.Селенга дает около 52% годового стока в озеро, а площадь ее бассейна составляет 83% всей водосборной площади.

В приведенных данных по водному балансу испарение с открытой водной поверхности определялось по формуле А.П.Браславского и З.А.Викулиной [24], а испарение с поверхности снега и льда - по формуле П.П.Кузьмина [89].

В последнее время Иркутским УГМС и ГГИ испарение с поверхности Байкала вычисляется также по формуле В.А.Рымши и Р.В.Донченко [133]. Как показали наши расчеты по Хубсугулу [147] и Е.В.Осмоловской по Байкалу [104], по формуле Рымши и Донченко, получаются более высокие значения испарения чем по формуле А.П.Браславского и З.А.Викулиной. При расчете испарения с поверхности Байкала необходимо тщательно учитывать ледовые явления переходных месяцев, особенно декабря. Недоучет этого фактора может вызвать значительные ошибки в водном балансе озера.

Понятно, что необходимость перехода к новой методике расчета должна быть научно обоснована и подтверждена экспериментальными исследованиями в условиях данного региона. К сожалению, материалы фактических наблюдений за испарением на Байкале недоброкачественны и поэтому не могут использоваться для контроля расчета по формулам.

Во влагообороте Байкала в среднем за год участвует масса воды объемом 71 км^3 (табл. 20). Как показали расчеты К.К.Ботинцева [45], полный водообмен в Байкале длится не более 400 лет.

ГЛАВА VI

МАКСИМАЛЬНЫЙ СТОК И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМЫ ГИДРОГРАФОВ ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ И ВЕСЕННИХ ПОЛОВОДИЙ

Оценка параметров выдающихся половодий и паводков является наиболее важной и вместе с тем наиболее сложной задачей расчета речного стока. От величины максимального стока зависят размеры водопропускных отверстий мостов, труб и других сооружений на железнодорожных и автомобильных магистралях, а также водосбросных устройств плотин. Ошибка в расчете максимальных расходов создает угрозу катастрофы (при занижении расхода) или влечет крупный перерасход капиталовлажений (при завышении расхода).

Дождевые паводки и весеннее половодье определяют общие черты режима стока рек того или иного района. В период дождевых паводков и весеннего половодья проходит основная доля годового стока.

Максимальные расходы на реках бассейна по происхождению могут быть подразделены на: I) снеговые, образующиеся в основном от таяния снегов в горах (на высоте более 850 м); 2) снеговые, образующиеся от таяния снегов в предгорных районах (на высоте 850 м или менее); 3) дождевые, формирующиеся под влиянием выпадения жидких осадков в горах или в предгорных районах; 4) снего-дождевые (смешанные), образующиеся от снеготаяния и дождей в горах.

Районирование территории по условиям формирования максимальных расходов воды, характеру половодья и дождевых паводков

Наиболее полно принципы гидрологического районирования рек СССР разработаны П.С.Кузиным [87]. В основу гидрологического районирования им приняты, с одной стороны, элементы водного баланса, водного и ледового режима рек, а с другой - важнейшие элементы природной среды (рельеф, климат и др.). Одна из важнейших целей гидрологического районирования - выявление закономерностей гидрологических явлений, определение районов, в пределах которых они проявляются и выявление причин, их обусловливающих [87]. Закономерности формирования гидрологических явлений основа гидрологических прогнозов и расчетов.

По условиям формирования максимальных расходов воды, характеру половодья и дождевых паводков с учетом особенностей климата и ландшафтов территорию бассейна Байкала можно разделить на десять гидрологических зон.

К первой зоне относится горно-таежный район западного побережья Байкала от истока Ангары на юге до р.Рель на севере. Реки первой зоны характеризуются высокой, ясно выраженной волной весеннего половодья почти исключительно снегового происхождения. Максимальные расходы половодья часто являются наибольшими в году. Летние паводки бывают значительных размеров и в отдельные годы превышают по высоте весеннее половодье.

Наибольшие модули максимального стока весеннего половодья колеблются от 60 до 90 л/сек.км^2 и наблюдаются в конце апреля и начале мая на юге зоны и в конце мая - начале июня на севере. Продолжительность половодья варьирует от 25 до 50 суток в зависимости от длины рек и характера теплоприхода. Средний слой весеннего стока составляет 30 - 60 мм.

Дождевые паводки обычно проходят в июле, августе и сентябре с наблюденными максимальными модулями стока от 40 (р.Бугульдейка) до 136 л/сек. км^2 (р.Голоустная). Максимальные модули стока на р. Бугульдейке незначительны, вследствие закарстованности ее бассейна.

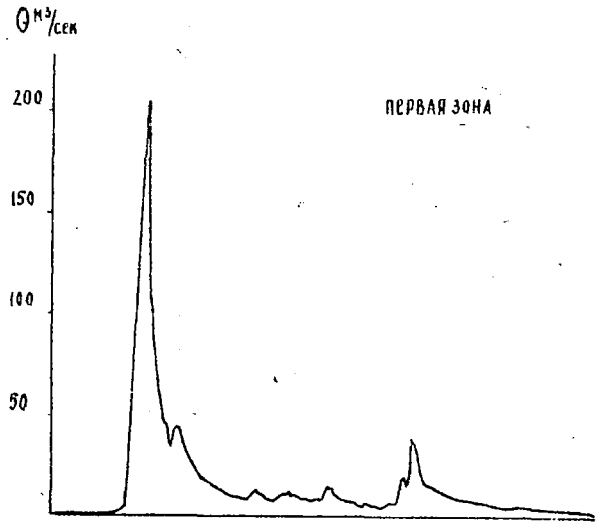
Приморский и Байкальский хребты крупными уступами

спускаются к озеру, поэтому реки имеют, как правило, большие уклоны и малую протяженность, увлажненность зоны пониженная (рис.18).

Вторая зона - горно-таежный район северной части бассейна (рр.Рель, Тыя, Гоуджокит, Холодная и Верхняя Ангара). Реки этой зоны имеют растянутое многовершинное весенне-летнее половодье, часто сливающееся с дождевыми паводками. Половодье образуется из снего-дождевого стока, но доля снегового стока преобладает. Максимальные расходы половодья часто бывают наибольшими в году. В отдельные годы летне-осенние паводки превышают половодье. Максимальные модули наблюдаются обычно в июне, изменяясь от 90 (р.Верхняя Ангара) до 610 л/сек·км^2 (р.Гоуджокит). Средний слой стока половодья составляет 200 мм для бассейна Верхней Ангары и 450 мм - для бассейна Гоуджокит. Продолжительность половодья в зависимости от величины водосбора и режима теплоприхода колеблется от 60 до 100 суток. Дождевые паводки проходят с июля по октябрь.

Большие уклоны местности, наличие многолетней мерзлоты и повышенная увлажненность местности обусловливают в целом высокий максимальный сток. Относительно невысокие максимальные модули стока характерны для самой большой реки этой зоны - Верхней Ангары. Большая заболоченность днища Верхне-Ангарской котловины, озерность, небольшое количество выпадающих осадков оказывают влияние на уменьшение максимального стока (рис. 3).

К третьей зоне относятся горные реки, стекающие с западных склонов Баргузинского хребта (рр.Томпуда, Давше и др.) Они отличаются высоким весенним половодьем снего-дождевого происхождения и значительными дождевыми паводками. Максимальные расходы воды весеннего половодья являются в большинстве своем наибольшими в году и наблюдаются на юге зоны в мае, а на севере зоны в июне. Максимальные модули весеннего стока колеблются от 50 (р.Давше) до 90 л/сек·км^2 (р.Томпуда), средний слой половодья составляет 50 - 80 мм, продолжительность его 30 - 50 суток. Дождевые паводки проходят с июля по октябрь . Реки этой зоны имеют большие уклоны, а их бассейны - избыточное увлажнение. Лесистость на севере (р.Томпуда) составляет 14%, на юге (р.Давше) 78%. При выходе из гор реки



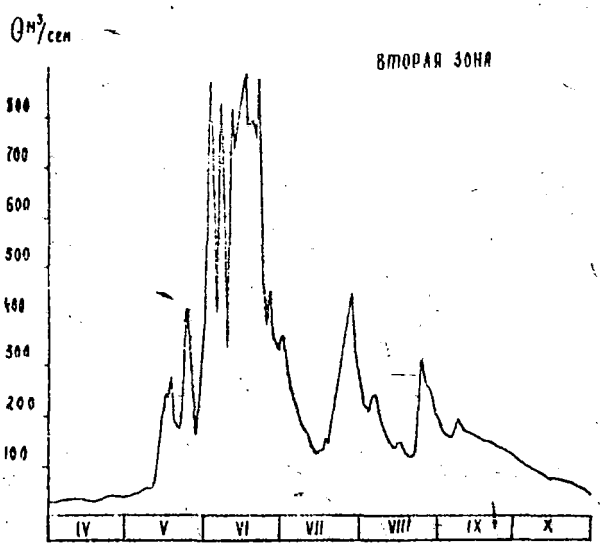


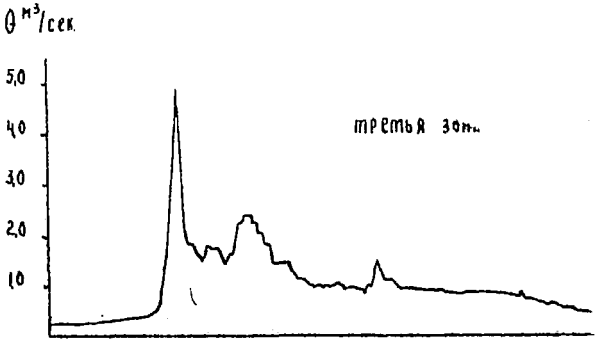
Рис. 18. Гидрографы стока рек: первая зона – р. Голоустная – с. Большое Голоустное (1951 г.), вторая зона р. Верхняя Ангара – с. Уоян (1955)

протекают по заболоченной местности. Гидрологические условия благоприятны для аккумуляции поверхностного стока. Максимальные модули стока здесь значительно ниже, чем у рек второй зоны (рис.19).

Четвертая зона охватывает реки бассейна Баргузина, стекающие с таёжных склонов Баргузинского, Икатского и Голондинского хребтов. Реки характеризуются высоким двух-трехвершинным весенне-летним половодьем, сливающимся с дождевыми паводками. Весеннее половодье формируется из снего-дождевого стока, но доля снегового несколько выше дождевого. Роль дождевых паводков в этой зоне сильно возрастает. Наибольшие расходы воды наблюдаются обычно в период дождевых паводков, которые проходят в июле и августе. Максимальные модули стока колеблются от 70 - 80 (рр.Баргузин, Уро) до 350 - 400 л/сек·км^2 (рр. Ина, Нестериха). Снеговые максимумы в 1,5 - 2,5 раза ниже дождевых. Средний слой половодья составляет 60 - 70 мм для рр.Баргузин и Уро и 100 - 120 мм - для рр. Шаманки и Нестерихи. Продолжительность половодья в зависимости от площади водосбора и режима теплоприхода равна 30 - 95 дням.

Горные районы четвертой зоны имеют избыточное увлажнение, реки характеризуются значительными уклонами - все это содействует формированию высоких расходов воды. Большая заболоченность днища Баргузинской котловины, небольшое количество выпадающих осадков и озерность, напротив, уменьшают величину максимального стока. В ряде бассейнов гидрогеологические условия (например, в бассейне р.Уро) благоприятствуют аккумуляции осадков и поверхностного стока. С уменьшением средней высоты водосбора половодье становится более четким и концентрированным, но менее высоким (рис.19).

К пятой зоне относится горно-таёжный бассейн р.Джиды. Реки здесь характеризуются паводочным режимом в течение всего летне-осеннего периода. Весенее половодье незначительно, хотя четко отделено от дождевых паводков. Наибольшие расходы наблюдаются в июле, августе и сентябре и зависят от режима выпадающих осадков. Максимальные модули дождевых паводков изменяются от 93 (р.Джида) до 261 л/сек·км^2 (р.Цакирка). Максимум весеннего половодья формируется обычно в мае. Продолжительность половодья 20 - 40 суток и зависит от величины



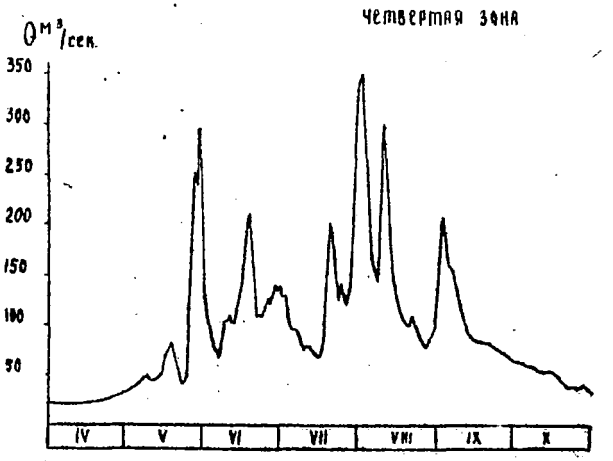


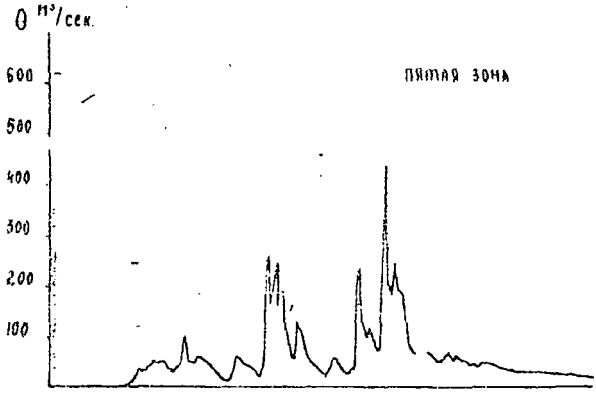
Рис. 19. Гидрографы стока рек: третья зона - р. Давше - пос. Давше (1958), четвертая зона - р. Баргузин - с. Могойто (1956)

водосбора и режима теплоприхода. Средний слой весеннего стока очень мал и составляет 10-14 мм. Снеговые максимумы ниже дождевых в 5 - 8 раз. Территория в целом имеет недостаточное увлажнение (рис.20).

Шестая зона охватывает бассейн р.Чикой. Реки характеризуются высоким четко выраженным весенним половодьем снегового происхождения и значительными дождевыми паводками. Наибольшие расходы чаще всего наблюдаются в период дождевых паводков (июль, август). В отдельные годы половодье превышает по высоте дождевые паводки. Максимальные дождевые модули стока здесь колеблются от 80 (р.Чикой) до 435 л/сек·км^2 (р.Хилкотой). Максимальные модули снегового стока равны 40 - 60 л/сек·км^2 и проходят в горных районах в мае, а в предгорных - в апреле. Реки, стекающие с хорошо увлажнённых склонов Чикойского, Малханского и Мензенского хребтов (рр.Долентуй, Аса и др.) имеют высокий максимальный сток. Продолжительность половодья в зависимости от размера бассейна и режима теплоприхода равна 20 - 60 суткам, средний слой весеннего стока изменяется от 25 (р.Гремячка) до 60 мм (р.Хилкотой). В целом шестая зона имеет более высокое увлажнение, чем пятая (рис.20).

Седьмой зоне принадлежат бассейны рр.Хилка и Уды, а также небольшие реки, впадающие в Селенгу. Режим рек характеризуется сравнительно высоким весенним половодьем и значительными летне-осенними паводками. Летне-осенние паводки по высоте, как правило, выше весеннего половодья. Однако нередко весеннее половодье равно или выше дождевых паводков. Половодье выражено четко, с максимумом стока в мае. В степных районах (р.Тарбагатай) наибольший максимальный расход наблюдается в конце апреля. На ряде рек (р.Унго) абсолютный максимум весеннего половодья является наибольшим в году. На значительной части рек дождевые максимумы обычно в 1,2 - 1,5 раза выше снеговых и наблюдаются с июня до октября. Максимальные модули дождевых паводков колеблются от 30 до 96 л/сек·км^2, а весеннего половодья - от 25 до 95 л/сек·км^2.

