



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра гидрометрии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(дипломный проект)

На тему

**Водный баланс  
Телецкого озера**

Исполнитель

Рачкин Дмитрий Александрович  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

профессор д.г.н, профессор  
(ученая степень, ученое звание)

Барышников Николай Борисович  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

К.Г.Н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Игорь Дмитриевич  
(фамилия, имя, отчество)

2018г.

Санкт-Петербург  
2018



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра гидрометрии

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(дипломный проект)

На тему

**Водный баланс  
Телецкого озера**

Исполнитель \_\_\_\_\_ Рачкин Дмитрий Александрович  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель \_\_\_\_\_ профессор д.г.н, профессор  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ Барышников Николай Борисович  
(фамилия, имя, отчество)

**«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой**

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ К.Г.Н., ДОЦЕНТ  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ Исаев Игорь Дмитриевич  
(фамилия, имя, отчество)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.

Санкт–Петербург  
2018

## Оглавление

Введение.....	3
1. История исследования и состояние изученности Телецкого озера .....	4
2. Физико-географическое описание бассейна Телецкого озера. ....	8
2.1 Оледенения бассейна .....	10
2.2 Почвенный покров.....	11
2.3 Лесистость .....	14
2.4 Озерность, заболоченность .....	15
3 Описание Телецкого озера .....	18
3.1 Физико-географическое описание долины и котловины Телецкого озера. .....	18
3.2 Климат долины и бассейна Телецкого озера. ....	24
3.3 Обзор режима Телецкого озера .....	26
4. Водный баланс Телецкого озера.....	29
4.1 Методика расчета водного баланса Телецкого озера.....	31
4.2 Поверхностный приток в Телецкое озеро .....	34
4.3 Осадки на зеркало озера.....	38
4.4 Испарение с зеркала озера .....	39
4.5 Температура воздуха .....	40
4.6 Влажность воздуха.....	41
4.7 Аккумуляция в чаше озера за счет приращения уровня.....	41
5 Уровенный режим Телецкого озера .....	43
5.1 Периодические колебания уровня воды .....	43
5.2 Непериодические колебания уровня воды .....	45
6 Оценка влияния изменения климата на водный баланс и уровенный режим Телецкого озера .....	47
Заключение .....	50

## **Введение**

Современные изменения климата различных регионов Земли оказывают значимые воздействия на водные объекты, не исключением является и Телецкое озеро.

Телецкое озеро - уникальный природный водоем, расположенный в северо-восточной части Горного Алтая (Алтайский Государственный Природный Заповедник) вне пределов хозяйственной деятельности человека. Одновременно рассматривается исторический обзор исследований параметров озера. Телецкое озеро разделено на две части: широтную и меридиональную, протяженностью 50 км, и широтную 28 км. Озеро имеет тектоническое происхождение. Расчет водного баланса производится с целью организации и ведения мониторинга экологической обстановки на данной территории. В работе помещены результаты специализированных гидрометеорологических наблюдений на акватории Телецкого озера и прилегающей к нему территории станции комплексного фоновго мониторинга (СФМ) Яйлю и подчиненных ей постов.

Данные, содержат сведения об уровненом режиме, водном балансе озера, ледовом и ветра-волновом режиме. Исходные данные по СФМ Яйлю взяты за период: 1950 – 1970, 1997 – 2016 гг.

Задачи работы:

1. Сбор данных гидрометеорологических наблюдений;
2. Расчет водного баланса Телецкого озера;
3. Оценка влияния изменения климата на уровеньный и другие режимы озера.
4. Построение хронологических графиков гидрометеорологических характеристик;
5. Сравнительный анализ полученных результатов.

## 1. История исследования и состояние изученности Телецкого озера

Первые сведения о Телецком озере связаны с именем казака Петра Собанского, посетившего верховья р. Бии и Телецкое озеро в 1633 и 1642 г. [1]. Казаки были поражены отсутствием ледостава на озере в зимний период [2]. Это были первые впечатления о режиме озера.

Первое наиболее четкое изображение озера появилось на «Общем чертеже Сибири» в 1667 г., где схематично показана р. Обь с двумя «вершинами», из которых правая берет начало из озера «Тележского», но размеры озера преувеличены.

Дальнейший картографический материал по Телецкому озеру связан с именем тобольского картографа С. У. Ремезова. В его «Хорографической чертежной книге», составленной в период 1697—1711 г., озеро показано также преувеличенным, но уже с некоторыми притоками. Он же приводит три названия озера — Тележское, Алтын, Теленда, ряд этнографических и других названий.

Близким к истинному (по форме и размерам) Телецкое озеро изображено на «Ландкарте Кузнецкого уезда» Петра Чичагова, составленной им в 1729 г.

Глубина озера, равная 135 сажням (288 м), определена Эйденем в 1760 г.

На протяжении следующего столетия на озере было проведено около 30 исследований [3]. Наиболее существенные из них перечислены ниже.

Ботаник А. Бунге в 1826 г. по р. Башкаус прошел к южному концу озера и описал горы, берега и песчаную дельту р. Чулышман.

Геолог Г. П. Гельмерсен в июле 1834 г. произвел съемку берегов озера и составил наиболее точную карту, на которую нанес 24 притока озера. Он же произвел первые геологические исследования в районе озера и указал на некоторые особенности гидрологического режима.

Н. М. Ядринцев в 1880 г. попал на озеро через Горно-Алтайск. Он проплыл по озеру, поднялся на гору Алтын-Ту и составил опись 44 притоков озера.

Профессор ботаники Томского университета В. В. Сапожников в июне 1895 г. плывал по Телецкому озеру и производил наблюдения за температурой воды и воздуха.

Особо следует отметить работы географа П. Г. Игнатова, который в 1901 г. руководил комплексной экспедицией Русского географического общества на Телецком озере и одним из первых в России осуществил подробные лимнологические исследования. Им была произведена топографическая съемка берегов озера, составлена первая карта глубин, изучены температура воды, прозрачность, цвет, колебания уровня, организованы первые метеорологические наблюдения и произведен сбор материалов по режиму озера путем опроса.

Он поднялся до истока (оз. Джулу-Коль) самого крупного притока озера — р. Чулышман и описал ее.

В первые годы Советской власти изучением Телецкого озера занимался Алтайский гидротехнический подотдел, руководимый инженером И. Э. Генриховским, положившим начало гидрометеорологической сети на р. Бие и Телецком озере (открытый в 1919 г. водомерный пост в с. Артыбаш был первым на озере). До 1922 г. наблюдения были продолжены и расширены Бийским отделением Сибисполвода (им открыт водомерный пост в пос. Балыкча на р. Чулышман). Затем вся сеть постов была закрыта.

В 1927 г. сеть постов была восстановлена Главэлектропроектом, а в 1929 г. Бийским гидрометрическим участком в с. Артыбаш была учреждена первая на озере метеорологическая станция. В этом же году был открыт водомерный пост в Кыгинском заливе и восстановлен водомерный пост в пос. Балыкча на р. Чулышман. В 1931 г. открыты метеорологические станции в поселках Яйлю и Бея и водомерный пост в пос. Яйлю.

С 1932 г. сеть постов и станций переходит в ведение Западно-Сибирского

Гидрометкомитета (ныне Западно-Сибирское управление гидрометеорологической службы).

В 1928—1931 и 1934 г. на озере работала экспедиция Государственного гидрологического института под руководством С. Г. Лепневой.

За 1929—1937 г. были собраны, обработаны и опубликованы разнообразные материалы по режиму озера. Особо следует отметить работы С. Г. Лепневой по истории изучения озера, по гидробиологии, термике, по определению цвета, прозрачности, газового состава вод озера, а также работы О. А. Аленина по ледовому режиму Телецкого озера и гидрохимии малых озер его бассейна. Результаты работ и выводы этих ученых не потеряли своего значения и в настоящее время.

Описание климата Телецкого озера дано в работе Н. Г. Николаева [4].

П. П. Пиварелис, используя трехлетние данные (1929—1931 гг.) по уровням и стоку-притоку по двум постам, дал характеристику уровенного режима и произвел первый расчет водного баланса Телецкого озера [8]. Однако полное отсутствие данных по испарению, наличие всего лишь трех пунктов наблюдений за осадками, незначительный ряд наблюдений по стоку ставит под сомнение качество расчета водного баланса.

В 1930 и 1931 гг. Всесоюзным геологоразведочным объединением были организованы систематические планомерные исследования района Телецкого озера под руководством П. Л. Бубличенко.

В 1933 г. инженером В. Л. Рексом была составлена карта глубин Телецкого озера на основе съемки, произведенной в 1931 г. Ленинградским отделением Гидроэлектростроя (ЛОГИДЭС), Дополнительно Рекс использовал материалы топографической съемки озера, произведенной И. М. Розоноером, работавшем в 1901г. в составе экспедиции П. Г. Игнатова, и батиметрическую карту П. Г. Игнатова, опубликованную им в 1902 г. в «Известиях Географического общества». Рексом были использованы также некоторые данные экспедиции ГГИ 1928—1931 г.

В 1936—1939 гг. на правом берегу р. Чулышман, в верховьях р. Абакан, в

долине р. Бии и на Теленком озере работала геоморфологическая экспедиция Института географии и Алтайского заповедника. Результаты обобщены в работе М. С. Калецкой [5].

Гидроэнергетические ресурсы озера и р. Бии в 1939 и в 1958 г. изучала экспедиция Ленгидэпа.

В 1962 г. в районе озера работала Березовская геологоразведочная экспедиция.

В 1965 г. на базе метеорологической станции п. Яйлю Западно-Сибирским УГМС была открыта озерная станция. С этого года начинаются стационарные наблюдения за ветро-волновым, ледово-термическим, гидрохимическим и метеорологическим режимами Телецкого озера, организуются наблюдения за испарением с водной поверхности, актинометрические, шаропилотные, аэрологические и другие виды наблюдений, проводятся водно и тепло- балансовые расчеты, промерные работы.

## 2. Физико-географическое описание бассейна Телецкого озера.

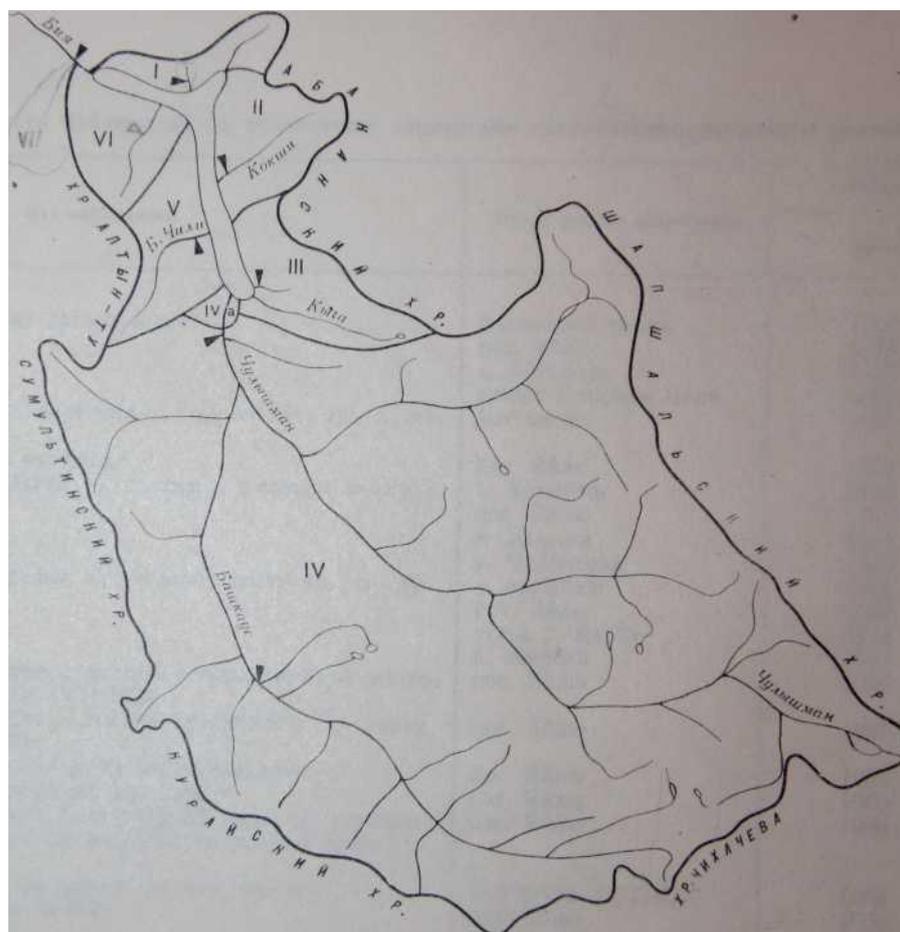


Рис.1 Карта-схема Телецкого озера

Бассейн Телецкого озера, расположенный в северо-восточной части Горного Алтая, представляет собой горную страну, вытянутую с юго-востока на северо-запад на 235 км. Средняя ширина бассейна 84 км (максимальная 150 км), площадь 20400 км<sup>2</sup>, средняя высота 1940 м над уровнем моря.

Бассейн имеет уклон с юго-востока на северо-запад: отдельные вершины на юго-востоке достигают высоты 3000 – 3350 м, на крайнем северо-западе – 600 – 1300 м над уровнем моря. На западе и северо-западе бассейн обрамлен хребтами Алтын-Ту (высшая точка 2465 м над уровнем моря) и Сумультинским (2737 м), на юго-западе – Айгулакским (2497 м), на юге Курайским (3306 м) и Чихачева, на юго-востоке и востоке – Шапшальским (3352 м) и Абаканским (2839 м), на севере хребтом Торот (1342 м). Эти хребты являются естественным

водоразделом с бассейнами рек Катунь с Чуей, р. Могенбурен, впадающей в оз. Агит-Нур (Монголия), с притоками Енисея – Хемчиком, Чульчей, Большим Абаканом и р. Бией с притоками Лебедь и Пыжа. (рис. 1)

Внутри бассейна горные хребты и отроги внешних водораздельных хребтов в основном вытянуты с юго-востока на северо-запад. На широте озера они имеют свое направление на северное и северо-восточное.

В бассейне отмечается многообразие форм рельефа: высокие, остроконечные цепи гор сменяются платообразными нагорьями, широкими речными долинами трапецеидальной формы и глубокими каньоновидными ущельями.

Основной чертой рельефа бассейна, на которую указывали многие исследователи, является четко выраженная ярусность, то есть различные типы рельефа закономерно располагаются вертикальными поясами, каждому из которых свойственны свои физико-географические процессы.

Первый пояс – пояс глубоко расчлененного денудационными процессами рельефа – занимает высоты от базиса эрозии (уровень Телецкого озера – 434 м над уровнем моря) до высот 1500 – 1600 м. Выше располагается второй пояс – пояс поверхностей выравнивания, занимающий интервал высот 1600 – 2700 м. М. С. Калецкая делит его на три уровня 1600 – 1800, 1900 – 2100, 2500 – 2700 м, разделенных между собой комплексом более крутых форм, хотя эта ступенчатость проявляется не по всему бассейну – в отдельных районах бассейна на этих высотах встречается уже третий пояс. Третий пояс – пояс альпийских форм – расположен на высотах от 1900 до 3330 м, имеет рельеф, сформировавшийся под влиянием ледниковой эрозии. Современное оледенение здесь отсутствует, за исключением крайне незначительных ледниковых и снеговых пятен (отдельные северные склоны и ущелья на хребтах Куркурбажи, Шапшал, Абаканский).

Главная роль в изменении рельефа в настоящее время принадлежит эрозионной деятельности рек и ручьев, физико-химическому выветриванию, снежными лавинами, оползням, камнепадам, селевыми потоками и т. д. Причем все

они наблюдаются во всех трех поясах, но интенсивность их меньше во втором и третьем по сравнению с первым.

В таблице 2.1 показано распределение площади водосбора по интервалам высот.

Таблица 2.1

Распределение площади бассейна Телецкого озера по градациям высот

Градация высот, м	Площадь	
	Км <sup>2</sup>	% от общей площади
Средний уровень озера	223	1.1
434 – 1500	2840	13.9
1501 – 2500	14830	72.8
2501 – 3350	2480	12.2

По вычислениям финского геолога Гранэ, второй пояс занимает около 30% всей площади Алтая. М. С. Калецкая указывает, что для северо-восточного Алтай эта площадь еще больше [5]. По нашим расчетам, высоты 1500 - 2500 м занимают 73%, площади бассейна. Если учесть, что некоторые внешние и внутренние хребты относятся к альпийским формам с высотами в этих пределах, то пояс поверхностей выравнивания для бассейна Телецкого озера занимает площадь 50 - 60%, а пояс глубоко расчлененного рельефа около 30%. Остальная часть площади относится к альпийским формам.