Левобережные притоки Хилка, берущие начало с более увлажненных водораздельных гор бассейна Чикоя, отличаются сравнительно высоким максимальным стоком. Для правобережных притоков Хилка и левобережных притоков Уды характерен наибо-



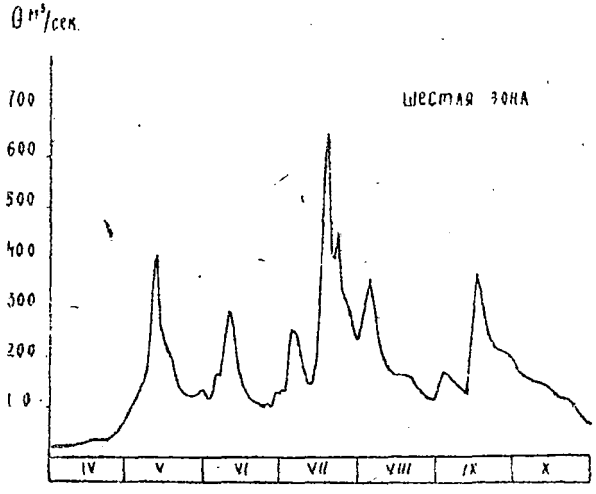


Рис. 20. Гидрографы стока рек : пятая зона: р. Джида - с. Хамней (1965), шестая зона - р. Чикой - с. Гремячка (1963)

лее низкий максимальный сток. Особенно мал максимальный сток в предгорных степных районах. Здесь мало выпадает атмосферных осадков, а потери стока на испарение и инфильтрацию относительно велики. Значительная часть снегозапасов в степных районах испаряется при отрицательных температурах. Средний слой стока весеннего половодья колеблется от 8 до 15 мм в центре зоны (рр.Хилок, Алентуй) до 40 - 45 мм в периферийных её частях (рр.Унго, Курба). Продолжительность половодья в зависимости от величины водосбора и режима теплоприхода изменяется от 20 до 90 суток.

В целом на реках зоны отмечается низкий максимальный сток, вследствие недостаточного увлажнения территории, больших потерь на испарение и аккумуляцию. Очень низкий максимальный сток на р.Хилок в створе Сохондо объясняется большой озерностью бассейна (8,7%), а на рр. Брянке и Ильке - большой регулирующей способностью почво-грунтов (рис.21).

К восьмой зоне относятся реки стекающие с западных горнотаежных склонов хребтов Хамар-Дабан и Улан-Бургасы (от р.Баргузин на севере до р. Снежной на юге). К ней принадлежат также небольшие реки, впадающие в Селенгу вблизи ее устья (Итанца, Большая, Таловка, Кабанья).

Реки характеризуются высоким весенним половодьем, часто сливающимся с дождевыми паводками. Весеннее половодье образуется из снего-дождевого стока, но доля снегового является преобладающей. Для рек этой зоны типична высокая водоносность в течение всего весенне-летнего периода. Максимальные расходы весеннего половодья в зависимости от средней высоты бассейна наблюдаются в мае или начале июня и изменяются от 40 - 70 (на реках, стекающих с хребта Улан-Бургасы) до 80 - 600 л/сек·км^2 (на реках, стекающих с Хамар-Дабана). Соответственно средний слой весеннего стока восьмой зоны колеблется от 50 - 100 (для рек, расположенных северо-восточнее Селенги) до 180 - 260 мм (для рек, находящихся юго-западнее Селенги).

Продолжительность половодья составляет 40 - 90 суток. Дождевые паводки проходят с июня до октября. Дождевые максимумы в среднем в 1,5 раза выше снеговых. В отдельные годы весеннее половодье превышает по высоте дождевые паводки. А на

ряде рек (Мысовка, Максимиха) абсолютный максимум весеннего половодья за многолетний период является наибольшим в году. Максимальные модули дождевых паводков изменяются от 30 - 100 (для рек северо-восточнее Селенги) до 190 - 1 065 л/сек·км^2 (для рек юго-западнее Селенги). Относительно низкие модули стока на реках, стекающих с хребта Улан-Бургасы, обусловлены потерями поверхностного стока на нижних участках рек, в мощных аллювиальных отложениях. Территория восьмой зоны в целом имеет избыточное увлажнение (рис.21).

Девятая зона охватывает реки, стекающие с северо-западных склонов Хамар-Дабана (от р.Вторая Шестимаиха до р.Большая Половинная). К этой зоне относятся также рр.Темник и Оронгой, берущие начало на южных склонах Хамар-Дабана. Реки девятой зоны по водному режиму разделяются на две группы. К первой зональной группе относятся рр.Снежная , Хара-Мурин, Утулик, Темник и Оронгой; ко второй азональной группе - рр.Безымянная, Слюдянка и Похабиха.

Реки первой группы характеризуются высоким весенне-летним стоком. Весеннее половодье на них сливается с дождевыми паводками и выражено нечетко. Максимальные модули весеннего половодья в зависимости от площади водосбора и его увлажненности изменяются от 55 (р.Темник) до 526 л/сек·км^2 (р.Утулик). Средний слой весеннего стока колеблется от 33 (р.Темник) до 160 мм (р.Хара-Мурин). Дождевые максимумы выше снеговых в 1,5 - 3 раза. Наибольшие наблюденные модули дождевого стока варьируют от 46 (р.Оронгой) до 982 л/сек·км^2 (р.Хара-Мурин). Продолжительность половодья составляет 45 - 85 суток.

Реки второй группы характеризуются высокой зарегулированностью стока, благодаря закарстованности бассейнов наличию разломов, многочисленных тектонических трещин и мощному аллювию на нижних участках долин. Максимальный сток здесь в общем ниже, чем у рек первой группы. В целом реки девятой зоны имеют высокий максимальный сток благодаря избыточному увлажнению территории и большим уклонам местности (рис.22).

К десятой зоне относится р.Селенга с транзитным стоком. Водный режим ее характеризуется относительно высоким весенне-летним стоком. Весеннее половодье четко выражено и проходит обычно в виде двух волн. Гидрограф стока в летне-осенний пе-

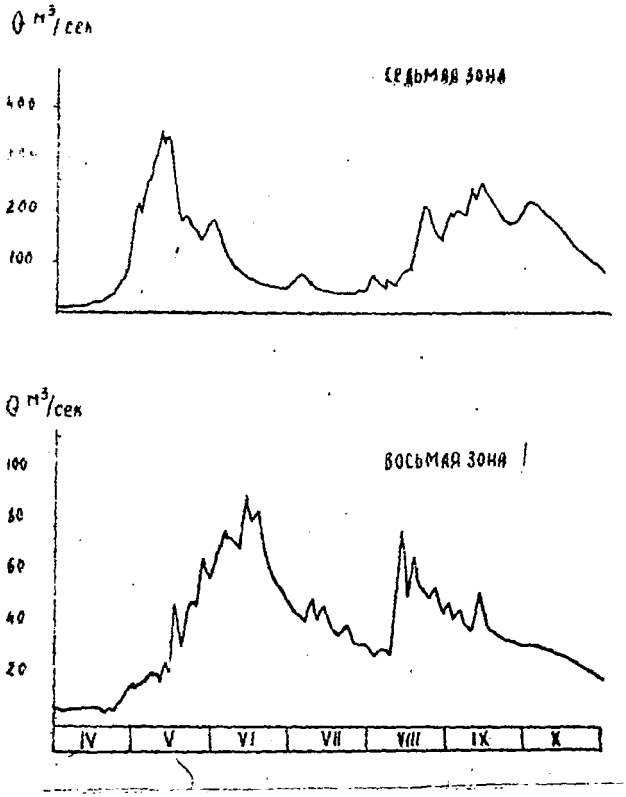


Рис. 21. Гидрографы стока рек: седьмая зона – р. Хилок – с. Малета (1050 г.), восьмая зона – р. Кика – с. Хаик (1959 г.)

риод имеет гребенчатую форму. Наибольшие расходы на Селенге в зависимости от режима ее притоков наблюдаются с мая до октября. Максимальный модуль весеннего половодья составляет в створе Усть-Кяхта 4,17 л/сек·км^2, а в створе раз. Мостовой 9,53 л/сек·км^2. Продолжительность половодья соответственно изменяется от 67 до 100 суток. Средний слой весеннего стока равен в створе Усть-Кяхты 6,4 мм, а в створе раз. Мостовой 14 мм. Максимальный модуль дождевого стока составляет 7 - 8 л/сек·км^2. Низкий максимальный сток Селенги обусловлен засушливым климатом на большей части ее бассейна (рис.22).

Материалы по максимальному стоку талых и дождевых вод для рек бассейна Байкала приведены в приложениях 3 и 4.

Условия формирования и методика расчета максимальных расходов весеннего половодья

К основным факторам формирования весеннего половодья относятся: 1) запас воды в снеге и характер его распределения по площади к началу снеготаяния, 2) ход теплового баланса и водоотдачи в период снеготаяния, 3) выпадение атмосферных осадков в период снеготаяния, 4) потери стока на инфильтрацию в почву, заполнение микровпадин и испарение; 5) редукция максимального стока [140].

Максимальный расход в период половодья имеет место при таком сочетании интенсивности и площади снеготаяния, когда их произведение достигает наибольших значений. Определяющим из указанных факторов при формировании весеннего стока является величина снегозапасов к началу снеготаяния. Распределение максимального стока в общем связано с общим увлажнением и распределением максимальных снегозапасов. Это хорошо заметно на реках Прибайкалья, где максимальные снегозапасы и максимальные модули сильно меняются с высотой. С возрастанием средней высоты бассейна (до 1 300 - 1 500 м) увеличивается максимальный модуль половодья.

Однако средняя высота бассейна связана с максимальным модулем стока косвенно, в основном через снегозапасы. Так, например, реки стекающие с северо-западных склонов Хамар-Дабана, имеют максимальный модуль стока, значительно выше, чем

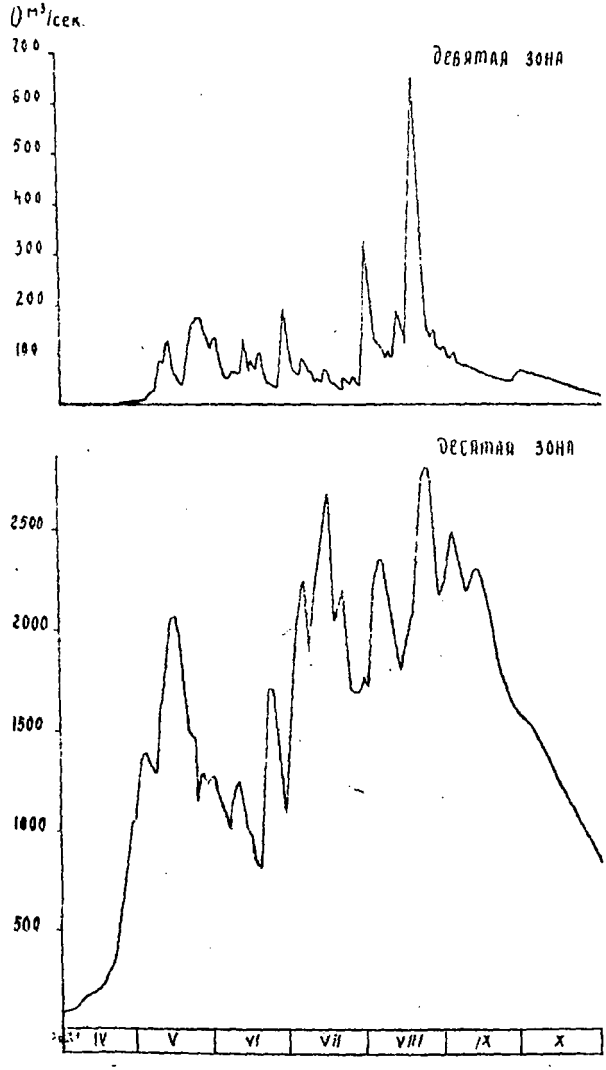


Рис. 22. Гидрографы стока рек: девятая зона - р. Снежная - ст. Выдрино (1950 г.), десятая зона - р. Селенга - раз. Мостовой (1950)

реки стекающие с южных склонов этого хребта. Объясняется это главным образом тем, что величина снегозапасов на наветренных склонах (бассейн р.Хара-Мурин) выше, чем на подветренных (бассейн р.Темник).

Связь максимальных модулей стока с максимальными снегозапасами обусловлена тем, что приход тепла в весенний период с каждым днем обычно возрастает. Следовательно, более позднее снеготаяние при средних условиях теплоприхода происходит с большей интенсивностью. При наличии высоких снегозапасов повышается не только интенсивность таяния, но и размеры площади одновременного снеготаяния.

Максимальная суточная интенсивность водоотдачи в годы с высоким половодьем в бассейне Байкала изменяется от 0,5 - 2,0 (в степных предгорных районах), до 10 - 16 мм/час (в горных районах Прибайкалья).

Средняя высота бассейна и величина снегозапасов к началу снеготаяния обусловливают время наступления максимальных расходов. Например, на реках центральной части бассейна со средними высотами до 800 - 900 м максимальный сток половодья обычно наблюдается в конце апреля - начале мая, а на реках со средними высотами от 900 до 1300 м в середине или конце мая, выше 1300 м - в июне. На время наступления максимальных расходов оказывает влияние и широтная зональность: на юге половодье наступает раньше, на севере - позже.

Максимальный сток определяется не только величиной снегозапасов , он соответствует также определенному теплоприходу. Так как режим теплового баланса в весенний сезон из года в год меняется, то условия формирования максимальных расходов не остаются постоянными. В дружные весны снеготаяние происходит с большой интенсивностью, весеннее половодье при этом становится более концентрированным и высоким. В затяжные весны снег тает с пониженной интенсивностью, а половодье бывает и растянутым.

В горных бассейнах в начальный период снеготаяния талые воды поступают только с нижних высотных поясов. По мере увеличения прихода тепла талые воды начинают поступать с более высоких поясов. Обычно, когда снеготаяние происходит на больших высотах, на нижних уровнях снега уже не остается. В

редких случаях, при высоком и продолжительном потеплении, когда снеготаянием охвачен большой диапазон высот, воды предгорных и горных снегов сливаются вместе. Наступает быстрое и интенсивное нарастание расходов воды.

Существенное влияние на формирование максимальных расходов половодья оказывают жидкие осадки, выпадающие в течение снеготаяния и после частичного схода снега в бассейн. Жидкие осадки не только ускоряют процесс стекания талых вод, благодаря механическому воздействию на структуру снега, но в значительной мере увеличивают и общий запас воды в бассейне. При сочетании интенсивного поступления талых вод и обильных жидких осадков величина максимального расхода резко возрастает. Такие явления часто имеют место на горных реках Прибайкалья. Как уже отмечалось, на весеннее половодье оказывают влияние потери стока на инфильтрацию, испарение и заполнение микропадин. Большое распространение многолетней мерзлоты и глубокое осеннее промерзание почв уменьшают потери стока на инфильтрацию и соответственно повышают коэффициент стока весеннего половодья. В горных районах этому способствуют неглубокое залегание скальных пород и повышенные уклоны местности. Потери на инфильтрацию зависят также от степени осеннего увлажнения почво-грунтов. С уменьшением высот и уклонов местности возрастают потери на инфильтрацию, на заполнение понижений и испарение. Особенно они велики в котловинах и степных районах Селенгинской Даурии. Большие потери на инфильтрацию наблюдаются в Южном Прибайкалье (рр.Похабиха, Слюдянка и Безымянная), вследствие закономерности бассейнов, наличия разломов и многочисленных трещин. При выходе из гор часть поверхностного стока аккумулируется в мощных толщах аллювия.

Одним из основных факторов максимального стока является редукция (убывание) максимального модуля стока с увеличением площади водосбора. Редукция максимального стока талых вод зависит в основном от двух причин: во-первых, от неравномерности водоотдачи как в пространстве, так и во времени, во-вторых от возрастания естественной зарегулированности в связи с увеличением площади водосбора.

В соответствии со схемой формирования максимального

модуля стока коэффициент редукции максимальной интенсивности стока

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{\tau}{T_0}}, \qquad (20)$$

где: τ – время добегания по склону и руслу, T_0 – продолжительность водоотдачи.

Из формулы (20) видно, что коэффициент редукции стока всегда меньше единицы и, следовательно, максимальная интенсивность стока всегда меньше максимальной интенсивности водоотдачи. Максимальная интенсивность стока тем меньше, чем при данной величине T_0 больше время добегания τ. Так как площадь бассейна легче и проще определяется по топографической карте, то коэффициент редукции рассчитывается в виде функции от площади бассейна

$$\varphi = \frac{1}{(F+1)^{n'}}, \qquad (21)$$

где n' – показатель степени редукции (убывания максимального модуля стока с увеличением площади водосбора) определяется как тангенс угла наклона линии связи $M_{макс.} = f(F)$.