## 2.1 Оледенения бассейна

Относительно оледенения бассейна, времени его возникновения и типов оледенения существуют различные мнения. А. М. Кузьмин выделяет четыре ледниковых периода на основании параллели ледниковых периодов Альп и Алтая [5]. Эту параллель М. С. Калецкая называет искусственной. Гранэ отмечает следы двух или даже трех оледенений. Сама Калецкая указывает на наличие только двух оледенений, причем считает, что одно было покровным,

другое — долинным. При втором оледенении язык Чулышманского ледника не спускался ниже устья р. Чульчи [5]. Это хорошо согласуется с исследованиями А. В. Живаго [6], который при обследовании долины р. Бии отмечает следы только одного оледенения (при первом, покровном, оледенении бассейна Телецкого озера язык ледника спускался по долине р. Бии несколько ниже устья р. Лебедь).

Рассматривая кедровые леса Алтая, А. В. Куминова указывает на наличие третичной реликтовой растительности, сохранившейся до настоящего времени в бассейне р. Кыга, так называемого «телецкого рефугиума» [7]. Наличие такой растительности указывает на стабильность климата в этом районе. Эти острова растительности либо сохранились при оледенении благодаря микроклиматическому влиянию местных условий, либо мигрировали туда после эпохи оледенения каким-либо путем из районов, где оледенения совсем не было.

Если то, что выровненные поверхности возникли в результате длительного цикла нормальной эрозии, признано всеми исследователями, то дальнейший ход развития рельефа различным авторам представляется по-разному. В. А. Обручев считает, что современный рельеф возник в третичном периоде в результате дизъюнктивных дислокаций [5]. В результате разломов отдельные глыбы в виде узких полос земли были подняты на разную высоту. По Гранэ, древний пенеплен был поднят в основном как единое целое в постплиоцене. В. П. Нехорошев считает, что в основе строения современного рельефа лежат глыбовые перемещения. Е. Н. Щукина пишет, что в основе развития рельефа Алтая лежит медленное сводовое поднятие, осложненное антиклинальными и синклинальными изгибами. Наличие ярусов рельефа М. С. Калецкая связывает с поднятием горной страны, носившим характер сводового, или поднятия типа больших складок. По Б. Ф. Сперанскому, глыбовые складки являются основой тектонической структуры Алтая и лишь осложнены различными дизъюнктивными дислокациями.

Последние исследования показывают, что замыкание геосинклинали в позднем палеозое привело к созданию геологической основы рельефа с раз-

ломами, определившими ориентировку элементов орографии [8]. В мезозое горообразовательные движения, проходившие в несколько этапов, усложнили орографию. Денудационное выравнивание началось в основном в конце мезозоя — начале палеогена при равновесии эндогенных и экзогенных процессов или при преобладании последних. Формирование современного горного рельефа на месте увалистой невысокой страны происходило под влиянием дифференцирующих восходящих движений также по этапам. Сначала поднятие носило сводовый характер, что обусловило крупные черты рельефа, затем подвижка блоков осложнила и затушевала начальную сводовую морфоструктуру Алтая. Реки к концу этапа врезались в среднем до современного уровня, а в долинах появились делювиальные, пролювиальные и аллювиальные отложения. Первые оледенения Алтая, включая средне четвертичное, оставили мало конкретных следов в рельефе и отложениях, хотя именно с ними следует связывать формирование главных черт альпийского рельефа гор.

Наблюдаемая ныне ледниковая морфоструктура создана в основном на этапе позднее четвертичного оледенения, которое по масштабам развития ледников мало уступало средне четвертичному. Авторы выделяют Чулышманское плоскогорье как район, где ледники получили возможность к движению и определили аккумулятивные формы рельефа. Особо отмечается, что в течение ледниковой эпохи общий баланс поступления и выноса материала на уровне дна речных долин оставался близким к равновесному: реки, с одной стороны, почти не углубили свои долины, а с другой — сохранили немного аккумулятивных форм [8].

Этап последующего преобразования рельефа Алтая характеризуется более заметной тенденцией к поднятию, чем предыдущий. Главными экзогенными процессами являются эрозионные, склоновые и перигляциальные [8].

Бассейн Телецкого озера, который, по В. А. Кузнецову, находится в зоне каледонской складчатости, сложен преимущественно вулканогенно-кремнисто-сланцевыми формациями кембрия с кембрийскими интрузиями, а также мощными флишоидными терригенными формациями кембро-ордовика с

широко развитыми синорогенными раннекаледонскими гранитными комплексами. По тектонической структуре бассейн Телецкого озера относится к зоне Западных Саян (к его крайней западной части).

В геологическом отношении бассейн, склоны долины и берега озера сложены гранитами, грани-тогнейсами, гранодиоритами, кварцевыми диоритами, кварцевыми диоритогнейсами, кварц-кляз-биотитовыми гнейсами, мусковит-биотитовыми гнейсами, порфиритоидами, метаморфическими песчаниками, пироксеновыми, плагиоклазовыми порфиритами, туфами, туфитами, вулканическими бекчиями, хлоритовыми, эпидо-серицитовыми, биотитовыми, глинистыми, слюдястыми, роговообломочным и другими сланцами, древнеледниковыми и аллювиальными отложениями, мраморизованными и глинистыми известняками, средними, основными и кислыми эффузивами, мергелями, конгломератами, кварцевыми и аркозовыми песчаниками.

Часты выходы на поверхность скальных пород, широко распространены галечники, валунники, крупно и мелкообломочные и слабоокатанные структуры, плитообломочные сланцы, песчаники, суглинки, алевролиты. Широко распространены курумники (каменные осыпи) как в бассейне, так и на склонах долины озера.

## **2.2 Почвенный покров**

Почвенный покров характеризуется вертикальной зональностью и широтной поясностью. Примитивные почвенные образования (глинисто-щебнистые) в начальных стадиях формирования в верхней части гор сменяются перегнойными и торфянисто-перегнойными почвами различной степени оледенения в мохово-кустарниковой тундре. В высокогорных плато под злаковыми тундрами уже встречаются дерново-перегнойные почвы темной окраски, достигающие мощности 30 см. Под субальпийскими и альпийскими лугами встречаются горно-луговые и черноземовидные почвы. В лесной зоне, в зависимости от типа лесов и по мере уменьшения высоты, распространены маломощные подзолистые почвы с иллювиальными гумусовыми или

железистыми горизонтами, дерново-подзолистые, бурые лесные, светло-серые оподзоленные, серые лесные и темноцветные почвы; на горных болотах торфянисто-подзолисто-глеевые [9].

### **2.3 Лесистость**

Лесистость бассейна составляет около 52% всей площади и увеличивается с юго-востока на северо-запад. Граница леса в северо-западной части водосбора находится на высоте 1600 м, на юго-востоке — 2000-2200 м. Вертикальной зональности подвержен и видовой состав древесных пород, узкая полоса на границе леса и гольцов занята кустарниковой растительностью, которая сменяется изреженными низкорослыми кедровыми лесами, переходящими в сплошную кедровую тайгу в среднем и нижнем поясе с примесью пихты (в бассейне р. Чулышман в верхний пояс лесов входит лиственница). Средний пояс лесов (до 1400—1500 м) в прителецкой части бассейна представлен кедрово-пихтовыми и кедровыми лесами (в бассейне р. Чулышман - кедрово-лиственничными лесами). Нижний пояс до высоты 800 - 1000 м представлен смешанным лесом (береза, осина, кедр, пихта, сосна, рябина, тальник, черемуха и др.) с основами сохранившихся пихтово-кедровых лесов с примесью сосны на севере и кедрово-лиственничными с примесью сосны в южной части. В нижнем поясе на видовой состав леса влияет экспозиция склона: на южных склонах растет береза, сосна, лиственница; на северных - кедр, пихта, осина [9].

Распространение гольцов по высоте и длине бассейна обратно залесенности и составляет около 44% всей площади. Гольцы являются остаточной формой рельефа ледникового периода и сохраняются благодаря суровому климату в высокогорной части бассейна.

В зоне гольцов с высоты 1700 - 2000 м начинается многолетняя мерзлота, в отдельных местах она имеет островной характер и опускается до 1300 - 1400

м (бассейн р. Башкаус).

Субальпийские и альпийские луга распространены в основном в редколесье.

## **2.4 Озерность, заболоченность**

На болота и озера в пределах бассейна приходится незначительная площадь: 1.4 и 2.1% соответственно. Большинство озер находится в зоне гольцов на высоте 1700 - 2400 м и почти все они имеют ледниковое происхождение (каровые). Их общее количество достигает 2560, в том числе в бассейне р. Чулышман 2360. Реки, вытекающие из озер и болот, в верхнем течении имеют высокую зарегулированность стока. Основное питание высокогорных озер - снеговое. В летний период в бортах цирков, сложенных крупно каменными осыпями, происходит интенсивная конденсация влаги, как следствие большой суточной амплитуды колебания температуры воздуха и это оказывает существенное влияние на питание озер, особенно на склонах южной экспозиции.

Площадь, занятая гольцами, лесом, озерами и болотами в бассейне Телецкого озера, приведена в таблице 2.2

Оценить подземный приток не представляется возможным. Видимо, нет основания относить к подземным водам поверхностный сток, периодически уходящий под уровень земной поверхности, сложенной каменными осыпями, валунами, щебнем, поскольку глубина почвенного слоя не так велика, чтобы задерживать и аккумулировать влагу в значительных количествах. В предгорьях, где почвенный слой более значителен, увеличивается роль подземного питания, но оценить эту роль количественно не представляется возможным из-за отсутствия данных наблюдений за уровнем подземных вод.

Характерной особенностью бассейна Телецкого озера является разделение его системой долин (р. Чулышман - Телецкое озеро - р. Бия) на

сравнительно симметричные лево и правобережные части, на которых формируется сложная гидрографическая сеть.

В Телецкое озеро впадает около 70 рек и более 150 временных водотоков. Характеристика основных притоков озера дана в таблице 2.3

Таблица 2.2

Озерность, заболоченность, лесистость и загольцованность бассейна Телецкого озера

F водосбора, км <sup>2</sup>	h ср, м	Озерность		Заболоченность		Лесистость		Загольцованность	
		F, км <sup>2</sup>	К озерности, %	F, км <sup>2</sup>	К заболоченности, %	F, км <sup>2</sup>	К лесистости, %	F, км <sup>2</sup>	К загольцованности, %
20 400	1940	286	1.4	428	2.1	10649	52.2	9037	44.3

Таблица 2.3

Характеристика главных рек, впадающих в Телецкое озеро

Река	Площадь водосбора		Средняя высота водосбора	Длина реки, км	Уклон реки, ‰
	Км <sup>2</sup>	% общей площади водосбора озера			
Чулышман	16600	84.3	2040	241	8.6
Кыга	512	2.5	1780	43	41
Большие Чили	459	2.2	1670	48	34

Кокши	456	2.2	1540	37	18
Камга	202	1.0	1040	23	31
Колдор	163	0.8	1200	23	44
Самыш	159	0.8	1150	30	28
Малые Чили	110	0.5	1470	19	58
Челюш	63.5	0.3	1680	13	110
Баскон	60.7	0.3	1660	13	110
Ойор	56.0	0.3	880	14	57
Чири	37.0	0.2	1630	11	150
Киште	33.5	0.2	1090	11	110
Куркуре	29.3	0.1	1530	8.2	150
Большие Корбу	20.6	0.1	960	7.6	200
Чеченек	14.8	0.07	830	5.5	57
Чедор	13.8	0.07	1030	3.8	120
Тужу	11.3	0.06	1530	4.4	140
Колядым	8.9	0.04	1900	5.5	300

### 3 Описание Телецкого озера

#### 3.1 Физико-географическое описание долины и котловины Телецкого озера.

Таблица 3.1

Основные морфометрические характеристики озера

F зеркала, км	L, км	Ширина, км		Глубина, м		Объем, км <sup>3</sup>	L береговой линии, км	Развитие береговой линии	Показатель формы озерной котловина
		Средняя	Макс.	Средняя	Макс.				
223	77.8	2.9	5.2	174	325	40	181	3.3	2.05 (цилиндр)

Телецкое озеро – один из крупнейших водоемов Южной Сибири – расположено в северо-восточной части Горного Алтая на высоте 434 м над уровнем моря.

Озеро имеет вытянутую руслообразную форму и состоит как бы из двух частей: южной, меридиональной, 50 км и северной 28 км, имеющей широтное направление. Они весьма разнообразны по морфометрическим характеристикам, строению дна, берегов, а также по климатическим, ледово-термическим, ветро-волновым и другим особенностям режима.

Озеро окружено горами, высотой 600 – 1300 м над уровнем моря в широтной части и 1700 – 2400 м в меридиональной.

Острова и полуострова практически отсутствуют, за исключением незначительных по площади скальных выступов.

Берега озера сложены крупными валунами и обломочным материалом или скальные, обрывистые. Состав горных пород – сланцы, граниты. Песчаные и галечные берега наблюдаются в основном в устьях рек Чулышман, Кыга, Кокши, Колдор, Самыш, Ыдып, Челюш и у подножья Яйлинской и Белинской терасс.

Бухт и заливов мало. Самые большие заливы Камгинский (площадь 6,5 км<sup>2</sup>), Кыгинский (3,1 км<sup>2</sup>), Колдор (2,15 км<sup>2</sup>), Чедор (2,0 км<sup>2</sup>), Ыдып (1,0 км<sup>2</sup>), Кокши (0,75 км<sup>2</sup>).

Большинство рек в устьевой части образуют конусы выноса, сложенные песком, гравием, гранитными валунами. Некоторые из них сразу за береговой полосой заболочены: р. Чулышман, Кыга, Камга, Колдор, Самыш, Ойор.

Некоторые притоки озера практически не имеют долин в прибрежной части и впадают в виде каскада водопадов; другие вытекают из глубоких каньоновидных ущелий. Незначительное количество притоков на протяжении 6 – 12 км от акватории озера (реки Камга, Кыга, Колдор) имеют долины правильной трапецеидальной формы с высокими бортами, и лишь долина р. Чулышман на первых 60 км по форме и размерам как бы продолжает долину Телецкого озера, затем сужается, приобретает V-образную форму, а в верховьях протекает по заболоченной высокогорной тундре плоскогорья.

Многие особенности режима озера определяются формой котловины. Котловина Телецкого озера в основном правильной трапецеидальной формы со склонами высотой 100 – 300 м, незаметно переходящими в склоны долины высотой 600 – 1300 м.

Можно сделать предположение, что первичная форма котловины была не трапецеидальной, а V-образной, и современный вид котловина приобрела за счет осадения на дно обломочного и осадочного материала на протяжении всего периода существования озера. Проведя простую линейную интерполяцию склонов долины и котловины, можно предположить, что максимальные глубины озера в момент образования достигали 1000 – 1200 м, если, конечно, считать, что образование котловины носит характер разлома, а не сброса.

Для характеристики формы котловины применен метод С. Д. Муровейского. Для Телецкого озера глубина центра тяжести оказалась равной 85 м, а показатель формы при  $H_{cp}=174$  м равен 2.05, что соответствует форме цилиндра.

По строению дна, распределению глубин на Телецком озере можно выделить два плеса: основной - с глубинами 100 – 325 м от мыса Караташ до устья реки Чулышман (включает в себя всю меридиональную и 3/5 широтной части) и северо-западный мелководный плес от мыса Караташ до истока реки Бии с глубинами 10 – 40 м и с волнистым дном, что объясняется уходящими под уровень воды мысами и конусами выноса рек. Литоральная и сублиторальная зоны основного плеса по площади очень незначительны. Большая крутизна склонов котловины способствует переносу продуктов физико-химического выветривания, снежных лавин, обвалов оползней, волноприбойной деятельности в профундальную зону.

Основной плес на большей своей части имеет относительно ровное дно. При промере в створе максимальных глубин по поперечнику устье р. Большое Корбу – м. Чедор на дне озера выявлены два симметричных относительно берегов уступа, которые либо характеризуют сбросовый характер образования котловины, либо являются следствием накопления крупнообломочного материала, поступающего сюда со склонов долины.

При детальном промере со льда на стыке меридиональной и широтной частей обнаружен подводный хребет, следовательно, котловина имеет W-образную форму. Подводный хребет вытянут с запада на восток на 2,3 км, его ширина 600-800 м. Высшая точка возвышается над дном озера на 211 метров и находится на глубине 93 м. В восточной части хребта склоны обрывистые, в западной – пологие, постепенно сливающиеся с дном. В центральной части хребта имеется слабо выраженный южный отрог.

Если хребет сложен из рыхлого обломочного материала, значит, влияние ледников на происхождение котловины было весьма существенным. Если хребет монолитный, значит, можно предположить, что образование котловины носит сбросовый характер. Хребет назван именем Софьи Григорьевны Лепневой, одной из первых советских исследователей Телецкого озера.

При промерах западнее м. Чичелган обнаружена подводная терраса протяженностью около 1.5 км, шириной 0.5 км, имеющая слабый наклон в

сторону озера, а затем круто обрывающаяся в сравнительно ровное дно между хребтом Лепневой и подножием террасы.

Подводная терраса является как бы продолжением Яйлинской террасы и по-видимому, образована выносами р. Ок-порог и интенсивным размывом в результате волнового воздействия (она находится в месте развития самой высокой волны от господствующих ветров – верховок).