Для установления зависимости максимального стока от площади водосбора была построена связь

$$\lg M_{max.} = f(\lg F), \qquad (22)$$

где M макс. – максимальный модуль стока обеспеченностью 5%,

F – площадь водосбора.

На рисунке 23 приведены графики $M_{макс.} = f(F)$ для весеннего половодья и дождевых паводков. Значение показателя редукции для весеннего половодья оказалось равным 0,28, для дождевых паводков 0,33. Большой разброс точек вызван тем, что в горных районах с высотой резко меняются физико-географические и климатические условия, однако это не означает, что в горных условиях размер площади водосбора не оказывает влияния на величину максимальных модулей стока. Убы-

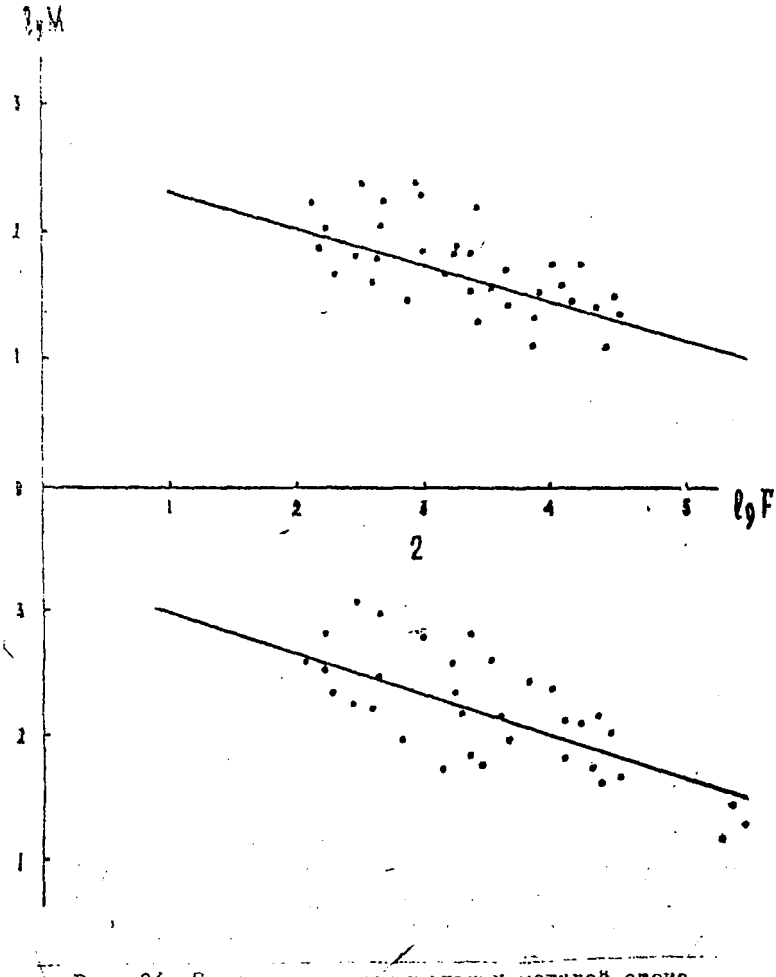


Рис. 23. Зависимость максимальных модулей стока от площади водосбора: 1 – для весеннего половодья, 2 – для дождевых паводков

вание максимальных модулей весеннего стока с увеличением площади водосбора проявляется при относительно сходных условиях подстилающей поверхности, снегонакопления (увлажнения) и интенсивности снеготаяния.

Фактор снегонакопления (увлажненности) является определяющим при формировании максимальных модулей весеннего половодья. Например, в Южном Прибайкалье максимальные модули стока р.Харлахты (площадь водосбора 16,5 км^2) значительно меньше, чем они имеют место на р.Утулик (площадь водосбора 959 км^2). Это объясняется тем, что бассейн р.Харлахты находится в предгорной части Хамар-Дабана и характеризуется небольшими снегозапасами (увлажненностью), а бассейн р.Утулик расположен в горном, хорошо увлажненном районе и имеет относительно высокие снегозапасы. Здесь фактор снегозапасов не только затушевал зависимость (убывание) максимального модуля стока от величины площади водосбора, но даже сделал ее обратной.

Расчет максимальных расходов горных рек на генетической основе затруднен из-за отсутствия необходимых исходных данных. Следует отметить, что формулы, учитывающие все факторы весеннего стока, могут дать худшие результаты, чем формулы, учитывающие лишь основные факторы стока только потому, что система многочисленных параметров и коэффициентов, теоретически не вызывающих сомнения, в практических расчетах приводит к ощутимым погрешностям.

Таким образом, в настоящее время для рассматриваемой территории может быть рекомендована редукционная эмпирическая формула Д.Л. Соколовского

$$Q_{max.} = A\,(F+1)^{1-n}, \qquad (23)$$

где Q макс. – максимальный расход (в м^3/сек),
F – площадь водосбора (в км^2),
A – максимальная интенсивность стока (в м^3/сек).

Параметр A зависит преимущественно от характера теплоприхода, распределения снегозапасов и суммарно учитывает влияние лесистости, заболоченности и озерности. При вычислении максимальных расходов по этой формуле с применением мето-

да аналогии отпадает необходимость введения редукционных коэффициентов. Бассейн исследуемой реки и его аналог не должны иметь больших расхождений в лесистости, заболоченности и озерности. При расхождении в степени заболоченности и залесенности даже на 10% корректировка A приводит лишь к ухудшению результатов. При значительном различии в лесистости, заболоченности и озерности неисследованной реки и аналога может быть использовано выражение

$$Q_{max.} = Q_{max.} \left(\frac{F}{F_a}\right)^{1-n} \frac{\delta_1 \delta_2}{\delta_{1a} \delta_{2a}}, \qquad (24)$$

где $Q_{max.}$ - максимальный расход соответствующий обеспеченности для реки аналога,

δ_{1a} - коэффициент влияния лесистости и заболоченности для аналога,

δ_1 - то же для неисследованной реки,

δ_{2a} - коэффициент влияния озерности для реки аналога,

δ_2 - то же для неисследованной реки.

Для учета влияния лесов и болот рекомендуется формула Д.Л.Соколовского, уточненная Л.М.Сидоркиной и К.Е.Ивановым (120, 67)

$$\delta_1 = 1 - 0{,}80 \lg (0{,}1 f_б + 0{,}05 f_л + 1{,}0), \qquad (25)$$

где $f_л, f_б$ - залесенность и заболоченность водосбора в % от общей площади водосбора.

Влияние озер на величины максимальных расходов может быть учтено по формуле А.А.Соколова.

$$\delta_2 = \frac{1}{1 + 0{,}2 f_{оз}}, \qquad (26)$$

где $f_{оз}$ - средневзвешенный коэффициент озерности в %.

Параметр A был вычислен в соответствии с формулой (23) и приведен в приложении 3.

Наибольшие значения параметра A наблюдаются в северной части бассейна (вторая гидрологическая зона) и в Юж-

ном Прибайкалье (девятая гидрологическая зона). Наиболее низкие значения параметра A характерны для центральной части бассейна (пятая, седьмая и восьмая гидрологические зоны).

Параметр A может быть определен не только методом аналогии, но и по величине весеннего стока заданной обеспеченности. К.П.Воскресенский получил для условий степной и лесостепной зон Европейской территории нашей страны соотношение между переметром A и слоем весеннего стока, равное 0,01, то есть

$$A = 0{,}01\, h_p \quad м^3/сек, \qquad (27)$$

где h_p – слой весеннего стока (в мм) соответствующей обеспеченности .

Соотношение между параметром A и слоем стока за половодье для рек бассейна Байкала изменяется от 0,002 до 0,13 в зависимости от физико-географических условий.

Распределение изменчивости максимальных расходов талых вод на территории бассейна приведено в приложении 3. Изменчивость максимальных расходов значительно выше изменчивости годового стока. Вследствие непродолжительности рядов наблюдений коэффициенты асимметрии C_s определялись путем подбора, исходя из условий соответствия кривой обеспеченности эмпирическим точкам.

Максимальный сток дождевых паводков

Основными факторами формирования дождевых паводков являются количество атмосферных осадков, продолжительность и интенсивность дождя, площадь его распределения, характер подстилающей поверхности, предшествующее увлажнение почв, длина и уклон водотоков. Дождевые паводки отличаются от снегового половодья в основном условиями поступления воды на поверхность бассейна. Ливневые дожди имеют ограниченную площадь распространения, тем меньшую, чем больше их интенсивность. Они вызывают паводки на малых водотоках, часто имеющих периодический сток. При обложных дождях условия поступления осадков на поверхность бассейна приближаются к условиям водоотда-

чи из снега. Высокие паводки в этом случае могут наблюдаться на значительной территории.

Дождевые паводки на большей части территории, как уже отмечалось, являются наибольшими в году и принимаются за расчетные. За последние годы особенно высокие дождевые паводки имели место в 1962 и 1971 г. В июле - начале августа 1971 г. на Селенге и ее левобережных притоках, на реках Южного Прибайкалья наблюдались высокие паводки, повторяемость которых для ряда рек составляла около одного раза в 100 лет. Они были обусловлены большим количеством осадков, выпавших во второй половине июля. Сильные дожди ливневого и облажного характера отмечались в течение двух декад. Суточный максимум осадков 26 июля 1971 г. на метеостанции Хамар-Дабан достиг 260 мм.

Дожди были обусловлены выходом циклонов с юга (со стороны Монголии и Китая). Эти циклоны были довольно обширными по площади, передняя часть их распространялась до Южно-Китайского и Японского морей. Тем самым в циркуляцию их вовлекались очень влажные воздушные массы, что способствовало формированию мощного облачного слоя.

В некоторые годы высокие паводки формируются при совпадении подземного снеготаяния и ранних дождей. Преобладающее число их (60 - 70%) наблюдается в июле и августе. Осенние паводки здесь незначительны и редки.

Максимальный расход дождевых паводков необходимой обеспеченности при наличии гидрометрических наблюдений определяется обычным методом математической статистики. При этом максимальные расходы воды, принимаемые к обработке, должны быть генетически однородными, то есть иметь одинаковое происхождение (дождевые).

Для расчета дождевых максимумов при отсутствии наблюдений рекомендуется три метода обобщения: 1) метод Д.Л.Соколовского [121] 2) метод Г.А.Алексеева [4] и 3) метод региональных эмпирических формул.

Формула Д.Л.Соколовского дает для дождевых паводков хорошие результаты при подробной освещенности территории бассейна метеорологическими данными, правильном выборе коэффициента стока и слоя начальных потерь, идущих на смачивание почвы, заполнение микровпадин и инфильтрацию. Коэффициент стока

дождевых паводков изменяется в зависимости от физико-географических и климатических условий от 0,2 (степные районы с недостаточным увлажнением) до 0,8 (горно-таёжные районы с избыточным увлажнением). Значение коэффициента стока дождевого паводка существенно зависит от начального увлажнения почв.

Формула Г.А.Алексеева дает положительные результаты при условии правильного определения слоя паводочного стока и времени добегания паводочных вод. Для получения слоя паводочного стока необходимы данные по ливням и дождям.

В таблице 22 приведены суточные максимумы осадков (мм) по данным Забайкальского управления гидрометслужбы.

Таблица 22

Суточные максимумы осадков (мм)

Станция	Число лет наблюдений	Высота станции над уровнем моря	Параметры кривых обеспеченности			Наблюденный суточный максимум мм
			$H_{ср}$ мм	C_v	C_s	
Гоуджокит	I8		29,5	0,23	0,9	42,5
Сосновка	22	460	32,6	0,58	2,7	70,0
Баргузин	63	487	29,7	0,46	1,9	78,0
Горячинск	39	486	34,5	0,44	I,6	I35
Кабанск	6I	469	44,5	0,52	2,5	I48
Бабушкин	70	48I	50,0	0,56	I,8	I27
Танхой	42	47I	76,0	0,48	2,0	I95
Хоринск	37	698	30,9	0,50	I,7	7I,0
Ново-Селенгинск	35		30,2	0,4I	I,3	6I,0
Хилок - город	57	8I4	35,2	0,38	I,2	7I,0
Менза	28	9I8	3I,8	0,38	I,5	69,0
Лиственичное	35	459	I4,6	0,40	I,3	7I,0
Хамар-Дабан	3I	I442	II7	0,52	1,3	208
Слюдянка	5I	465	46,0	0,54	3,0	II4

При отсутствии наблюдений для определения максимальных расходов в настоящее время наиболее приемлемым является метод региональных эмпирических формул вида

$$Q_{max.} = B(F+1)^{1-n}, \quad (28)$$

где B - максимальная интенсивность водоотдачи от дождя.

Преимущество этой формулы - возможность непосредственного определения максимальной интенсивности стока по гидрометрическим данным или по меткам высоких вод. Определение максимального расхода дождевых паводков для неизученных рек рекомендуется производить по методу аналогии. Параметр B можно также определить по зависимости его от максимального суточного слоя осадков заданной обеспеченности (табл.22).

В приложении 4 приведены параметры B для гидрологических зон бассейна Байкала.

Расчет гидрографов весеннего половодья

Расчет гидрографов половодий имеет большое практическое значение, так как сток за этот период на большинстве рек бассейна составляет более 50% от объема годового стока. Форма гидрографа половодья наряду с максимальным расходом является основной при решении многих задач гидротехнического строительства. Как уже указывалось, реки бассейна Байкала по форме гидрографа стока отличаются большим разнообразием. Наиболее сложной формой гидрографа стока отличаются горные реки.

Методика расчета гидрографов весеннего половодья горных рек еще слабо разработана. Более полные исследования посвящены проблеме расчета одномодальных гидрографов половодья. Существуют следующие методы построения гидрографов:
1) по геометрическим фигурам или уравнениям; 2) по типовым моделям наблюденных гидрографов; 3) по ходу кривой водоотдачи и графику распределения единичных площадей - генетический метод.

Расчет одномодальных гидрографов половодий рекомендуется производить по методу параболической схематизации Д.Л.Соколовского [121] или по методу Г.А.Алексеева [4]. Сравнивая гидрографы половодий, построенные по параболической схематизации и методу Г.А.Алексеева, можно сделать вывод, что оба метода для одномодальных половодий хорошо соответствуют натурным данным только в случае дружных половодий с плавными очертаниями. При этом гидрографы стока с резким спадом

лучше очерчиваются по методике Г.А.Алексеева, а гидрографы стока с плавным спадом – по параболической схематизации. Способ проектирования гидрографов половодья со сложной формой рассмотрен в работе автора [145] и может быть рекомендован для рек бассейна Байкала.

Методы расчета гидрографов дождевых паводков, так же как и гидрограф весенних половодий, разделяются на три группы. Наиболее применимы к дождевым паводкам методы схематизации по уровнениям (способ Д.Л.Соколовского и Г.А.Алексеева) и метод типовых моделей паводков [145].

ГЛАВА УП

СТОК НАНОСОВ

Изучение стока наносов важно для решения многих теоретических и практических задач, связанных с использованием водных ресурсов. Например, знание режима стока наносов необходимо при определении сроков заиления прудов и водохранилищ, проектировании инфильтрационных водозаборов и мелиоративных сооружений, использовании рек для нужд народного хозяйства и запросов населения. Большое влияние режим стока наносов оказывает и на развитие биологических процессов в водоеме или потоке.

Твердый сток рек бассейна Байкала изучен значительно слабее, чем речной сток. В 1967 г. наблюдения за твердым стоком велись в 12 пунктах, а всего в разные годы сток наносов изучался в 29 пунктах. Первые наблюдения за твердым стоком были организованы в 1934 г. на р.Селенге в пункте с.Кибалино.

Систематические наблюдения начались на основных реках с 1940 г, а на некоторых и позже. Наибольшая продолжительность наблюдений составляет 24 года. Такой ряд имеется на р.Селенге - разъезд Мостовой и р.Баргузин - р.п. Баргузин. Данные по твердому стоку приведены в справочнике "Основные гидрологические характеристики".

Условия формирования наносов

Сток наносов или твердый сток, как известно, состоит из трех частей: 1) взвешенных наносов, 2) влекомых или дон-

ных наносов и 3) растворенных веществ. Взвешенные и влекомые наносы могут быть двоякого происхождения - бассейнового или руслового. Наносы бассейнового происхождения образуются в результате смыва с поверхности бассейна и размыва первичных русел. Наносы руслового происхождения образуются за счет размыва берегов и русла потока.

Поступление наносов в реку определяется водной эрозией. Чем интенсивней процессы эрозии и денудации в речном бассейне, тем больше мутность воды рек и их твердый сток. В общем виде твердый сток рек является функцией:
I) метеорологических факторов, 2) режима жидкого стока,
3) элементов рельефа, 4) почвенно-геологических факторов,
5) растительного покрова и 6) хозяйственной деятельности человека [144]. Весь комплекс перечисленных факторов действует взаимосвязано, создавая и формируя тот или иной режим твердого стока.

К метеорологическим факторам, оказывающим влияние на режим твердого стока, прежде всего относятся количество и интенсивность выпадающих жидких осадков, распределение их по площади, высота и продолжительность снежного покрова, интенсивность снеготаяния, величина и амплитуда температур воздуха, скорость ветра. Интенсивность процессов водной эрозии в значительной степени зависит от водоносности рек. Основная масса твердого стока проходит в период половодья и дождевых паводков.

Из элементов рельефа на режим твердого стока оказывают влияние уклоны поверхности водосбора и русел, глубина местных базисов эрозии, экспозиция склонов, абсолютная высота местности и др.

Среди почвенно-геологических факторов наибольшее значение имеют водопоглотительные свойства почв и физико-химические свойства горных пород, определяющие устойчивость их по отношению к выветриванию и денудации. Растительный покров в значительной степени противостоит смыву и размыву почв и коры выветривания, так как он не только укрепляет почву, но и способствует задержанию наносов.

Физическое разрушение горных пород наблюдается на всей территории, особенно на участках, лишенных растительности.

На гольцах, и крутых склонах широко распространены поля каменистых россыпей. На поверхности гольцов и крутых склонов отмечаются случаи сползания по склону оттаявшего горизонта, состоящего из рыхлых отложений, так называемая солифлюкция. Она чаще всего проявляется в зоне распространения многолетней мерзлоты, способствующей ослаблению естественного дренажа и увлажнению грунтов. Во время снеготаяния и первых дождей происходит смыв оттаявших слоев почвы.

В горной тайге наблюдается перемещение рыхлого материала по склонам гор. В целом же таежные леса в условиях горного рельефа снижают интенсивность развития водной эрозии. Горно-таёжные почвы устойчивы к размыву вследствие задернованности.

Водная эрозия развивается интенсивнее в тех местах, где этому способствует почвенный покров. Наибольшему размыву подвергаются бесструктурные почвы. По днищам широких долин и межгорным котловинам распространены пески и супеси, которые в период половодья и паводков легко смываются. В сухом состоянии они переносятся ветром в понижения, частично попадают и в водоемы. Значительное поступление твердых частиц в реки от сдувания наносов с поверхности бассейна наблюдается на рр.Селенге, Чикое, Хилке, Уде, Куйтуне и Баргузине. Черноземные почвы имеют низкую устойчивость к размыву.

Наибольшую разрушительную работу нерусловые потоки производят при таянии снега и дождях на вершинах склонов. По мере удаления от вершин склонов мелкие ручейки собираются в более крупные, которые вызывают глубинный размыв склонов. При увеличении мощности потока наблюдается переход к овражной эрозии, которая играет существенную роль в степных и лесостепных районах бассейнов рр.Селенги, Уды, Хилка и Куйтунки. Здесь в связи с низкими температурами воздуха зимой и малой высотой снежного покрова почвы перемерзают на большую глубину, на поверхности склонов образуется сеть трещин, происходит разрушение верхнего слоя. В весенний период во время снеготаяния и первых дождей наблюдается плоскостной смыв.

Формированию речных наносов благоприятствуют современные тектонические движения и связанная с ними сейсмичность. Кроме естественных факторов на интенсивность эрозии и величину твердого стока влияет также в значительной степени и хо-

зяйственная деятельность человека. Особое значение имеют при этом наличие или отсутствие растительного покрова и система агротехнических мероприятий. Распаханность увеличивает интенсивность эрозии. Пахота поперек склона уменьшает смыв почв. Вырубка леса без проведения противоэрозионных мероприятий, разрушение защитного покрова из дерна ведут к увеличению эрозии и образованию оврагов.

Существенную роль в формировании твердого стока играют селевые паводки, которые распространены на малых реках бассейна Байкала. Сель - это паводок, насыщенный большим количеством наносов, более 10% объема воды, и имеющий турбулентный характер движения. По степени насыщенности наносов и их фракционному составу сели разделяются на грязевые, грязе-каменные и водно-каменные.

Резко континентальный климат, наличие многолетней и сезонной мерзлоты, ливневой характер осадков определяют подготовленность бассейна Байкала в отношении эрозии и выноса большого количества наносов. Крутизна склонов гор и русел водотоков, глубокий врез долин вызывают большие скорости руслового и склонового добегания талых и дождевых вод и значительную транспортирующую способность водных потоков. Сложное тектоническое развитие территории обусловливает образование многочисленных разломов и других трещинных нарушений. Это ослабляет сопротивляемость пород процессам физического выветривания.

Немаловажную роль в формировании селей играют сейсмические явления. В связи с ограниченной площадью одновременного распространения ливней максимальный модуль стока увеличивается с уменьшением водосбора водотока. Селевые потоки имеют распространение в пределах Прибайкалья, Байкальского Станового нагорья в Забайкалье.

В разных природных условиях селевые потоки имеют разные особенности формирования. Основным районом распространения селевых потоков является район Южного Прибайкалья. Сели Южного Прибайкалья формируются в условиях высокой увлажненности и значительной залесенности бассейнов (до 70%). Максимальное количество суточных осадков в Хамар-Дабане колеблется в пределах 170 - 260 мм. Для образования селей

здесь имеются благоприятные климатические (выпадение ливневых осадков) и геоморфологические (большие уклоны водотоков и наличие большого количества обломочного твердого материала) условия [11]. Характер селей в этом районе обычно водно-каменный или грязе-каменный.

Сели типа Селенгинских формируются в условиях степных и лесостепных ландшафтов. Для них характерно малое годовое количество осадков, слабая залесенность, невыработанность продольного профиля долин и ливневой характер осадков. Периоды между селями обычно являются сравнительно сухими, что способствует интенсивному накоплению рыхлого и обломочного материала в долинах ручьев и падей. Выпадение интенсивных ливней в бассейнах при наличии на их поверхности большого количества продуктов разрушения горных пород приводит к образованию мощных селевых потоков. Характер их грязевой или грязе-каменный.

Селевые паводки наблюдаются чаще в июне и июле в период выпадения ливневых дождей, иногда в апреле и мае во время интенсивного тало-дождевого стока.

В Южном Прибайкалье селевые потоки были зафиксированы в 1915, 1934, 1960 и 1971 гг. Описание селевого паводка на р.Слюдянке в 1934 г. дано В.А.Обручевым [102], В.П.Солоненко [123], М.Д.Будз [26]. Основные сведения о селях по р.Куйтунке (бассейн Селенги), р.Слюдянке и других приведены в справочнике "Основные гидрологические характеристики".

Мутность воды рек и распределение стока наносов в году

Неравномерный характер выпадения атмосферных осадков по территории и внутри года, а также различное состояние почвенного и растительного покрова накладывают своеобразный отпечаток на развитие водной эрозии на водосборах. Поэтому величина мутности воды меняется как по территории, так и внутри года. Карта мутности рек для бассейна Байкала была составлена Г.И.Шамовым [150] и Г.В.Лопатиным [94]. В целом они правильно отражают распределение мутности рек.

Г.И.Шамов на рассматриваемой территории выделяет следующие зоны мутности: 1) от 25 до 50 г/м^3, 2) от 50 до

100 г/м^3 и 3) от 100 до 250 г/м^3. Имеющийся фактический материал свидетельствует, что годовая мутность воды рек изменяется от 8,5 г/м^3 (р.Большая Сухая) до 112 г/м^3 (р.Утулик). В целом мутность рек несмотря на горный рельеф бассейна не превышает 50 г/м^3. Это объясняется тем, что здесь преобладают кристаллические породы, а большая часть территории покрыта лесами.

Зона пониженной мутности рек (менее 50 г/м^3) охватывает Прибайкалье, кроме небольшой юго-западной части бассейна рек Верхней Ангары, Баргузина, верховьев Чикоя и Хилка. К зоне средней мутности (от 50 до 100 г/м^3) относится р.Селенга,бассейн р.Уды. Зона повышенной мутности (от 100 до 250 г/м^3) охватывает юго-западную часть Прибайкалья (западнее р.Снежной), лесостепную и степную части бассейна Селенги.

Средние значения мутности рек и годового стока наносов приведены в таблице 23.

Таблица 23

Основные характеристики годового стока наносов

Река	Пункт	Расход наносов, кг/сек	Мутность, г/м^3	C_{VR}	$\frac{C_{VR}}{C_V}$
Селенга	Раз.Мостовой	73	79	-	-
Верхняя Ангара	С.Верхняя Заимка	12	47	0,38	2,53
Баргузин	пос.Баргузин	5,0	40	0,45	1,87
Большая Сухая	гм.Сухая	0,028	8,5	0,65	2,70
Чикой	с.Гремячка	5,1	47	0,50	2,10
Хилок	з.Хайластуй	4,0	40	0,62	1,78
Уда	г.Улан-Удэ	3,8	54	0,51	2,30
Утулик	ст.Утулик	1,8	112	2,30	10

Изменчивость годового стока наносов выше изменчивости годового стока воды. Отношения коэффициентов изменчивости стока наносов и жидкого стока изменяются от 1,78 до 10 (табл.23). Однако колебания средних годовых расходов взвешенных наносов и колебания расходов воды не всегда синхронны, так как сток наносов кроме водоносности зависит и от

других факторов.

Внутригодовое распределение взвешенных наносов в значительной степени аналогично внутригодовому распределению стока воды и отличается только большей неравномерностью. Наибольшая мутность наблюдается с мая по сентябрь, чаще всего в мае или июне. На реках с высоким тало-дождевым половодьем пики мутности отстают от пиков расходов на двое - трое суток. Это обусловлено тем, что часть рыхлого материала, подготовленного в предшествующий период, сносится в начале половодья мощным склоновым стоком талых вод. Оставшаяся меньшая часть даже при выпадении дождей не может вызвать в реке большую мутность.

На реках, где весеннее половодье мало, а дождевые паводки высоки, летний и осенний пики мутности часто превышают весенний пик мутности. На малых реках обычно пик мутности наблюдается летом. Это объясняется тем, что после окончания половодья до дождевых паводков происходит интенсивная подготовка наносов, вследствие высушивания почвы и воздействия ветровой эрозии. Кроме пиков мутности, соответствующих наибольшей транспортирующей способности потока, выделяются дополнительные повышения мутности как на подъеме, так и на спаде паводков и даже в период более и менее устойчивого режима стока воды. Это явление объясняется поступлением наносов с притоков.

Наибольшая единичная мутность составляет на р.Верхняя Ангара - с.Верхняя Заимка 250 г/м^3, на р.Большая Сухая - гидро-метстанция Сухая 150 г/м^3, на р.Селенге - р.Мостовой 750 г/м^3, на р.Уде - г.Улан-Удэ I 100 г/м^3, на р.Чикое - с. Гремячка I 100 г/м^3, на р.Хилке - з.Хайластуй - I 800 г/м^3.

В последнее время наблюдается увеличение взвешенных наносов под воздействием усилившейся хозяйственной деятельности человека - вырубки лесов, интенсивного развития земледелия и скотоводства.

На малых реках в селеопасных районах максимальная мутность достигает больших величин. Так, на р.Куйтунке 4 июля 1961 г. единичная мутность составила 330 000 г/м^3. В таблице 24 приведено распределение стока наносов по сезонам. Из этой таблицы видно, что основной вынос наносов наблюдается

Таблица 24

Распределение стока наносов по сезонам, %
от годового

Река	Пункт	Весна V-VI	Лето VII-VIII	Осень IX-X	Зима XI-IV
Верхняя Ангара	с.Верхняя Заимка	56,0	39,0	4,30	0,70
Баргузин	пос.Баргузин	37,0	41,0	19,7	2,30
Большая Сухая	ГМС Сухая	39,0	46,4	7,50	7,10
Селенга	р.Мостовой	23,8	59,6	15,2	1,40
Чикой	с.Гремячка	46,0	46,3	5,44	2,26
Хилок	з.Хайластуй	48,7	41,3	9,68	0,32
Уда	г.Улан-Удэ	47,7	34,2	16,0	2,10
Снежная	ст.Выдрино	4,10	94,6	1,06	0,24
Утулик	ст.Утулик	1,60	97,3	0,60	0,50

на большинстве рек в весенне-летний период. Изменение крупности наносов и донных отложений в основном связано с колебаниями водности реки. Детально рассмотреть этот вопрос не представляется возможным из-за отсутствия материалов о составе влекомых отложений.

Как правило, основная масса наносов, выносимых реками - это мелкие фракции диаметром от 0,5 до 0,001.

ГЛАВА УШ

МИНИМАЛЬНЫЙ СТОК

Представление о водных ресурсах будет неполным, если не отразить режим минимального стока рек как характеристику их наименьшей водности. Оценка его величины и изменчивости важна при проектировании промышленного или бытового водоснабжения, так как минимальные расходы водотоков лимитируют не только размер проектируемых предприятий, но и саму возможность их расположения в данном районе. Исходя из минимальных расходов воды и соответственных уровней определяют наименьшие судоходные глубины, устанавливают режим перераспределения воды в водохранилище, рассчитывают поливные графики при орошении и пр.

Исследования условий формирования и расчет минимального стока рек бассейна Байкала рассмотрены в обстоятельных работах А.М.Владимирова [39], В.А.Баранова, З.И.Петерсен, Л.Н.Попова [17], З.И.Петерсен [107]. Отдельные вопросы минимального стока освещены в работах А.Н.Афанасьева [12], И.А.Зильберштейн [62], Б.В.Зонова [63], Г.К.Тихоцкого [129], И.Н.Иванова [66], В.А.Арефьевой., С.Л.Вендрова, Н.Н.Дрейер [9]. В них содержатся интересные сведения по минимальному стоку, но они все же еще недостаточны.

Под термином "минимальный сток" понимается наименьший сток рек, наблюдающийся в межень. На реках рассматриваемой территории минимальный сток наблюдается обычно в период зимней межени, когда реки переходят исключительно на подземное питание. Летняя межень на большей части рек не выражена. В

отдельные годы на небольших реках в лесостепных и степных районах минимальные расходы приходятся на период летней межени.

Низкий сток в зимний период определяется главным образом климатическими, почвенно-геологическими и гидрогеологическими условиями. На минимальный сток оказывают влияние также глубина вреза речной долины, наличие лесов, озер, болот, пойм, величина площади бассейна и водохозяйственные мероприятия. Влияние местных (азональных) факторов сказывается в большей степени на малых реках. При сравнительно однородных гидрогеологических и геологических условиях минимальный сток зависит в основном от климата и имеет зональное распределение. При разнообразных гидрогеологических условиях величина минимального стока имеет пестрый, неустойчивый характер и определяется азональными факторами подстилающей поверхности.

Модули минимального 30-дневного стока изменяются от 9 л/сек·км^2 и менее. Наибольшие величины минимального модуля стока (2 - 4 л/сек·км^2) наблюдаются в увлажненной зоне, примыкающей к Байкалу, на склонах хребтов Хамар-Дабан, Улан-Бургасы, Баргузинский, Верхне-Ангарский и Сынныр. При наличии в бассейнах рек карста и высокой трещиноватости пород минимальные модули увеличиваются до 5 - 9 л/сек·км^2 (рр.Похабиха, Безымянная, Вторая Шестипалиха, Мысовка, Нестериха). На этих реках имеется высокий подземный сток. На рр. Снежная, Хара-Мурин и Утулик подземный сток несколько ниже по сравнению с соседними реками, Поэтому модули минимального стока здесь равны I - 2 л/сек·км^2. Сравнительно низкие модули минимального стока (0,2-0,8 л/сек·км^2) отмечаются на западном побережье Байкала (Онотская возвышенность и Приморский хребет).

В общем реки, впадающие в Байкал с востока, характеризуются более высокими величинами минимального стока, чем реки, впадающие с запада. В отдельные годы реки западного побережья перемерзают (Большая Половинная, Голоустная, Сарма, Рель).