В прибрежной зоне Телецкого озера можно выделить 13 террас, которые возвышаются над озером на высоту от 6 до 250 м. Образование трёх главных террас – Яйлинской, Ижонской и Белинской – С. А. Яковлев связывает с процессами образования грабена, считая, что после образования провала близлежащие массы с отвесных берегов соскользнули на дно озера и образовали озерные террасы. Н. Л. Бубличенко связывает их образование с эрозийной и аккумулятивной деятельностью ледника.

На Яйленской и Ижонской террасах отмечены цоколи (скальные основания), которые практически исключают их моренное происхождение, хотя верхние слои имеют выраженные черты моренного типа.

В разрезе 130-метровой Белинской террасы О. М. Адаменко выделяет сероцветные отложения озерного типа[8]. По данным О. В. Матвеевой они охарактеризованы лесными споро-пыльцовыми спектрами с преобладанием в первом случае пыльцы кедра (45 – 50%), а во втором ели (50 – 60%). Как пишет Адаменко, очевидно, эти осадки образовались до оледенения. Поскольку морена в разрезе слагает верхние слои террасы, можно полагать, что эта морена сформировалась в седнечетвертичное время (отложения - до оледенения, уступ – после него). Таким образом уровень озера то среднечетвертичного периода до настоящего времени снизился до 130 м. Эти авторы относят образование котловины Телецкого озера к плиоцену раннечетвертичного периода.

В 1971 году по просьбе авторов монографии [15] отряд майминской геолого-геофизической партии под руководством канд. геол. наук Ф. Б. Бакшта выполнил 17 вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ) в дельте р. Чулышман для определения состава и мощности рыхлых отложений.

Сложность залегания осадочных пород, водонасыщенность, разнообразие фракционного состава затруднили количественную и качественную интерпретацию кривых электроразведки. Полученные данные о глубинах залегания слоев являются максимально возможными для данных условий.

В целом залегание рыхлых отложений в дельте р. Чулышман весьма изменчиво, как по площади, так и по вертикали.

Отложением пойменных террас являются желто-бурые суглинки, типичные для всего района. У ключа Аржан их мощность составляет 1.5 – 2.0 м. Севернее лагеря Кырсай их мощность резко уменьшается. Вблизи берега суглинки отсутствуют совсем. Ниже слоя суглинка расположены пески, нередко переслаивающиеся илами и иловатыми песками. Среди песков нередко мощные (10 – 15 м) линзы галечников. Суммарная мощность этого сложного построения горизонта от 16 – 18 до 55 м. Увеличение мощности идет по центральной части дельты с юго-запада на северо-восток. По некоторым признакам (изотропность по электрической проводимости) не исключено наличие в этом слое средне и крупнообломочных плохо сортированных осадков.

Грубообломочные отложения подстилаются слоем, сравнительно хорошо проводящим электрический ток пород. Нижняя кромка этих отложений залегает на глубине 280 – 350 м. Это могут быть или существенно глинистые и песчано-глинистые отложения, или сильно выветренные трещиноватые, раздробленные породы палеозойного фундамента.

Если данный участок считать аналогичным пойме р. Катунь в районе с. Майма или долине р. Бии в районе с. Дмитриевка – с. Удаловка, то галечники второго (сверху) слоя залегают именно на дезинтегрированных коренных породах. Можно предположить, что коренные породы ложа дельты значительно раздроблены тектоническими подвижками. В целом вся дельта находится в пределах котловины Телецкого озера.

По генетической классификации М. А. Первухина [10] Телецкое озеро относится к котловинным типам тектонического происхождения. Является ли

эта котловина трещиной, как результат свободного поднятия, сбросом или грабеном – этот вопрос до конца еще не решен.

Ранее по происхождению котловины Телецкого озера существовали две точки зрения.

Сторонники первой теории (тектонической) были А. В. Обручев, С. А. Яковлев, А. М. Кузьмин, В. П. Нехорошев, Л. И. Семихатова, М. С. Калецкая и многие другие. Не менее определено в пользу второй (ледниковой) высказывались финский геолог Г. Гранэ, посетивший озеро в 1913г., и советский геолог Н. Л. Бубличенко.

Как указывает Бубличенко, впервые о тектоническом происхождении озера высказался А. В. Обручев, если не принимать во внимание мнение Г. Шуровского, считавшего Телецкое озеро поперечной трещиной, заполненной водой. Следует отметить, что первой серьезной опубликованной работой о тектоническом происхождении котловины Телецкого озера была работа С. А. Яковлева. Б. Г. Иоганзен указывает, что еще в первой половине XIX века на тектоническое происхождение котловины Телецкого озера указывали Г. П. Гельмерсен и П. А. Чихачев.

В последнее время авторы учебников по физической географии, составители энциклопедий и справочной литературы придерживаются компромиссной точки зрения, трактуя происхождение озера как следствие тектоническо-ледниковой деятельности.

В 1967 г. была опубликована работа П. М. Бондоренко о рифтовом происхождении Телецкой котловины. Эта точка зрения была высказана им на основании моделирования рифтовых структур Байкальского и Африканского типов, произведенного в Геологическом институте СО АН СССР, а также на основании полевых исследований озера Чебак-Куль. Он экспериментально показал, что система трещин своим рисунком напоминает Телецкое озеро и прилегающие к нему долины и может возникнуть только в процессе слабого сводового поднятия.

К настоящему времени большинство исследователей Горного Алтая пришли к заключению о тектонической природе озерной котловины, но пока нет единого мнения по вопросу о механизме и времени образования её.

### **3.2 Климат долины и бассейна Телецкого озера.**

Сгонно-нагонные и сейшевые колебания уровня воды вызывают компенсационные течения, способствуют конвективному перемешиванию вод озера, изменению температуры воды и содержания кислорода по глубине. В зимний период они являются причиной образования постоянных трещин во льду.

Климат и метеорологические условия долины и бассейна Телецкого озера формируются в результате взаимодействия общей и местной циркуляции атмосферы, солнечной радиации, орографии района и водной массы озера.

Взаимодействие этих факторов создает значительное разнообразие климатических условий в бассейне озера: от сурового высокогорного в зоне гольцов до климата с морскими чертами в прибрежной полосе озера. В целом же климат относится к континентальному и характеризуется продолжительной зимой, смягченной широко развитой феновой циркуляцией, и непродолжительным влажным летом с пониженными температурами за счет долго не прогреваемых вод озера.

В холодное время года (октябрь—апрель) озеро находится под влиянием западной периферии азиатского антициклона, в теплое время года — частично под воздействием термической депрессии и отчасти области повышенного давления, расположенной над Северным Казахстаном и югом Западной Сибири.

Преобладание в течение года антициклонической погоды с малыми барическими градиентами над Алтаем, наличие горных хребтов и термического различия между сушей и озером создают благоприятные условия для развития местных типов циркуляции — фенов, горно-долинных ветров и бризов.

Процессы местной циркуляции создают в долине Телецкого озера особый тип климата — лимноклимат (озерный климат).

Если для равнинных водоемов основными климатообразующими факторами являются общая адвекция, солнечная радиация и климатические показатели пелагиали (причем общая адвекция носит транзитный характер), то для горных водоемов при сохранении тех же факторов главным является степень орографической изолированности. Общая адвекция вызывает или усиливает на горных водоемах локальные процессы, которые в основном и определяют озерный климат.

Н. П. Ладейщиков справедливо указывает, что чем больше степень орографической изолированности водоема, тем больше будет проявляться и тем будет стабильнее его лимноклимат [11].

Степень орографической изолированности определяется средней высотой склонов долины над уровнем водоема, крутизной склонов, площадью и формой зеркала озера, направлением движения основных воздушных масс относительно направления долины, параметром «разрывности» склонов котловины, вертикальной мощностью воздушных масс, проходящих над озером.

Характеристика климатических величин получена по данным метеорологической станции Яйлю, а также по гидрологическим постам, которые ведут и метеорологические наблюдения: Артыбаш, Кокши и Кыгинский залив. Все они находятся в прибрежной части озера. Метеорологическая станция Яйлю располагается на стыке меридиональной и широтной частей озера, в 300 м от берега и на 43 м выше его уровня. В целом она отражает средние для всего озера показатели метеорологического режима.

Для сравнения и оценки влияния на климат местных условий приводятся данные по удаленной на 60 км от озера метеостанции Турачак (высота станции 322 м над уровнем моря). Высокогорная станция Усть-Улаган (1260 м над уровнем моря) характеризует климат южной части бассейна Телецкого озера.