Наименьшие величины минимального модуля стока (0,2 л/сек·км^2 и менее) отмечаются в степных и лесостепных районах Западного Забайкалья с недостаточным увлажнением. В зимний сезон на величину меженного стока, кроме подземного питания, значительное влияние оказывают низкие температуры

воздуха, вызывающие глубокое промерзание почво-грунтов. Часто резкое уменьшение стока связано не с полным истощением подземных вод, а с ухудшением возможности их выклинивания в русла. Наличие запасов подземных вод подтверждается существованием мощных наледей. Низкие модули (менее 0,I) наблюдаются в бассейнах рр. Джиды, Хамней, Чикоя (Верховья) Хилка и Уды. В местах повышенной увлажненности минимальные модули возрастают. Перемерзание рек отмечается на значительных реках (Джиде, Чикое, Мензе, Хилке). В 1956 г. наблюдалось перемерзание на р. Хилке в пункте г.Хилок на площади водосбора 15 400 км^2.

Летние минимальные модули, как правило, в несколько раз превышают зимние. В степных районах в некоторые годы пересыхают реки с небольшой площадью водосбора. Летние минимальные модули зависят от высоты водосбора. Такие зависимости выявлены для рек Прибайкалья. Реки, стекающие с более увлажненных склонов, при прочих равных условиях характеризуются повышенными величинами минимального стока. Например, модули минимального стока на наветренных склонах Хамар-Дабана (р.Снежная) выше, чем на подветренных (р.Темник).

Минимальные месячные расходы тесно связаны с минимальными суточными расходами воды, а их величины мало отличаются друг от друга (переходный коэффициент от месячных расходов к суточным в среднем равен 0,87).

В таблице 25 приведены материалы по минимальному стоку основных рек бассейна Байкала.

Коэффициенты вариации летнего минимального стока колеблются от 0,10 до 0,92. Коэффициенты асимметрии минимального стока для лета и зимы рекомендуется принимать равными коэффициентам вариации.

Таблица 25

Минимальный сток за многолетний период

Река	Пункт	Среднесуточн. минимум летом		Средний месячн. минимум зимой	
		М л/сек км^2	C_v	М л/сек км^2	C_v
I	2	3	4	5	6
Голоустная	с.Б.Голоустное	I,86	0,58	0,42	
Бугульдейка	д.Бугульдейка	I,90	0,4I	0,78	0,33
Анга	с.Еланцы	3,40		0,36	
Сарма	д.Сарма	3,72		0,I8	
Рель	с.Байкальское	II,8		0,43	
Тыя	д.Тыя	6,72	0,34	I,32	
Гоуджокит	гм.ст.Гоуджокит	I2,4	0,5I	2,3I	0,2I
Холодная	пос.Холодная	I0,8	0,47	I,I0	0,22
В.Ангара	с.Уоян	9,2	0,25	4,2I	0,I5
В.Ангара	с.В.Заимка	6,2	0,23	2,90	0,I2
Томпуда	пос.Томпа	I3,I		3,86	
Давше	пос.Давше	7,20	0,30	I,90	0,43
Баргузин	с.Могойто	3.84	0,23	I,62	0,25
Баргузин	пос.Баргузин	3.96	0,42	I,33	0,23
Шаманка	гм.ст.Шаманка	7,42		4,20	
Аргада	пос. Аргада	2,3I	0,3I	0,I6	0,7I
Уро	с.Б.Уро	3,86	0,29	2,60	
Турка	с.Охотино	6,20	0,25	2,54	0,22
Кика	с.Хаим	I0,5	0,23	4,I0	0,27
Селенга	с.Усть-Кяхта	0,83	0,I0	0,083	
Селенга	р.Мостовой	I,62	0,23	0,I6	0,30
Джида	с.Хамней	I,20	0,38	0,052	0,78
Цакирка	ГМС Санага	2,30	0,48	0,02I	0,92
Темник	у.Улан-Удунга	4,30	0,46	0,35	0,50
Чикой	с.Верхний Чикой	4,80		0,055	
Чикой	с.Гремячка	4,30	0,27	0,35	0,62
Аса	с.Аца	6,83	0,33	0,5I	0,89
Хилок	с.Малета	I,60	0,46	0,070	0,7I

Продолжение

I	2	3	4	5	6
Хилок	з.Хайластуй	I,67	0,36	0,I0	0,9I
Уда	г.Улан-Удэ	I,7I	0,3I	0,26	0,43
Курба	с.Новая Курба	3,4I	0,24	0,66	0,46
Большая	с.Покровское	6,I0	0,43	2,07	0,40
Сибанья	с.Елань	8,9I		2,45	
Большая Речка	ст.Посольская	I2,I	0,25	4,62	0,2I
Пасовка	г.Бабушкин	I4,3	0,27	7,92	0,I9
Бохабиха	г.Слюдянка	II,8	0,38	9,I2	0,I8
Большая Поло-винная	II0 км вост.Сиб. жел.дор.	3,68	0,37	0,63	0,89

ГЛАВА IX

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Успешное освоение богатейших природных ресурсов Сибири неразрывно связано с вопросами комплексного использования водных ресурсов, их охраны от загрязнения и истощения. Вода давно уже перестала быть только предметом бытового потребления, она стала одним из важнейших видов промышленного сырья. В бассейне Байкала сосредоточены огромные запасы водных ресурсов. В котловине Байкала находится около 80% союзных и 20% мировых запасов высококачественной пресной воды [47]. Водные ресурсы используются при реализации целого комплекса водохозяйственных мероприятий (гидроэнергетика, водный транспорт, водоснабжение промышленности, сельского хозяйства и населения, ирригация, рыбное хозяйство, сбросы отработанных вод и др.). Практически все отрасли хозяйства связаны с потреблением воды. Плановость социалистического хозяйства создает наиболее благоприятные условия для широкого комплексного и целесообразного решения водохозяйственных задач.

Гидроэнергетика

Гидроэнергетические ресурсы - один из вечно возобновляемых источников энергии. Энергия реки зависит от её водоносности и падения. Водная масса Байкала - это колоссальный источник потенциальной энергии, уже преобразуемой на Ангаре мощным каскадом ГЭС. Общая мощность существующих и проекти-

руемых ГЭС на Ангаре оценивается около 14 миллионов квт с выработкой электроэнергии до 50 миллиардов квтч в год. С помощью Байкала осуществляется сезонно-годовое и многолетнее регулирование ангарских ГЭС.

Значительные гидроэнергетические ресурсы выявлены на р.Селенге (в шести створах) и на р.Хилке (в трех створах). Потенциальные гидроэнергетические ресурсы только Селенги составляют 8 миллиардов квтч в год [50]. Селенга протекает по территории наиболее освоенных в экономическом отношении районов, однако ее энергетические ресурсы пока не используются. Как показали результаты исследований [72], в долине Селенги возможно сооружение ряда гидроузлов среднего напора, однако эти мероприятия ограничены условиями незатопления, для чего необходимо сооружение дамб. Вопросы регулирования стока Селенги должны быть тесным образом увязаны с решением крупных ирригационных проблем сельского хозяйства. К.Г.Тихоцкий [129] указывает на целесообразность создания небольших плотин для водоснабжения. В настоящее время действуют две сельских ГЭС на правобережных притоках р.Баргузин.

Наличие энергетических ресурсов позволяет их использовать для развития здесь ряда водоёмких промышленных производств химической, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности.

Водный транспорт и лесосплав

Байкал и его главные притоки являются важными транспортными путями и издавна используются для судоходства. Водный транспорт осуществляется по р.Селенге (от Усть-Кяхты до устья), на нижнем участке рр.Чикоя, Хилка, Баргузина, Верхней Ангары. Водные сообщения по Селенге и Байкалу ведутся изолированно друг от друга. Это связано с тем, что прохождение речных судов из Селенги и других значительных притоков в Байкал затруднено наличием мелей в устьях рек.

Своеобразную отрасль водного транспорта представляют сплав и перевозки леса. Сплав леса в зависимости от ряда условий производится четырьмя основными способами - молевым сплавом, сплоточными единицами, плотами и в судах. На ряде

рек бассейна лес все еще сплавляется молевым способом, а на озере плотами. Существенные недостатки молевого сплава - большие потери леса, загрязнение и захламление рек. Учитывая крайне вредные влияния молевого сплава на состояние рек, необходимо его в ближайшее время повсеместно прекратить, а транспортировку леса проводить только в судах и сухопутным транспортом. Для молевого сплава леса долгие годы использовались реки Баргузин, Она, Кудун, Итанца и частично Селенга. Общая длина речных и озерных судоходных путей превышает 2 000 км.

Мелиорация территории и водоснабжение

Проведение мелиоративных работ - орошение сельскохозяйственных угодий и осушение заболоченных массивов - позволяет повысить урожайность полей и резко увеличить площади, пригодные для сельскохозяйственного оборота. На территории бассейна Байкала имеются районы, требующие как орошения, так и осушения земель. Значительное место в развитии орошаемого земледелия отводится южным районам, расположенным в условиях недостаточного увлажнения. Здесь орошаемое земледелие является решающим фактором успешного ведения сельского хозяйства. Так, в степных и лесостепных районах площадь орошаемых земель составляет 168 000 га. Интересно отметить, что на оросительных системах Бурятской АССР успешно используются наледи. Наледи позволяют аккумулировать зимний сток и расходовать его весной на орошение. С оросительными мероприятиями необходимо сочетать осушение (двойное регулирование). Последующее после весенних засух увлажнение часто бывает излишним. Максимум осадков наблюдается в августе, когда они препятствуют уборке урожая. Следовательно, необходимо удаление избыточных вод во второй половине лета, нередко там же, где в первой его половине нужно дополнительное увлажнение [9].

Для обеспечения хозяйственно-питьевых нужд, а также для некоторых видов промышленности водоснабжение часто осуществляется за счет подземных вод путем использования колодцев, скважин и родников. Все в большой мере вовлекаются в использование водные ресурсы Байкала. Исключительно высокого качества байкальские воды пригодны для удовлетворения нужд почти

всех видов промышленности и бытового водоснабжения. В условиях интенсивного развития многоотраслевого народного хозяйства уже в ближайшее время Байкал станет главным источником чистой пресной воды для водоснабжения промышленного района. При водоснабжении за счет поверхностных вод рек бассейна Байкала возникают трудности в основном вследствие резкого уменьшения расходов воды в зимнее время и невысокого качества воды.

Бассейн Байкала богат минеральными и термальными водами, которые обладают хорошими лечебными свойствами. Многочисленные и разнообразные по степени минерализации, составу и температуре минеральные источники позволяют создать курортную сеть. К сожалению, этому вопросу еще не уделяется должного внимания.

Важное, все возрастающее значение водные ресурсы приобретают в организации туризма, зон отдыха и спортивного рыболовства.

Охрана водных ресурсов

Реки и озера служат в народном хозяйстве не только источником водоснабжения, энергетики, орошения, судоходства, но и путями удаления промышленных и бытовых стоков (иногда лишь частично очищенных а то и вовсе неочищенных). При такой системе водопользования водоёмы служат одновременно источником чистой воды и коллектором для сброса загрязненных вод. По мере развития промышленности увеличивается сброс сточных вод в реки, озера и другие водоемы, происходит их прогрессирующее загрязнение. В больших количествах стали поступать в водоёмы стойкие загрязнители - нефтепродукты, отходы промышленных производств целлюлозно-бумажных, химических и других предприятий [69].

Анализ водохозяйственного баланса мира, в том числе СССР, показывает, что угроза качественного истощения водных ресурсов представляет более серьезную опасность, чем угроза физической нехватки воды. Байкал - богатейший комплекс природных ресурсов, уникальное хранилище чистейших пресных вод. Сейчас, когда проблема чистой воды приобретает особо острое значение и становится планетарной проблемой, охрана водных

ресурсов бассейна Байкала и их разумное использование представляют важную народнохозяйственную и общенаучную задачу. Главный принцип охраны водных ресурсов - охрана в процессе их использования, профилактический характер всей системы охраны.

Байкал характеризуется своеобразной флорой и фауной. Дно и водную массу Байкала населяют около 1 800 видов животных и растений. Три четверти его обитателей эндемичны, то есть нигде, кроме Байкала, не встречаются.

Существование уникальных природных ресурсов Байкала определяется сложным взаимодействием водной массы с окружающей природой, равновесием комплекса условий, сложившихся тысячелетиями. Поэтому Байкал и его Бассейн нуждаются в особом подходе при хозяйственном использовании их природных богатств. Рациональное использование всего комплекса природных ресурсов без нарушения существующих между ними связей будет способствовать увеличению национальных богатств [47].

Возобновление высокого качества водной массы Байкала в значительной степени зависит от качества притока поверхностных и подземных вод. Борьба с загрязнением открытых водоёмов и подземных вод сточными водами является одной из важных и трудных задач. Загрязнение водоёмов приносит огромный ущерб рыбному и водному хозяйству.

Рыбное хозяйство развито на Байкале и его бассейне недостаточно, хотя имеются большие потенциальные возможности для его роста.

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР "О дополнительных мерах по обеспечению рационального использования и сохранению природных богатств бассейна озера Байкал" на всех реках Байкала прекращён сплав леса. Для увеличения рыбных запасов намечена реконструкция действующих и строительство новых рыборазводных заводов. Начато на берегу р.Итанцы Селенгинского омулево-осетрового рыборазводного завода, рассчитанного на полтора миллиарда икринок.

Сохранение Байкала невозможно без охраны ландшафтов всей его водосборной площади. Наиболее важную роль в трансформации воды этой гигантской естественной лаборатории играют леса, покрывающие около 70% водосборной площади в границах СССР [56] Они переводят поверхностный сток во внутрипочвенный, регулируют

равномерный сброс воды в Байкал реками и защищают горные почвы от эрозии. Высокая концентрация лесосек, нерациональное ведение сельского хозяйства могут вызвать и уже вызывают развитие эрозионных процессов [56]. Неумеренная вырубка леса уменьшила годовой сток ряда малых водотоков Забайкалья, а некоторые из них исчезли совсем [64].

В связи с химизацией сельского хозяйства часть удобрений, относящихся к категории загрязняющих, во все увеличивающихся масштабах поступает в реки и понижает качество природных вод.

Все большее значение для водоснабжения приобретают подземные воды, однако вопросу охраны подземных, в том числе и минеральных вод, уделяется мало внимания. Нередко при эксплуатации подземных вод и при производстве разведочных работ нарушаются правила их использования. Это приводит к истощению и загрязнению подземных вод, засолению сельскохозяйственных угодий.

В результате подъёма уровня воды в Байкале нарушился его естественный режим. Произошли изменения, имеющие как положительные, так и отрицательные стороны. К числу отрицательных влияний подъёма уровня относятся: активизация переработки берегов озера, затопление и подтопление леса, сельскохозяйственных и естественных угодий.

Надёжных данных о влиянии повышения уровня на биологическую продуктивность озера в настоящее время нет, однако исследования в этом направлении успешно ведутся в Иркутском университете и в Лимнологическом институте.

Согласно закону о охране природы РСФСР природные воды должны сохраняться от истощения, загрязнения и засорения "... как ресурсы водоснабжения населения и народного хозяйства, источник энергии, транспортные пути, места произрастания полезно-водной растительности, места обитания рыбы и водных животных, охотничьих угодий, места отдыха и туризма, лечебные ресурсы, объекты, представляющие интерес для науки, просвещения и культуры".

Основными мерами, направленными на защиту поверхностных вод от загрязнения, являются: 1) рационализация технологических процессов в сторону сокращения промышленного водопотребления, 2) поиски источников сокращения и экономии расходования воды, 3) переход на замкнутую, оборотную систему, 4) уничтожение

(захоронение) сточных вод, неподдающихся очистке, 5) отведение сточных вод под трубопроводы за пределы бассейна, 6) прекращение сбросов неочищенных сточных вод в реки, 7) замена плотовой перевозки леса по Байкалу и молевого сплава по рекам транспортировкой его сухопутным транспортом и сухогрузными судами, 8) недопущение сброса судами и моторными лодками подсланевых вод. Следует также обратить внимание на быстро увеличивающееся загрязнение природы со стороны туристов и местного населения.

Необходимо разработать предельно допустимые концентрации вредных веществ для сточных вод, которые сбрасываются в водоёмы. Существующая практика лимитирования предельно допустимых концентраций в самих водоёмах требует пересмотра.

Кроме этих чисто практических мероприятий необходимо продолжение и расширение научно-исследовательских работ по проблеме совершенствования методов очистки сточных вод, охраны природных вод и рационального использования их ресурсов.

Разработка научных основ комплексного использования и охраны водных ресурсов и претворение их в жизнь поможет сохранить Байкал как уникальное явление природы.

Литература

1. Абальян Т. С. Основные высотные зоны формирования стока рек Средней Азии в различные месяцы вегетационного периода. - "Тр.ЦИП", вып.155, 1967.

2. Агапов С. В., Соколов С. Н., Тихомиров И. Д. Географический словарь. М., 1968.

3. Алексеев Г. А. Расчет вероятных максимальных расходов воды и объемов стока весенних и дождевых паводков. - "Тр. ГГИ", вып.38 (92), 1953.

4. Алексеев Г. А. Расчеты паводочного стока рек СССР. Л., 1955.

5. Алюшинская Н. М. Вертикальная зональность в распределении стока на территории Алтая. - "Уч.зап. ЛГУ", № 199, серия геогр., вып.10, 1955.

6. Андреянов В. Г. Методические основы исследования и расчета внутригодового распределения стока. - "Тр. ГГИ", вып.61, 1957.

7. Андреянов В. Г. Циклические колебания годового стока, их изменения по территории и учет при расчетах стока. М., 1957.

8. Андреянов В. Г. Внутригодовое распределение речного стока. Л., 1960.

9. Арефьева В. А., Вендров С. Л., Дрейер Н. Н., Россолимо Л.Л. Воды. - В кн.: "Предбайкалье и Забайкалье". М., 1965.

10. Астраханцев В. И. О принципах гидрологического районирования Сибири и Дальнего Востока. - "Изв. Сиб.отд. АН СССР", № 2, 1958.

11. Астраханцев В. И., Иванов И. Н., Рыбак О. Л. Гидрологические условия территории Южно-Байкальских месторождений полезных ископаемых. - "Тр.Вост. Сиб.геол. ин-та", вып.9, 1962.

12. Афанасьев А. Н. О составляющей подземного стока в бассейне р.Селенги. - "Тр.Второго совещания по подземным водам и инженерной геологии Восточной Сибири", вып. Ш. Иркутск, 1959.

13. Афанасьев А. Н. Средний сток бассейна

озера Байкал. - "Мат-лы по подземным водам и инженерной геологии Восточной Сибири". М., 1959.

14. А ф а н а с ь е в А. Н. Водный баланс озера Байкал. - "Тр.Байкальской Лимнологической станции", т.ХУШ. М., 1960.

15. А ф а н а с ь е в А. Н. Колебания гидрометеорологического режима на территории СССР. М., 1967.

16. Б а р а н о в И. Я. Многолетняя и сезонная мерзлота. - В кн.: "Предбайкалье и Забайкалье". М., 1965.

17. Б а р а н о в В. А., П е т е р с е н Б. И., П о п о в Л. Н. Карты минимального стока рек Азиатской территории СССР. - "Тр. ГГИ", вып.139, Л., 1967.

18. Б а ч у р и н Г. В. К вопросу классификации рек. - "Докл. ин-та географии Сибири и Дальнего Востока", вып.3. Иркутск, 1963.

19. Б е ф а н и А. Н. Вопросы теории и расчета подземного стока. - "Тр. Ш Всесоюзного гидрологического съезда", т.IX, Л., 1959.

20. Б о р и с е н к о И. М., М и т ч и н а А. А. Охрана подземных вод. - В кн.: "Гидрогеология СССР", т.ХХП, "Бурятская АССР". М., 1970.

21. Б о р и с о в а Л. А. Альбедо деятельной поверхности. - В кн.: "Гидрометеорологический режим и тепловой баланс озера Байкал". М. - Л., 1965.

22. Б о ч к а р е в П. Ф. Гидрохимия рек Восточной Сибири. Иркутск, 1959.

23. Б о я р к и н В. М. Новые данные о количестве рек и речек, впадающих в Байкал. - В кн.: "Краткие сообщения и доклады о научно-исследовательских работах за 1962 г". Иркутск, Изд.Иркутского гос.ун-та, 1964.

24. Б р а с л а в с к и й А. П., В и к у л и н а З. А. Нормы испарения с поверхности водохранилищ. Л., 1954.

25. Б р е с л а в Е. И. Внутригодовой режим стока рек горных районов северо-востока Азиатской части СССР. Автореферат канд.диссертации. М., 1972.

26. Б у д з М. Д. Условия формирования селей на территории Прибайкалья. Автореферат канд.диссертации. Иркутск, 1964.

27. Булмасов А. П. Глубинное строение Прибайкалья по геофизическим данным. - "Геология СССР", т.XXXУ, "Бурятская АССР", ч. I. "Геологическое описание". М., 1964.

28. Буфал В. В. Радиационный режим котловины озера Байкал и его роль в формировании климата. - "Тр.Лимнологического ин-та", т.10, М., 1956.

29. Буфал В. В., Визенко О. С. Особенности температурных условий Северного Прибайкалья. - В кн.: "Климат и климатические ресурсы Байкала и Прибайкалья". М., 1970.

30. Буфал В. В., Ладейщиков Н. П. Климатические факторы развития курортного строительства на Байкале и Предбайкалье. - "Тр.Лимнологического ин-та", т.10. М., 1966.

31. Буянтуев Б. Р. Прибайкалье. Улан-Удэ, 1955.

32. Буянтуев Б. Р. Приселенгинский экономический район. Улан-Удэ, 1962.

33. Быков В. Д. Географические закономерности распределения среднего многолетнего стока на территории Кавказа. "Тр. III Всесоюзного гидрологического съезда", т.П. Л., 1959.

34. Быков В. Д., Важнов А. Н., Федорова И. С. Исследование внутригодовой неравномерности стока рек Алтая и Саян. - "Вестник МГУ", серия географии, № 5, 1972.

35. Важнов А. Н. Средний многолетний сток рек Армянской ССР и его внутригодовое распределение. Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1956.

36. Верболов В. И. Радиационный баланс поверхности озера. - В кн.: "Гидрометеорологический режим и тепловой баланс озера Байкал", М. - Л., 1965.

37. Верболов В. И., Сокольников В. М., Шимараев М. Н. Гидрометеорологический режим и тепловой баланс озера Байкал. М. -Л., 1965.

38. Верещагин Г. Д. Байкал. Иркутск, 1947.

39. Владимиров А. М. Минимальный сток малых рек АТС. - "Тр.ГГИ", вып.139, Л., 1967.

40. Владимиров Л. А. К истории исследования закономерностей стока в горных областях. Тбилиси. Изд-во АН ГрузССР, 1960.

41. Воейков А. И. Климат земного шара, в особенности России. М. - Л., 1948.

42. Воскресенский К. П. Принципы расчета гидрографов горных рек. Метеорология и гидрология, № I, I947.

43. Воскресенский К. П. Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на малых реках, ручьях и временных водотоках. Л., I956.

44. Воскресенский К. П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. Л., I962.

45. Вотинцев К. К. Гидрохимия озера Байкал. - "Тр.Байкальской лимнологической станции АН СССР", т.XX, I96I.

46. Вотинцев К. К., Глазунов Н. В., Толмачева А. П. Гидрохимия рек бассейна озера Байкал. М., I965.

47. Галазий Г. И. Байкал и проблема чистой воды в Сибири. Иркутск, I968.

48. Гвоздецкий Н. А., Михайлов Н. И. Физическая география. М., I970.

49. Гидрологическая изученность, т.I6, вып.3. Забайкалье. Л., I966.

50. Гидроэнергетические ресурсы. М., I967.

5I. Гурулев С. А. Тайны Байкала. Улан-Удэ, I968.

52. Давыдов Л. К. Водоносность рек СССР, её колебания и влияние на нее физико-географических факторов. Л., I947.

53. Давыдов Л.К. Гидрография СССР, ч.П. Л., I955.

54. Давыдова М. И., Калинский А. И., Неклюкова Н. П., Тушинский Г. К. Физическая география СССР, изд.2. М., I966.

55. Дружинин И. П., Коноваленко З. П., Хамьянова Н. В. Вековые и внутривековые колебания стока рек Азиатской части СССР. Изд-во МГУ, I965.

56. Жуков А. Б., Поликарпов Н. П. Основы организации и ведения лесного хозяйства в бассейне озера Байкал. - "Лесное хозяйство", № I, I973.

57. Жуков Б. М. Климат Бурятской АССР. Улан-Удэ, I960.

58. Жуков Б. М. Климат. - В кн.: "Предбайкалье и Забайкалье", М., I965.

59. З а й к о в Б. Д. Средний сток и его распределение в году на территории Кавказа. - "Тр.НИУ ГУГМС", серия IУ, вып.40. Л., 1946.

60. З а й к о в Б. Д. Средний сток и его распределение в году на территории СССР. Тр.НИУ ГУГМС, сер.IУ, вып.24, Л. -М., 1946.

61. З а м а н а Л. В. Краткая характеристика режима подземных вод. - В кн.: "Гидрология СССР", т.XXII. М., 1970.

62. З и л ь б е р ш т е й н И. А. К изучению промерзания рек Забайкалья. - "Изв. Казанского фил. АН СССР", серия энерг. и водн. хоз., вып.3. Казань, 1961.

63. З о н о в Б. В. Гидрология юга Восточной Сибири. М., 1966.

64. И в а н о в А.Д. Эоловые пески Западного Забайкалья и Прибайкалья. Улан-Удэ, 1966.

65. И в а н о в Е. Г. Исследование закономерностей пространственного изменения статистических параметров годового стока рек Восточной Сибири и Дальнего Востока. Автореферат канд.диссертации. Иркутск, 1972.

66. И в а н о в И. Н. Гидрологический режим реки Селенги и вопросы её водохозяйственного использования. Автореферат канд. диссертации. Л., 1961.

67. И в а н о в К. Е. Основы гидрологии болот лесной зоны. Л., 1957.

68. К а л и н и н Г. П. Закономерности многолетних колебаний стока рек северного полушария. - В кн.: "Многолетние колебания стока и вероятностные методы его расчетов". МГУ, 1967.

69. К а л и н и н Г. П. Проблемы глобальной гидрологии. Л., 1968.

70. К а л и н и н Г. П., А б а л ь я н Т. С. Об определении подземного питания рек. - "Метеорология и гидрология", № 5, 1957.

71. К а л и н и н Г. П., Т ю т ю н ц е в а М. И. Пространственно-временное распределение соотношений подземного и общего речного стока. - В кн.: "Формирование ресурсов вод суши". М., 1972.

72. К и н я к и н К. В. Геологическое строение доли-

ны реки Селенги в связи с оценкой перспективы её гидроэнергетического использования. Автореферат канд. диссертации, Иркутск, 1971.

73. Клибашев К. П., Горошков И. Ф. Гидрологические расчеты. Л., 1970.

74. Климочкин В. В. Процессы конденсации в формировании подземных вод Западного Забайкалья. - "Тр.Второго совещания по подземным водам и инженерной геологии Вост. Сибири", вып.Ш. Иркутск, 1959.

75. Кожов М. М. Пресные воды Восточной Сибири, Иркутск, 1950.

76. Колпаков В. Д. Общий краткий отчет о работах партии по исследованию рек Ленского бассейна 1911-1918гг. Иркутск, 1919.

77. Комлев А. М., Титова Ю. В. Формирование стока в бассейне р. Кутуни. Новосибирск, 1966.

78. Кочерин Д. И. Колебание стока по площади в горном бассейне южного климата. - "Водный транспорт", № 6, 1924.

79. Кочерин Д. И. Вопросы инженерной гидрологии. М., 1932.

80. Кочукова Т. Н. Колебания годового стока рек СССР. - "Тр. ГГИ", вып.50, 1954.

81. Краткая географическая энциклопедия. М., 1961.

82. Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. Расчеты речного стока. М. -Л., 1934.

83. Кропоткин П. А. Общий очерк орографии Восточной Сибири. - "Записки Русск.геогр.общ. по общей географии", т.5. СПБ, 1875.

84. Кротова В. А. и Лут Л. И. Распределение атмосферного давления на уровне моря в районе озера Байкал. - "Тр.Лимнологического ин-та", т.10 (3). М., 1966.

85. Куделин Б. И. Подземный сток на территории СССР. М., 1966.

86. Кузин П. С. Многолетние колебания водоносности рек СССР. - "Тр.ГГИ", вып. 38 (92), 1953.

87. Кузин П. С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР. Л., 1960.

88. К у з и н П. С. Зонально-ландшафтный принцип районирования и его использование для развития сети гидрологических станций. - "Докл. ин-та Географии Сиб. и Дальнего Востока", № 30. Иркутск, 1971.

89. К у з ь м и н П. П. К методике исследования и расчета испарения с поверхности снежного покрова. - "Тр.ГГИ", вып.4 (95), 1953.

90. Л а д о х и н Н. П., Ц у р к а н А. М. Очерк местного климата прибрежной зоны Баргузинского гос.заповедника. - "Тр. Баргузинского заповедника", вып. I. М., 1948.

91. Л е в и н А. Г. Расчеты среднего стока и гидрологическая характеристика Яны, Индигирки и Колымы. - "Тр. ВНИИ-I". Магадан, 1956.

92. Л и в ш и ц И. А., П и с а р с к и й Б. И. Гидрогеологические условия слюдянского флогопитоносного района. "Тр. Вост.-Сиб. геол. ин-та", вып.9, 1962.

93. Л и ф ш и ц И. М. Сезонное и месячное распределение стока на территории Полесья. - "Тр. ин-та мелиорации, водного и болотного хозяйства". Минск, 1955.

94. Л о п а т и н Г. В. Наносы рек СССР. М., 1952.

95. Л о п а т и н Г. В. Приток поверхностных вод в Байкал. - "Тр. Байкальской лимнологической станции, т.ХУ, М. -Л., 1957.

96. Л ь в о в и ч М. И. Опыт классификации рек СССР. - "Тр.ГГИ", вып.6, 1938.

97. Л ы л о В. М. Сток рек бассейна Ангары и Верхней Лены. - "Тр. ЦИП", вып. 62. М., 1957.

98. М а к а р е н к о Ф. А. О закономерностях подземного питания рек. - "ДАН СССР", т.57, № 5, 1947.

99. М е л ь х е е в М. Н. Географические названия Восточной Сибири. Иркутск, 1969.

100. М и з а н д р о н ц е в а К. Н. О бризах на Байкале. - В кн.: "Климат и климатические ресурсы Байкала и Прибайкалья". М., 1970.

101. М о с т к о в М. А. Основы расчета гидросиловых установок, ч. I. Тбилиси, 1934.

102. О б р у ч е в В. А. Необычная сель в Хамар-Дабане. - "Природа", № 9, 1934.

103. О г и е в с к и й А. В. Гидрология суши (общая и инженерная). М.-Л., 1960.

104. О с м о л о в с к а я Е. В. Водный баланс озера Байкал за 1972 г. Фонды Иркутской ГМС.

105. П а в л о в с к и й Е. В. Впадина озера Байкал. "Изв. АН СССР", серия геологическая, № 3, 1937.

106. П а л л а с П. С. Путешествие по разным провинциям Русского Государства, т.I и 2. СПб, 1778.

107. П е т е р с е н З. И. Минимальный сток рек Забайкалья. - "Тр. ГГИ", вып. 163, Л., 1968.

108. П е т р о в Г. Н. Неотложные вопросы картирования водных ресурсов. - "Сб.работ сев. НИИГМ, "XXIУ, 1965.

109. П и н н е к е р Е. В. Взаимосвязь водных масс озера Байкал с подземными водами. - В кн.: "Гидрогеология Прибайкалья". М., 1968.

110. П о л я к о в Б. В. Гидрологический анализ и расчеты. Л., 1946.

111. П о п о в О. В. Подземное питание рек. Л.,1968.

112. С а л о п Л. И. Двухкратное оледенение. - В кн.: "Геология Байкальской горной области", т.I. М., 1964.

113. С е м и в с к и й Н. В. Новейшие, любопытные и достоверные повествования о Восточной Сибири. СПБ, 1817.

114. С е р г е е в Н. И. Синоптические сезоны и сезонные аномалии температуры воздуха холодного полугодия Восточной Сибири. - "Сб. работ по синоптике", № 3, 1959.

115. С к о р н я к о в В. А. Сток на территории бассейна Верхнего Енисея. - "Изв. АН СССР", серия геогр., № 6, 1956.

116. С о к о л о в А. А. Гидрография СССР. Л., 1964.

117. С о к о л о в А. А., Ч е б о т а р е в А. И. Очерки развития гидрологии в СССР. Л., 1970.