### 3.3 Обзор режима Телецкого озера

Оценка гидрометеорологических условий и определяемые ими характеристики водного режима озер и водохранилищ даны за гидрологический год, началом которого условно считается 1 сентября 2015 года, а концом 31 августа 2016 года. Границы сезонов гидрологического года также являются условными: осень (сентябрь-ноябрь), зима (декабрь-март), весна (апрель-июнь), лето (июль-август).

Для характеристики озера взяты гидрологические посты Артыбаш, Яйлю, Кокши и Кыгинский залив.

Осень 2015 года по температурным данным была на  $0.5^{\circ}\text{C}$  выше нормы. Первые отрицательные значения температуры воздуха наблюдались только в середине октября с дальнейшими неоднократными возвратами тепла в течении октября месяца и даже в конце ноября в широтной части озера, и в I и III декадах ноября в остальных частях озера. Значительное похолодание в широтной части озера наблюдалось в III декаде ноября, в связи с этим появились первые кратковременные ледовые явления в широтной части озера, а окончательные ледовые явления образовались 28.11, что на 9 дней позже нормы. Длительность осенних ледовых явлений была на 3 дня больше нормы.

Средние месячные значения температуры воды были на  $0.2 - 0.8^{\circ}\text{C}$ , выше нормы. Переходы температуры воды через  $10^{\circ}$  наступили: в широтной и на юге меридиональной части озера – на 6 дней, в середине меридиональной части – на 2 дня позже нормы, на стыке широтной и меридиональной частей – в норме, через  $4^{\circ}$ : в широтной и середине меридиональной части озера – раньше нормы на 20 и 2 дня соответственно, на стыке меридиональной и южной частей и на юге меридиональной части озера – позже нормы на 13 и 16 дней соответственно.

Осадков выпало больше нормы – 136 % нормы, преобладающее их количество было в сентябре, что вызвало подъем уровня воды в озере.

Поверхностный приток в озеро составил 107% нормы, средний уровень воды за сезон был на 2 см меньше нормы.

Зима 2015-2016 г. была теплой и малоснежной: по температурным данным на 3.8°C выше нормы, осадков выпало 56% от нормы. Переход среднесуточных значений температуры воздуха через 0°C произошел в конце декабря, но уже в I декаде февраля наступили положительные значения температуры воздуха, они также наблюдались в III декаде февраля и затем окончательно наступили во II декаде марта.

Среднемесячная температура воды была в декабре на 0.9°C выше нормы, переход температуры воды через 0.2°C наблюдался только в широтной части озера и наступил на 3 дня раньше нормы.

Ледовые явления из-за теплой зимы образовались позже нормы: на стыке широтной и меридиональной частей озера - на 27 дней и были только в виде сала в отдельные дни, на юге меридиональной части озера (в заливе) - на 21 день и были только в виде заберегов и припая. В этом же сезоне они и закончились, раньше нормы: на стыке – на 24 дня, на юге – на 43 дня. В широтной части озера ледостав образовался на 12 дней позже нормы.

Значения толщины льда в широтной части озера были меньше нормы: с начала сезона – на 12 см, к концу сезона – на 4 см.

Поверхностный приток в озеро составил 118% нормы, уровень воды озера был на 25 см выше нормы.

Весной температура воздуха за сезон превысила норму на 1.5°C. Осадков выпало больше нормы (122% нормы).

В этом сезоне наблюдались только положительные температуры воздуха. В широтной части озера разрушение льда и очищение ото льда наблюдались раньше нормы на 16 и 18 дней соответственно. Подъем уровня воды в озере начался в самом начале сезона, был затяжным, достиг максимального значения 09.06 и был на 29 см больше нормы. В связи с теплой погодой в этом сезоне

даты перехода температуры воды наступили раньше нормы: через  $0.2^{\circ}$  в широтной части озера – на 13 дней; через  $4^{\circ}\text{C}$  в широтной части - на 30 дней, на стыке широтной и меридиональной частей – на 22 дня, в середине и на юге меридиональной части – на 25 и 8 дней соответственно. Среднемесячные значения температуры воды были во все месяцы больше нормы на  $0.8 - 4.2^{\circ}\text{C}$ .

Средний уровень за сезон был на 41 см выше нормы, поверхностный приток в озеро составил 135% нормы.

Летом температура воздуха за сезон была выше нормы на  $1.3^{\circ}\text{C}$ . Осадков выпало 78% от нормы.

Средняя за месяц температура воды превысила норму на  $6.0^{\circ}\text{C}$  в июле и на  $2.6^{\circ}\text{C}$  в августе.

Средний уровень воды озера был на 5 см выше нормы, поверхностный приток в озеро составил 98% от нормы.

В целом гидрологический год был теплее среднемноголетнего на  $2.0^{\circ}\text{C}$ . Количество выпавших осадков составило 105% от нормы, внутригодовое их распределение по сезонам было: осень – 31%, зима – 6%, весна – 40%, лето – 23%. Средний уровень воды за год был на 19 см выше нормы, поверхностный приток в озеро составил 128% от нормы. Опасные явления наблюдались по количеству осадков в июле месяце в широтной части озера – 30.5 мм.

#### **4. Водный баланс Телецкого озера**

Первые водно-балансовые расчеты для Телецкого озера были выполнены П. П. Пиварелисом [12], но автор располагал ограниченным полевым материалом наблюдений за составляющими водного баланса.

Реальная возможность увеличения надежности водно-балансовых расчетов, правильной интерпретации динамики составляющих водного баланса Телецкого озера и определяющих климатических факторов появилась с развитием сети постов и открытием в 1965 г. озерной станции. Наблюдения за осадками организованы в 11 пунктах, равномерно расположенных по длине озера и его берегам. Были выполнены 6-летние наблюдения по испарителю на плоту и на метеоплощадке, определены метеорологические величины на акватории озера и на суше (ветер, температура воздуха, влажность). Проводились наблюдения за сходом снежных лавин, наплесками, обледенением берегов, образованием ледяных конусов выноса в устьях рек и т. д.

Это позволило оценить водный баланс озера за средний и характерные годы.

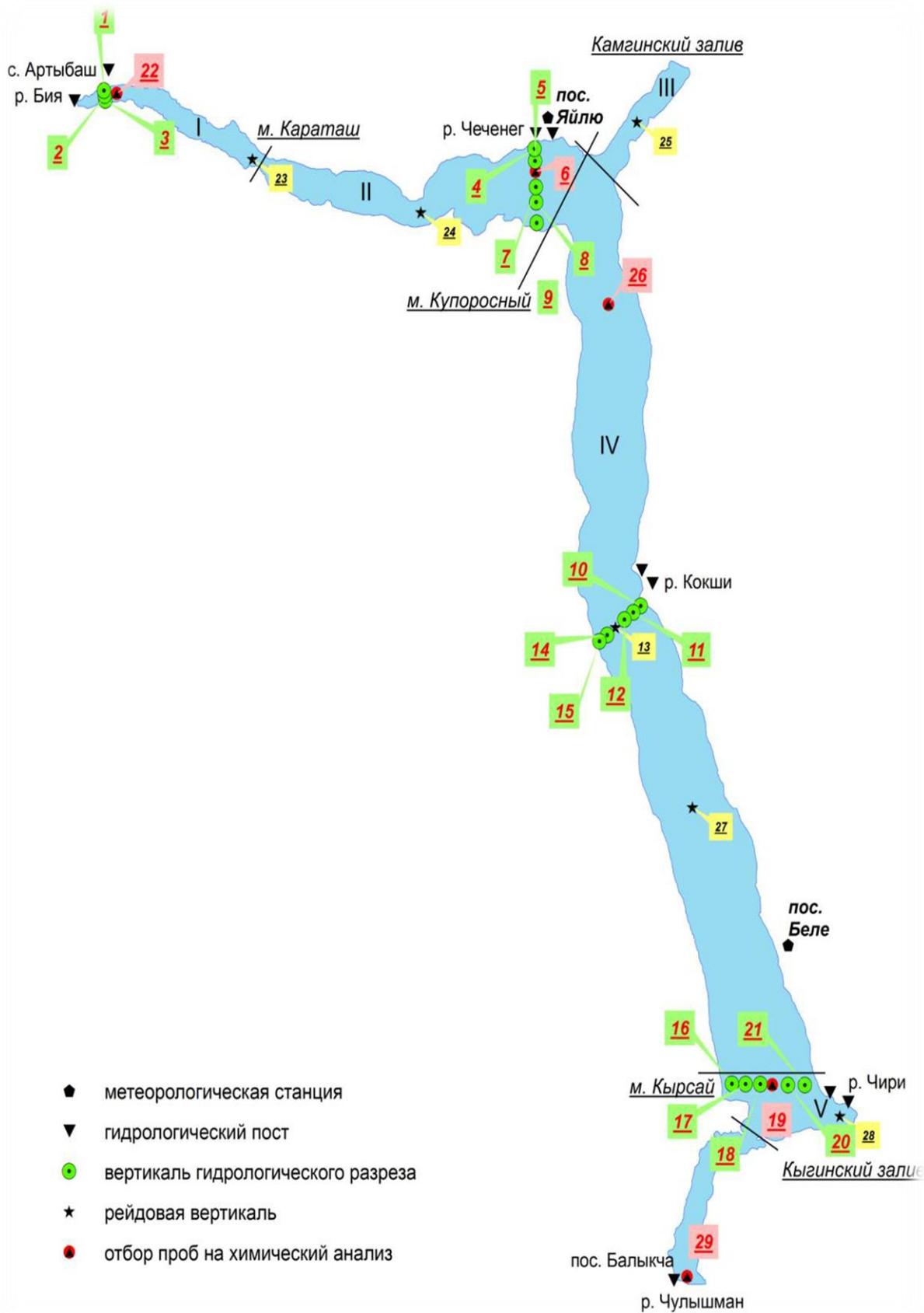


Рис.4.1 Схема гидрологических постов Телецкого озера

#### 4.1 Методика расчета водного баланса Телецкого озера

В общем виде уравнение водного баланса для Телецкого озера можно представить так:

$$\sum \Pi_p - \sum P = \sum A \pm H,$$

Где  $\sum \Pi_p$  - сумма приходных составляющих водного баланса,  $\sum P$  - сумма расходных составляющих водного баланса,  $\sum A$  - аккумуляция в чаше озера,  $H$  - невязка водного баланса.

Сумма приходных составляющих водного баланса определяется уравнением:

$$\sum \Pi_p = \Pi_{\text{ч}} + \Pi_{\text{б}} + \Pi_{\text{п}} + O + O_{\text{к}} + C + L^1,$$

Где  $\Pi_{\text{ч}}$  - приток по основной р. Чулышман;  $\Pi_{\text{б}}$  - боковая приточность с остальной части бассейна озера;  $\Pi_{\text{п}}$  - подземный приток;  $O$  - осадки на зеркало озера;  $O_{\text{к}}$  - осадки за счет конденсации в период мая - июля;  $C$  - снег, поступающий на акваторию озера при сходе лавин;  $L^1$  - объем воды, поступающей от таяния обледеневших берегов и наледей на конусах выноса притоков озера.

Сумма расходных составляющих водного баланса определяется уравнением:

$$\sum P = P_{\text{б}} + И + P_{\text{п}} + Л;$$

Где  $P_{\text{б}}$  - расход воды через реку Бия.  $И$  - испарение с акватории озера;  $P_{\text{п}}$  - расход подземного стока в истоке реки Бии;  $Л$  - потери воды во льду, осевшем на берегах, на образование наплесков и берегового обледенения.

Сумма аккумуляционных составляющих определяется уравнением:

$$\sum A = A_{\text{н}} + A_{\text{п}};$$

Где  $A_{\text{н}}$  - приращение объема воды в озере за расчетный период;  $A_{\text{п}}$  - подземная аккумуляция в грунтах, слагающих берега, и в конусах выноса рек.

Уравнение водного баланса для Телецкого озера имеет следующий вид:

$$\Pi_{\text{ч}} + \Pi_{\text{б}} + \Pi_{\text{п}} + O_{\text{к}} + C + L^1 - (P_{\text{б}} + И + P_{\text{п}} + Л) = \pm(A_{\text{н}} + A_{\text{п}} + H).$$

Анализ показывает, что за счет исключения отдельных составляющих это

уравнение может быть упрощено. Для этого ниже оцениваются значения следующих составляющих.

Осадки за счет конденсации ( $O_k$ ) имеют место на озере в период первой-второй декады мая - первой-второй декады июля. Образуются как следствие поступления теплых влажных масс из долины р. Бии и конденсации их над холодной в этот период года поверхностью озера. В балансе они учитываются как испарение, с обратным знаком.

Снег ( $S$ ) поступает в виде лавин (в основном лотковых) на акваторию озера, что является одной из специфических особенностей Телецкого озера. Снежные лавины — явление на озере обычное. Среднее число лавин за год около 80. Вдоль западного и северного побережья объем отдельных лавин обычно не превышает  $300 \text{ м}^3$  при среднем значении  $40\text{-}60 \text{ м}^3$ . По данным Алтайского государственного заповедника, средний объем одной лавины вдоль южного и восточного побережья составляет около  $70 \text{ м}^3$ . Лавины, которые сходят с г. Таулок, обычно не доходят до поверхности озера на  $50\text{-}300 \text{ м}$ , и таяние их длится до июня. Эти лавины более значительного объема: наблюдались в 1970 г. -  $1000 \text{ м}^3$ , в 1971 г. -  $350000 \text{ м}^3$ , в 1973 г. -  $3300 \text{ м}^3$ , в 1975 г. -  $130000 \text{ м}^3$  в 1976 г. -  $300000 \text{ м}^3$ . Средний объем их за период наблюдений составляет  $130000 \text{ м}^3$ . Средний объем воды, поступающей в озеро в марте—июне (основная масса лавин тает в апреле), составляет  $135000 \text{ м}^3$ , или в среднем за каждый месяц  $35000 \text{ м}^3$ . Для месячного водного баланса эта величина заметна, в годовом ходе ею можно пренебречь.

Объем воды поступающий ( $L^1$ ) и расходуемый ( $L$ ) на образование наплесков, брызгового обледенения и наледей в устьях рек, в годовом балансе взаимно компенсируют друг друга. Потери воды на подобное ледообразование возможны с ноября по февраль, а поступление воды в озеро – в течение апреля. При высоте наплесков  $3 \text{ м}$ , толщина  $0,4 \text{ м}$  и длине береговой линии, на которой наблюдается обледенение, около  $100 \text{ км}$  (исключая широтную часть озера и заливы) объем воды, уходящий из озера и поступающий в него при таянии, составляет  $120\,000 \text{ м}^3$ . Объем наледей в устьях рек несколько выше. На трех

притоках озера (реки Чеченек, Кокши, Большие Чили), где учитывается сток, гидроствор расположен в 300 м от уреза воды озера. Объем льда ниже гидроствора и в ледяном конусе выноса для среднего года составляет около 3000 м<sup>3</sup>. При 70 притоках озера суммарный объем близок к 200 000 м<sup>3</sup>. Таким образом, средние месячные потери воды на прибрежное ледообразование за период с ноября по февраль составляют 80 000 м<sup>3</sup>, а поступление воды от таяния льда в апреле составляет 320 000 м<sup>3</sup>. Расчеты прихода и расхода воды за счет наледных явлений и берегового оледенения, так же как и за счет снежных лавин, являются приближенными, но, тем не менее, они дают представление о порядке величин.

Подземный приток ( $P_n$ ) – один из самых слабоизученных компонентов водного баланса. В бассейне и на берегах озера до настоящего времени никаких гидрогеологических наблюдений не производилось. Состав пород, слагающих склоны долины озера, позволяет утверждать, что в общем объеме притока подземная составляющая незначительна. Визуальные наблюдения за выходом подземных вод в зимний период дали возможность зафиксировать их вдоль северного побережья широтной части озера, сложенной в отдельных районах известняками, а также вдоль террас Яйлю и Иогач. В меридиональной части озера наблюдаются выходы подземных вод по трещинам скальных пород. Они хорошо заметны по наледям на почти отвесных скалах.

Подземный сток ( $P_n$ ) в истоке р. Бии незначителен, так как ложе реки сложено скальными породами. Если подземный сток и существует, то он учитывается на гидростворе, расположенном в 1,7 км ниже истока.

Пока не представляется возможным определить и подземную аккумуляцию воды в грунтах ( $A_n$ ). Прибрежная зона озера в основном представляет собой крутые или отвесные берега, сложенные скальными породами. Подземная аккумуляция происходит в незначительных по площади устьевых участках рек Чулышман, Кыга, Челюш, Камга, Колдор, Самыш, Ойер, а также вдоль Белинской, Яйлинской и Иогачской террас, на отдельных участках северного берега широтной части озера, сложенной известняками. В

годовом водном балансе, по-видимому, эта величина существенного значения не имеет.

Исходя из вышеизложенного, расчетное уравнение водного баланса для Телецкого озера, можно представить в следующем виде:

$$P_{\text{ч}} + P_{\text{б}} + O - (P_{\text{о}} + И) = \pm(A_{\text{н}} + Н).$$

## 4.2 Поверхностный приток в Телецкое озеро

Поверхностный приток, как указывалось выше, образуется из притока по основной р. Чулышман ( $P_{\text{ч}}$ ) и боковой приточности ( $P_{\text{б}}$ ).