118. С о к о л о в с к и й Д. Л. Применение кривых распределения к установлению вероятных колебаний годового стока рек Европейской части СССР. М., 1930.

119. С о к о л о в с к и й Д. Л. Гидрологические и водохозяйственные расчеты при проектировании малых ГЭС. М., 1946.

120. С о к о л о в с к и й Д. Л. О факторах, влияю-

щих на изменчивость годового стока. - "Метеорология и гидрология", № 4, 1948.

121. Соколовский Д. Л. Речной сток. Л., 1968.

122. Солоненко В. П. Очерки по инженерной геологии Восточной Сибири. Иркутск, 1960.

123. Солоненко В. П. Селевые потоки в горно-таёжных условиях. - Мат-лы У Всесоюзного совещания по изучению селевых потоков и мер борьбы с ними. Баку, 1962.

124. Сомов Н. В. Асинхронность и цикличность колебаний годового стока крупных рек СССР. - "Тр.ЦИП", вып.117, 1963.

125. Спафарий Н. Книга, а в ней писано путешествие царства Сибирского от города Тобольска и до самого рубежа государства Китайского (1675). Зап.РГО по отд.этногр., т.10, вып.1, 1882.

126. Справочник по водным ресурсам СССР, т.XУI. Лено-Енисейский район, вып.1. Л., 1936.

127. Справочник по климату СССР, вып.22, ч.1. Л., 1966.

128. Справочник по климату СССР, вып.23, ч.1. Л., 1966.

129. Тихоцкий К. Г. Гидрологические условия регулирования речного стока Забайкалья для целей водоснабжения районов освоения. Автореферат канд. диссертации. М.,1968.

130. Тихоцкий К. Г. Методы картографирования пространственного распределения среднего стока. - "Изв.Забайкальского филиала географ. общества СССР", вып.2, 1968.

131. Троицкий В. А. Гидрологическое районирование СССР. - "Тр.комиссии по естественно-историческому районированию СССР", т.П, вып.3. М., 1948.

132. Указания по определению расчетных величин годового стока рек и его внутригодового распределения (СН 371-67). Л., 1968.

133. Указания по расчету испарения с поверхности водоёмов. Л., 1969.

134. Урываев В. А. Обеспеченность расходов в году рек Европейской части СССР. - "Тр. НИИ ГМС", серия IУ, вып.2, 1941 (224).

135. Флоренсов Н. А. Геологическое строение

Бурят-Монголии . - В кн.: "Материалы по изучению производительных сил Бурят-Монгольской АССР", вып.I. Улан-Удэ, 1954.

136. Ф л о р е н с о в Н. А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.-Л., 1960.

137. Ф л о р е н с о в Н. А. и О л ю н и н В. Н. Рельеф и геологическое строение. - В кн.: "Предбайкалье и Забайкалье". М., 1965.

138. Ц е й т л и н Б. С. Водный баланс озера Байкал. "Тр. III Всесоюзного гидрологического съезда", т.IУ. "Секция озер и водохранилищ", 1959.

139. Ч е б о т а р е в А. И. Гидрологический словарь. М., 1970.

140. Ч е р к а с о в А. Е. Анализ и методика расчета максимального стока весеннего половодья на реках бассейна Енисея (без Ангары). - "Тр. ЛПМИ", вып. 7, 1958.

141. Ч е р к а с о в А. Е. Средний годовой сток, его изменчивость и внутригодовое распределение в бассейне р.Енисея (без Ангары).- "Тр.ЛПМИ", вып.7, 1958.

142. Ч е р к а с о в А. Е. Водные ресурсы рек Ангаро-Енисейского бассейна. Иркутск, 1969.

143. Ч е р к а с о в А. Е. К вопросу о количестве рек, впадающих в Байкал. - "Метеорология и гидрология", № 3, 1973.

144. Ч е р к а с о в А. Е. Сток наносов рек Ангаро-Енисейского бассейна. - В сб.: "География юга Восточной Сибири". Изд. Иркутского гос. ун-та, 1973.

145. Ч е р к а с о в А. Е., Л е б е д е в А. В. Расчеты стока весеннего половодья горных рек бассейна Енисея по типовым обобщенным гидрографам для цели лесосплава. - "Изв. вузов. Лесной журнал", № 5, 1961.

146. Ч е р к а с о в А. Е., Ш у м е е в В. П., Б а т с у х Н. Гидрологический режим рек бассейна Хубсугула. В сб.: "Природные условия и ресурсы Прихубсугулья.- Тр.Советско-Монгольской комплексной Хубсугульской экспедиции", вып.I. Иркутск - Улан-Батор, 1972.

147. Ч е р к а с о в А. Е., Ш у м е е в В. П., Б а т с у х Н., Б а т Б. Водный баланс и уровенный режим озера Хубсугул. - В сб.: "Природные условия и ресурсы Прихубсугулья. Тр. Советско-Монгольской комплексной Хубсугульской

экспедиции", вып.2. Иркутск - Улан-Батор, 1973.

148. Ч е р с к и й И. Д. О результатах исследования озера Байкал.- "Зап. Русск.геогр. общ-ва по общей географии", т.15, 1886.

149. Ч е р с к и й И. Д. Отчет о геологическом исследовании береговой полосы озера Байкала. - "ВСОРГО", Иркутск, 1886.

150. Ш а м о в Г. И. Речные наносы. Л., 1959.

151. Ш в е ц Г. М. Распределение стока рек УССР по сезонам и месяцам. Изд-во АН УССР, 1946.

152. Ш у л ь ц В. Л. Реки Средней Азии. Л., 1965.

153. Щ е р б а к о в а Е. Я. Восточная Сибирь. Климат СССР, вып.5. Л., 1961.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Средний многолетний сток рек бассейна оз.Байкал

Река	Пункт	Средняя высота, м	Площадь, км²	Период наблюдений	Число лет наблюдений	Средний за период Q м³/сек.	Средний за период M л/сек с км²	Средний многолетний Q м³/сек	Средний многолетний M л/сек с км²
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Голоустная	с.Малое Голоустное	846	I 480	I959 - I962	3	7,37	4,98	(7,00)	(4,73)
Голоустная	с.Большое Голоустное	836	2 260	I943 - I955	I3	9,4I	4,I9	9,58	4,24
Бугульдейка	д.Большая Бугульдейка	827	I 700	I952 - I956, I958, I960 - I962	9	3,87	2,28	3,86	2,27
Анга	с.Еланцы	926	7II	I960 - I967	8	3,I4	4,42	3,25	4,55
Сарма	д.Сарма	I 080	768	I956 - I957, I960	3	4,8I	6,26	(4,90)	(6,86)
Рель	с.Байкальское	I 260	525	I957 - I960, I962 - I969	I2	I3,4	25,5	I3,2	25,2
Рель	с.Байкальское	I 220	567	I954	I	9,73	I7,2	(II,0)	(I9,9)
Тыя	д.Тыя	I 220	2 580	I949 - I959	II	40,4	I5,8	42,0	I6,3
Гоуджокит	гм.ст.Гоуджокит	I 330	297	I949 - I954, I955 - I968	I9	8,00	26,9	8,00	26,9
Холодная	пос.Холодная	I 370	I 050	I955 - I962	8	23,6	22,5	2I,8	20,7
Верхняя Ангара	с.Уоян	I I30	7 840	I950 - I959	I0	I36	I7,4	I38	I7,6
Верхняя Ангара	с.Верхняя Заимка	I I70	20 600	I939 - I969	3I	254	I2,3	254	I2,3
Томпуда	пос.Томпа	I 520	I 8I0	I96I, I952, I954	3	27,7	I5,3	(27,3)	(I5,0)
Давше	пос.Давше	844	93,7	I952, I953, I957 - I96I	7	0,79	8,43	0,90	9,60
Баргузин	с.Могойто	I 240	9 350	I948 - I954, I956 - I969	22	66,0	7,06	66,0	7,06
Баргузин	с.Курумкан	I 230	9 880	I934, I935, I937 - I940	6	84,9	8,60	82,2	8,33
Баргузин	р.п.Баргузин	I I50	I9 800	I933 - I969	37	I24	6,24	I24	6,24
Гарга	улус Тунген	I 3I0	I 390	I950 - I952	3	I0,6	7,62	(II,I)	(7,99)
Шаманка	гм.п.Шаманка	I 570	I74	I95I	I	4,09	23,5	(3,60)	(20,6)
Шаманка	гм.п.Шаманка	I 530	I89	I953 - I969	I7	2,80	I4,3	2,80	I4,3
Аргада	с.Аргада	I 470	I I00	I958 - I969	I2	8,82	8,02	9,35	8,20
Улюнчикан	улус Улюнчикан	I 370	29,7	I952 - I969	I8	0,30	I0,I	0,32	I0,8
Ина	пос.Ина	I 420	3 270	I958 - I969	I2	29,6	9,05	32,0	9,75
Уро	с.Большое Уро	I 220	290	I95I - I962, I964 - I969	I9	I,9I	6,60	I,9I	6,60
Нестериха	с.Нестериха	I 470	I77	I95I - I969	I9	2,52	I4,2	2,52	I4,2
Максимиха	д.Максимиха	670	444	I955 - I969	I5	I,66	3,74	I,66	3,74

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Турка	с.Охотино	I I60	5 I50	I938 - I958, I962	2I	46,2	8,97	46,2	8,97
Кика	с.Хаим	I 050	I 740	I959 - I969	II	27,2	I5,I	27,4	I5,7
Большая Сухая	гм.ст.Сухая	I 080	379	I953 - I962	9	3,25	8,59	3,27	8,62
Селенга	с.Усть-Кяхта	I 520	283 000	I933 - I944, I958, I959	I4	307	I,08	307	I,08
Селенга	с.Билютай	-	307 000	I957 - I959	3	4II	I,34	(430)	(I,40)
Селенга	г.Ново-Селенгинск	-	360 000	I932 - I969	38	739	2,05	739	2,05
Селенга	с.Кибалино	-	399 000	I932 - I942, I956 - I959	I5	903	2,26	903	2,26
Селенга	раз.Мостовой	-	440 000	I934 - I969, I955 - I969	36	935	2,I2	935	2,I2
Джида	с.Хамней	I 520	8 480	I935, I936, I938 - I94I, I945	2I	32,9	3,89	32,9	3,89
Джида	с.Шертыкей	I 450	I3 000	I942, I95I, I954	3	55,2	4,25	(52,0)	(4,00)
Джида	ст.Джида	-	23 300	I939, I942 - I945, I952 - I969	23	62,6	2,68	62,6	2,68
Цакирка	гм.ст.Санага	I 700	I 030	I958 - I969	I2	5,98	5,80	5,80	5,63
р.Хамней	с.Хулзарга	I 500	3 300	I965 - I968, I954 - I964, I966	4	II,6	3,52	(I2,0)	(3,62)
Темник	улус Улан-Удунга	I 320	4 240	I940 - I943, I945 - I949	2I	28,6	6,74	29,0	6,85
Загустай	г.Гусиноозерск	I 080	I57	I957	I	0,74	4,7I	(0,80)	(5,I0)
Чикой	гм.ст.Верхний Чикой	I 600	I 510	I963, I964, I967 - I969	5	I3,0	8,6I	(I2,4)	(8,25)
Чикой	с.Гремячка	I 300	I5 600	I943 - I969	27	I07	6,88	I07	6,88
Чикой	с.Поворот	I 230	44 700	I936 - I946, I948 - I969	32	260	5,83	260	5,83
Яморовка	к.Яморовка	I 360	36,0	I965 - I969	5	0,2I	5,83	(0,24)	(6,66)
Аса	с.Аца	I 320	2 0I0	I949 - I969	2I	I9,I	9,50	I9,I	9,50
Долентуй	с.Красный Чикой	I 220	42,I	I949 - I959	II	0,I72	4,08	0,I80	4,27
Гремячка	с.Гремячка	I I70	3I,4	I947 - I969	23	0,I0I	3,22	0,II0	3,4I
Менза	с.Дакитуй	I 470	9 390	I96I - I968	8	65,4	6,98	62,4	6,65
Менза	пр-к Дражный	I 430	I3 700	I942 - I960	I8	89,9	6,56	95,0	6,94
Катанца	с.Хилкотой	I 330	2 I20	I953 - I969	I7	I6,2	7,64	I6,5	7,80
Хилкотой	с.Хилкотой	I 340	I I40	I953 - I969	I7	I0,I	8,86	I0,I	8,86
Урлук	с.Усть-Урлук	860	I I30	I964 - I968	5	0,46	I,00	-	-
Киран	с.Усть-Киран	860	I 250	I964 - I969	6	0,99	0,79	-	-
Хилок	ст.Сохондо	I 040	I 900	I952 - I969	I8	I,36	0,72	I,36	0,72
Хилок	ст.Могзон	I 050	3 240	I946, I947, I949 - I950	4	3,36	I,04	(3,50)	(I,08)
Хилок	г.Хилок	I 080	I5 400	I946 - I969	24	43,0	2,79	43,0	2,79
Хилок	с.Малета	I 035	25 700	I937 - I969	32	76,8	2,98	76,8	2,98
Хилок	с.Малый Куналей	-	29 600	I959 - I969	II	82,4	2,78	84,0	2,85
Хилок	с.Верхний Мангиртуй	-	3I 900	I937 - I94I, I955 - I958	9	I02	3,2I	99,2	3,II
Хилок	з.Хайластуй	990	38 300	I936 - I969	34	I0I	2,64	I0I	2,64
Хила	с.Кулрукту	I 090	I 2I0	I952, I953, I96I, I962	4	2,97	2,45	(2,40)	(I,98)
Блудная	с.Шара-Горхон	I I60	4 020	I954, I955, I957 - I969	I5	I6,8	4,I7	I6,8	4,I7

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Тарбагатай	с.Тарбагатай	I 0I0	52,5	I956 - I963	8	0,088	I,67	0,077	I,47
Тарбагатай	с.Тарбагатай	977	63,4	I952 - I955	4	0,097	I,53	(0,I00)	(I,58)
Балята	с.Балята	984	I 240	I958 - I969	I2	I,64	I,32	I,75	I,40
Мыкрыт	с.Долина	I 030	308	I96I - I962	2	I,33	4,33	(I,I0)	(3,56)
Унго	с.Усть-Унго	I I00	2 290	I950 - I969	20	I0,7	4,67	II,2	4,90
Алентуй	с.Алентуй	I 030	53,5	I949 - I956	7	0,043	0,8I	0,045	(0,84)
Малета	с.Малета	I 030	760	I954 - I969	I6	2,63	3,46	2,80	3,68
Буй	с.Буй	I 060	9I0	I956 - I969	I5	4,I6	4,57	4,42	4,85
Сухара	улус Цолга	850	I 3I0	I96I, I962, I964 - I969	8	I,66	I,27	I,70	I,29
Оронгой	Оронгойский мост	9I7	I 840	I939, I942, I95I - I969	2I	7,63	4,I5	7,63	4,I5
Куйтунка	с.Тарбагатай	850	I 060	I959 - I969	II	I,28	I,2I	I,28	I,2I
Тарбагатайка	с.Барнашево	844	I88	I946	I	0,I2	0,64	(0,I2)	(0,64)
Уда	с.Усть-Эгита	I 0I0	3 900	I955 - I969	I5	5,33	I,37	5,33	I,37
Уда	с.Хоринск	965	7 850	I942 - I944, I946 - I969	27	8,79	I,I2	8,79	I,I2
Уда	с.Первомаевка	I 0I5	28 300	I942 - I949	8	6I,9	2,I9	62,5	2,20
Уда	г.Улан-Удэ	940	34 700	I936 - I94I, I950 - I969	26	70,7	2,04	70,7	2,04
Она	с.Усть-Хомий	I I90	2 020	I964 - I966	3	6,32	3,I2	(6,50)	(3,22)
Она	с.Нижняя Майла	-	2 660	I969	I	I2,6	4,73	-	-
Она	с.Онинское	I I40	3 580	I943, I944, I946 - I969	25	9,02	2,52	9,02	2,52
Кудун	с.Михайловка	992	3 300	I956 - I969	I5	7,I5	2,I7	7,I5	2,I7
Кудун	с.Хоринск	9I2	7 800	I948 - I969	22	I3,5	I,73	I3,5	I,73
Кижинга	с.Вознесеновка	968	820	I960 - I969	I0	I,30	I,59	I,30	I,59
Курба	с.Малая Курба	I I70	230	I965 - I969	5	0,94	4,08	(I,00)	(4,33)
Курба	с.Тэгда	I I40	3 620	I955 - I969	I5	I8,5	5,I2	I8,5	5,I2
Курба	ур.Усть-Хасурта	I I20	4 250	I929, I936, I938 - I940, I943, I946	7	23,6	5,54	(23,6)	(5,54)
Курба	с.Новая Курба	I 080	5 500	I948 - I969	22	22,8	4,I6	22,8	4,I6
Брянка	разъезд 28	887	4 400	I954 - I969	I6	4,64	I,05	5,20	I,I8
Илька	с.Илька	900	2 040	I954 - I959	6	I,95	0,96	2,50	I,22
Итанца	с.Ельцова	856	788	I954 - I959	6	I,44	I,83	I,57	I,99
Итанца	с.Турунтаево	9I8	2 I20	I96I - I969	9	9,26	4,37	8,09	3,82
Большая	с.Покровское	964	I93	I946 - I969	24	I,64	8,50	I,64	8,50
Таловка	с.Югово	840	I02	I955 - I963	9	0,67	6,57	0,75	7,35
Кабанья	с.Елань	I 020	320	I963 - I969	7	3,99	I2,4	3,35	I0,5
Большая Речка	ст.Посольская	I 020	565	I936 - I969	34	I2,4	22,0	I2,4	22,0
Мантуриха	б.п.Мантуриха	94I	558	I928, I929, I943 - I969	28	7,59	I3,6	7,59	I3,6
Мысовка	г.Бабушкин	I 040	I47	I928, I929, I940 - I969	32	2,93	20,0	2,93	20,0

Продолжение

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Мишиха	ст.Мишиха	I 240	868	I929	I	I2,7	I4,6	-	-
Переёмная	ст.Танхой	I 260	357	I928	I	II,8	33,I	(I2,9)	(36,0)
2-я Шестипалиха	д.Осиновка	-	4,I0	I947 - I957	II	0,I6	37,8	0,I5	36,6
Снежная	ст.Выдрино	I 490	3 000	I928, I929, I936 - I969	36	48,I	I6,0	48,I	I6,0
Хара-Мурин	ст.Мурино	I 520	I I30	I940 - I969	30	24,9	22,0	24,9	22,0
Утулик	ст.Утулик	I 440	959	I94I - I969	28	I6,3	I7,0	I6,3	I7,0
Безымянная	ст.Мангутай	I 260	204	I959, I96I - I969	9	5,36	26,3	5,33	26,2
Слюдянка	г.Слюдянка	I 240	54,4	I96I - I969	9	0,59	I0,8	0,64	II,8
Похабиха	г.Слюдянка	I 070	62,9	I95I, I952, I954 - I969	I7	I,39	22,2	I,39	22,2
Большая Половинная	II0 км Вост.-Сиб. ж.д.	740	356	I942, I943, I945 - I969	2I	2,59	7,30	2,59	7,30

Приложение 2

Коэффициент вариации (C_v) и асимметрии (C_s) годового стока рек бассейна оз.Байкал

Река	Пункт	Площадь водосбора, км^2	Число лет наблюдений	Коэффициент вариации	Коэффициент асимметрии
I	2	3	4	5	6
Голоустная	с.Большое Голоустное	2 260	I3	0,43	0,86
Тыя	д.Тыя	2 580	II	0,22	0,44
Гоуджокит	гм.ст.Гоуджокит	297	I9	0,I6	0,32
Верхняя Ангара	с.Уоян	7 840	I0	0,I2	0,24
Верхняя Ангара	с.Верхняя Заимка	20 600	3I	0,I5	0,30
Баргузин	с.Могойто	9 350	22	0,24	0,72
Баргузин	р.п.Баргузин	I9 800	37	0,24	0,72
Шаманка	гм.п.Шаманка	I89	I7	0,I6	0,32
Улюнчикан	у.Улюкчикан	29,7	I8	0,I8	0,32
Уро	с.Большое Уро	290	I9	0,23	0,46
Нестериха	с.Нестериха	I77	I9	0,I5	0,30
Максимиха	д.Максимиха	444	I5	0,29	0,58
Турка	с.Охотино	5 I50	2I	0,29	0,58
Селенга	с.Усть-Кяхта	283 000	I4	0,22	0,44
Селенга	г.Ново-Селенгинск	360 000	38	0,20	0,80
Селенга	с.Кибалино	399 000	I5	0,20	0,80
Селенга	разъезд Мостовой	440 000	36	0,I5	0,70
Джида	с.Хамней	8 480	2I	0,32	0,64
Джида	ст.Джида	23 300	23	0,3I	0,62
Темник	у.Улан-Удунга	4 240	2I	0,25	0,50
Чикой	с.Гремячка	I5 600	27	0,25	0,25
Чикой	с.Поворот	44 700	32	0,29	0,29
Аса	с.Аца	2 0I0	2I	0,25	0,50
Далентуй	с.Красный Чикой	42,I	II	0,42	0,84

Продолжение

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
		Третья зона							
Давше	пос.Давше	I952 - I955, I957 - I962	2,9I	4,93	52,7	I958	0,38	0,76	0,22
		Четвертая зона							
Баргузин	с.Могойто	I948 - I969	250	363	38,8	I959	0,25	0,50	0,66
Баргузин	р.п.Баргузин	I933 - I969	326	I II0	56,I	I936	0,56	4,50	I,23
Шаманка	гм.ст.Шаманка	I95I - I968	I2,6	I8,3	97,0	I95I	0,23	0,70	0,49
Аргада	с.Аргода	I958 - I968	69,8	I29	II7	I958	0,48	I,20	I,03
Улюнчикан	у.Улюкчикан	I952 - I968	I,46	2,56	86,5	I967	0,38	0,70	0,25
Ина	пос.Ина	I958 - I968	222	422	I29	I959	0,54	0,70	I,62
Уро	с.Большое Уро	I95I - I968	9,06	I6,2	55,9	I956	0,44	I,76	0,32
Нестериха	с.Нестериха	I950 - I968	I3,0	I8,0	I02	I959	0,26	0,50	0,50
		Пятая зона							
Джида	с.Хамней	I936 - I94I, I955 - I968	I07	346	40,8	I94I	0,84	2,52	0,69
Джида	ст.Джида	I939, I942 - I945, I952 - I968	I08	296	I2,7	I967	0,57	2,28	0,29
Цакирка	гм.ст.Санага	I95I, I958 - I968	I6,8	38,2	37,2	I965	0,58	I,I6	0,32

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
		Шестая зона							
Чикой	с.Гремячка	I943 - I969	399	687	44,I	I943	0,35	I,05	0,88
Чикой	с.Поворот	I936 - I946, I948 - I950, I952 - I968	8I5	I 570	35,I	I936	0,38	I,I4	0,97
Аса	с.Аца	I949 - I968	97,9	I78	88,6	I956	0,34	1,02	0,94
Далентуй	с.Красный Чикой	I949 - I959	I,34	4,I2	97,8	I95I	0,78	I,70	0,3I
Менза	пр-к Дражный	I942 - I958	458	I 270	92,7	I95I	0,59	I,95	I,78
Катанца	с.Хилкотой	I953 - I968	90,6	248	II7	I968	0,63	1,90	I,25
Хилкотой	с.Хилкотой	I953 - I968	6I,I	82,5	72,4	I955	0,30	0,90	0,64
		Седьмая зона							
Хилок	ст.Сохондо	I952 - I967	4,88	I4,8	7,80	I96I	I,06	2,12	0,08
Хилок	г.Хилок	I945 - I968	253	747	48,6	1968	0,55	I,65	0,96
Хилок	с.Малета	I937 - I968	380	936	36,5	I939	0,5I	I,20	0,85
Хилок	з.Хайластуй	I936 - I968	462	I 240	32,4	I936	0,57	I,7I	0,85
Блудная	с.Шара-Горхон	1954 - I968	II8	228	56,7	I955	0,43	I,70	0,74
Баляга	с.Баляга	I958 - I968	I5,6	3I,2	25,2	I962	0,50	I,50	0,23
Унго	с.Усть-Унго	I950 - I963, I965 - I968	90,6	218	95,3	I95I	0,54	1,62	I,07
Малета	с.Малета	I954 - I968	I5,8	26,8	35,3	I968	0,36	0,72	0,28
Буй	с.Буй	1956 - I968	28,5	52,3	57,5	I962	0,46	0,92	0,48
Уда	с.Усть-Эгита	I956 - I967	27,2	69,I	I7,7	I962	0,67	I,00	0,23

Продолжение

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Уда	с.Хоринск	I942 - I948, I950 - I968	50,5	I35	I7,2	I968	0,76	I,52	0,28
Уда	г.Улан-Удэ	I936 - I94I, I950 - I968	264	8I0	28,3	I968	0,57	I,7I	0,60
Она	с.Онинское	I943 - I950, I952 - I968	34,5	I02	28,5	I953	0,60	2,I0	0,36
Кудун	с.Михайловка	I955 - I968	50,2	I48	44,9	I968	0,65	I,50	0,55
Кудун	с.Хоринск	I948 - I968	65,7	I04	I3,3	I952	0,32	0,64	0,2I
Курба	с.Тэгда	I956 - I968	83,6	II4	3I,6	I966	0,23	0,46	0,40
Курба	ур.Усть-Хасурта	I928 - I930, I936 - I940, I943 - I946	I0I	I99	46,9	I936	0,4I	0,82	0,66
Курба	с.Новая Курба	I947 - I968	99,4	I70	30,9	I958	0,37	0,37	0,45
Брянка	разъезд 28	I954 - I968	22,I	49,2	II,2	I968	0,45	0,90	0,I5
		Восьмая зона							
Максимиха	д.Максимиха	I955 - I968	II,3	20,8	46,9	I957	0,5I	I,02	0,3I
Турка	с.Соболиха	I937 - I957, I962 - I968	I94	3I5	62,4	I966	0,29	0,50	0,87
Кика	с.Хаим	I959 - I968	90,7	III	63,8	I966	0,I3	0,26	0,65
Большая Сухая	гм.ст.Сухая	I953 - I968	I8,4	28,3	74,7	I968	0,25	0,60	0,47
Большая	с.Покровское	I946 - I968	5,80	I2,4	64,3	I95I	0,4I	0,82	0,33
Большая Речка	ст.Посольская	I929 - I930, I936 - I969	72,3	I47	250	I952	0,42	0,84	I,86

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мантуриха	б.п.Мантуриха	1928 - 1930, 1941 - 1968	42,4	78,5	141	1951, 1952	0,40	0,90	100
Мысовка	г.Бабушкин	1928 - 1930, 1936 - 1968	13,5	47,7	325	1936	0,60	1,50	1,52
2-я Шестипалиха	д.Осиновка	1947 - 1957	1,24	2,48	605	1947	0,46	0,90	0,94
		Девятая зона							
Темник	д.Улан-Удунга	1939 - 1949 1955 - 1968	104	232	54,7	1943	0,42	1,30	0,73
Оронгой	Оронгойский мост	1939, 1942 1947, 1950 - 1958	44,0	96,4	52,4	1951	0,51	1,53	0,54
Снежная	ст.Видрино	1927 - 1931, 1936 - 1968	287	777	260	1927	0,47	1,88	3,10
Хара-Мурин	ст.Мурино	1940 - 1968	167	330	292	1967	0,40	1,20	2,58
Утулик	с.Утулик	1940 - 1968	104	503	526	1943	0,70	2,50	4,41
Похабиха	г.Слюдянка	1951 - 1967	3,00	14,0	223	1966	0,72	2,40	0,80
Большая Половинная	110 км Вост.Сиб. ж.д.	1942 - 1959, 1961 - 1963, 1968	23,2	102	112	1945	1,41	2,82	1,75
		Десятая зона							
Селенга	с.Усть-Кяхта	1933 - 1944, 1958, 1959	696	1 180	4,17	1937	0,32	1,28	0,20
Селенга	г.Ново-Селенгинск	1932, 1934 - 1968	1 660	3 480	9,66	1951	0,37	1,48	0,51

Продолжение

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Селенга	с.Кибалино	I936 - I942, I95I I958 - I959	2 037	3 590	9,00	I936	0,4I	I,64	0,49
Селенга	раз.Мостовой	I934 - I968	2 359	4 200	9,53	I95I	0,3I	I,24	0,54

Приложение 4

Материалы по максимальному стоку дождевых паводков рек бассейна Байкала

Река	Пункт	Период наблюдений	Ср.макс. расход	Макс.наблюд.расход м³/сек	Макс.наблюд.расход л/сек км²	год	C_v	C_s	B макс. наблюд.
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
			Первая зона						
Голоустная	с.Большое Голоустное	I943 - I955	I08	308	I36	I950	0,88	I,76	I,73
Бугульдейка	д.Бугульдейка	I952 - I962	22,6	56,8	23,4	I952	0,70	I,40	0,27
			Вторая зона						
Тыя	д.Тыя	I949 - I959	254	5I4	I99	I949	0,65	I,30	2,58
Гоуджокит	гм.ст.Гоуджокит	I949 - I968	72,0	250	840	I955	0,84	I,68	5,46
Верхняя Ангара	с.Верхняя Заимка	I939 - I968	748	I 860	90,3	I951	0,52	I,56	I,96
			Третья зона						
Давше	пос.Давше	I952 - I963	2,36	3,03	32,3	I962	0,I8	0,36	0,I5
			Четвертая зона						
Баргузин	р.п.Баргузин	I933 - I968	393	856	43,2	I938	0,35	I,05	I,I6

Продолжение

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Нестериха	Нестериха	I950 - I968	26,0	72,5	4I0	I954	I,08	2,I6	2,24
			Пятая зона						
Джида	Джида	I939 - I968	832	2 200	92,6	I945	0,58	I,I6	2,64
Цакирка	гм.ст.Санага	I957 - I968	I74	287	279	I967	0,62	I,86	2,73
			Шестая зона						
Чикой	с.Поворот	I936 - I967	I 342	3 280	73,4	I940	0,50	I,50	2,6I
Аса	с.Аца	I949 - I968	I76	534	265	I964	0,73	I,46	4,43
Менза	пр-к Дражний	I942 - I959	748	2 080	I52	I959	0,65	I,95	2,8I
Хилкотой	с.Хилкотой	I953 - I968	I48	496	435	I959	0,80	I,60	4,32
			Седьмая зона						
Хилок	ст.Малета	I937 - I968	347	795	30,9	I938	0,62	I,86	0,85
Унго	с.Усть-Унго	I950 - I968	78,5	I92	83,8	I957	0,63	I,89	I,03
Уда	г.Улан-Удэ	I936 - I968	3I5	I 240	35,7	I938	I,07	2,I4	0,63
Курба	с.Тэгда	I946 - I969	84,0	I68	46,4	I964	0,53	I,06	0,70
Брянка	разъезд 28	I954 - I968	I4,9	57,3	I3,0	I962	0,94	2,82	0,2I
			Восьмая зона						
Турка	с.Соболиха	I938 - I968	I73	457	88,7	I949	0,60	I,80	I,55
Большая Речка	ст.Посольская	I929 - I969	I04	444	786	I942	0,74	I,48	6,42

Продолжение

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
2-я Шестипалиха	д.Осиновка	I946 - I957	2,36	4,37	I 065	I950	0,70	2,I0	I,70
			Девятая зона						
Снежная	ст.Выдрино	I927 - I930 I936 - I968	592	I I40	380	I962	0,46	I,38	6,67
Хара-Мурин	ст.Мурино	I940 - I968	377	I II0	982	I962	0,65	I,95	I0,I
Похабиха	г.Слюдянка	I95I - I968	6,68	38,6	6I4	I962	I,38	4,I4	2,43
			Десятая зона						
Селенга	ст.Усть-Кяхта	I933 - I944 I958 - I959	I 200	2 I70	7,70	I959	0,42	I,26	0,48
Селенга	разъезд Мостовой	I934 - I968	3 330	7 620	7,80	I936	0,36	I,08	I,27

Учебное пособие

"Водные ресурсы бассейна Байкала, их использование и охрана"

Редактор З.П.Межецких

Корректор Л.А.Белякова

Подписано к печати 6/XI 1973 г. Формат 60x90 I/I6

НЕ 08463 Объем I0,7 п.л.

Заказ № Цена 85 коп. Тираж 500 экз.

Печатно-множительный цех

Иркутского государственного университета имени А.А.Жданова

I94

85 коп.

Ц 4
25403