Площадь бассейна, формирующего основной приток р. Чулышман, 16600 км<sup>2</sup>, что составляет 84,3% всей площади бассейна озера (20 400 км<sup>2</sup> по истоку р. Бии).

Коэффициент вариации  $C_v$ , рассчитанный за указанный ряд наблюдений, равен 0,24, что указывает на относительно малую изменчивость годового стока и вполне удовлетворительную точность расчета нормы стока (средняя квадратичная ошибка 3,6%). Коэффициент асимметрии  $C_s$  равен 0,76, что близко к  $3C_v$ .

Сток с приустьевой части бассейна в 174 км<sup>2</sup> не охвачен инструментальными замерами и определен по среднему модулю стока близлежащих рек Чири и Большие Чили, период наблюдений на которых был приведен к длинному ряду по р. Чулышман.

Площадь водосбора, с которого поступает боковой приток, составляет 2970 км<sup>2</sup>, или 14,6% всей площади.

Для горных районов наиболее четко выражена связь стока со средней высотой водосбора. Эта связь принята для определения притока в озеро. Количественно и качественно такую связь определяют: распределение осадков и снежного покрова по высоте, испарение с бассейна, распространение гольцов, залесенность, уклоны бассейна и рек, заболоченность, озерность, распределение по высоте почв и растительного покрова и т. п.

Причем главный фактор — осадки и снежный покров, увеличиваясь, достигают максимальных значений на определенной высоте и затем уменьшаются. Это позволило принять методику подсчета стока по связи модуля стока со средней высотой водосбора.

Период наблюдений на этих постах был приведен к многолетнему по р. Чулышман — пос. Балыкча двумя способами [17]: по графику связи модулей стока реки с коротким рядом наблюдений с модулями стока реки-аналога и методом отношений. Результаты по обоим способам практически не различаются.

Чтобы получить возможность подсчета поверхностного притока в Телецкое озеро, было выполнено районирование всего бассейна и через среднюю высоту районов определен суммарный приток. Районирование Телецкого озера производилось с учетом данных по рекам-аналогам и общности физико-географических факторов: степени увлажнения, направления главных хребтов, средней высоты, заболоченности, распространения гольцов и т. п.

Весь водосбор озера разбит на шесть районов с учётом относительного однообразия физико-географических факторов стока (степени увлажнения, экспозиции склонов, залесённости, загольцованности и т.д.).

Основной приток в озеро (четвёртый район) принят по данным учёта стока на гидростворе р.Чулышман-пос.Балыкча (площадь водосбора 16600 кв.км). Сток реки Чулышман ниже пос.Балыкча до устья не определён в связи с отсутствием данных по их учету.

Боковая приточность и склоновый сток (площадь водосбора 2900 кв.км), измеренный с 33% территории, принят по данным учёта стока на гидростворах, рассчитанный с 67% территории, определён по распределению модуля стока реки-аналога на район без учёта средней высоты водосбора. Для первого района за аналог принята р.Чеченек, для второго – р.Кокши, для третьего – р.Чири, для шестого – модуль стока принят по аналогу первого района. Модули стока для пятого района рассчитаны как среднее между модулями третьего и шестого районов.

Поступление воды за счёт атмосферных осадков определено по данным осадкомерных наблюдений на станции и постах, расположенных на правом берегу озера, с учётом коэффициента увеличения осадков на противоположном берегу.

Объём воды за счёт таяния ледяных наплесков, незначительного количества осевшего льда на берегах, конусов выноса на устьях притоков озера, поступления воды за счёт таяния снежных лавин не определялся в связи с отсутствием данных по их учёту.

Поверхностный сток из озера определен по гидроствору в истоке р.Бии.

Район 1 расположен на крайнем севере бассейна озера, вытянут узкой полосой вдоль северного побережья широтной части озера с востока на запад на 50 км. Район граничит по хребту Торот с бассейном р. Лебедь. Гольцов практически нет. Главными реками являются Камга и Ойер, занимающие более половины площади района. Хребты направлены с запада на восток. Наблюдения за стоком ведутся на р. Чеченек, расположенной в центральной части района.

Район 2 занимает северную половину восточного побережья меридиональной части озера. Общее направление хребтов — с юго-запада на северо-восток. Водораздел проходит по Абаканскому хребту. Это наиболее увлажненный район бассейна озера, так как с севера и северо-запада практически нет препятствий для проникновения воздушных масс, несущих осадки. Все реки района берут начало с гольцов, чаще всего из горных (каровых) озер. Площадь главной реки — Кокши — составляет 82% площади района.

Район 3 занимает южную часть восточного побережья меридиональной части. Главные реки района — Кыга (68% площади района) и р. Челюш с р. Басконом (17% площади). Увлажнение района резко снижается за счет закрытости с севера и запада хребтами от проникновения воздушных масс, приносящих осадки. Вдоль восточного побережья озера развит фёновый эффект. Площадь гольцов составляет 40%. На востоке район граничит с Абаканским хребтом, на юге — с реками Кайрой и Чульчей (бассейн р.

Чулышман). Река-аналог Чири расположена в центре района.

Районы 4 и 4а бассейна р. Чулышман, наиболее слабо увлажненные районы. Гольцы занимают половину площади бассейна. Граница леса поднята до 2000—2200 м. Значительна площадь озер и болот. Сток измеряется инструментально. Район IVа выделен для определения стока с приустьевой части бассейна р. Чулышман, не охваченной измерениями стока.

Район 5 охватывает все западное побережье меридиональной части озера. Граничит с бассейнами р. Чулышман на юге и р. Пыжа на западе. Характерной особенностью района является выпадение орографических осадков вдоль побережья озера и повышенный зимний сток (самые высокие значения зимних модулей стока). Основные реки района — Большие Чили, Малые Чили, Иштара, Куркуре, Чедор. Площадь гольцов составляет 21% площади района бассейна. Четко выражено понижение бассейна с юга на север и с запада на восток.

Район 6 охватывает южное побережье широтной части озера. Главные реки — Колдор и Самыш (58% всей площади). Общее понижение района с юго-запада на северо-восток. Река-аналог отсутствует. Гольцы составляют лишь 7% всей площади. Вдоль побережья озера наблюдается выпадение максимального количества жидких осадков.

Река Иогач выделена в отдельный район, так как сток с нее поступает между истоком р. Бии и гидроствором. По средней высоте водосборов указанных районов определен объем боковой приточности.

Максимальное количество твердых осадков выпадает на высоте 1300—1600 м, жидких — на высоте 1600—1900 м. Доля снегового питания в бассейне Телецкого озера составляет 55—60%, дождевого—15—25%. Таким образом, средний годовой максимальный модуль стока приходится на высоту 1500—1700 м. Недостаточное развитие сети постов не позволяет осреднить их в зоне максимальных модулей или, наоборот, подразделить на серию кривых для более точного расчета боковой приточности.

Боковая приточность, во всех случаях дает несколько завышенные

результаты. Невязка годового баланса 3— 4% в основном определяется точностью расчета боковой приточности. Для районов, где отсутствуют реки-аналоги с измеренным стоком, модуль стока определен как среднее арифметическое из модулей соседних рек-аналогов.

При расчете водного баланса объем боковой приточности принят по второму способу, что позволило уменьшить невязку баланса.

Расчет боковой приточности для маловодного 1974 г. и многоводного 1969 г. произведен по среднему арифметическому значению модулей стока для всей площади районов, так как сток измерялся в 1969 г. только на двух реках (в I и III районах), а в 1974 г. на трех реках (в I, II, III районах).

### **4.3 Осадки на зеркало озера**

Распределение осадков по акватории озера, показывает, что для водно-балансовых расчетов можно выделить четыре района со сравнительно одинаковыми условиями выпадения осадков: с. Артыбаш — пос. Яйлю вместе с Камгинским заливом (характеризуют 0,26 всей площади озера); пос. Яйлю — крд Кокши (0,28); крд Кокши — м. Кырсай (0,33) и м. Кырсай — Кыгинский залив (0,13 площади озера). Количество выпавших осадков на зеркало озера определялось как средневзвешенное по имеющимся пунктам наблюдений с учетом площади каждого района.

Измеренные осадки по станциям Яйлю, Беля и Кыгинский залив имеют длинный ряд наблюдений. Методом отношений по постам Артыбаш, Кокши, имеющим короткий ряд наблюдений, осадки были приведены к длинному ряду с учетом поправки на смачивание.

Все пункты наблюдений за осадками расположены вдоль северного берега широтной части озера и вдоль восточного берега меридиональной части. За последние годы на противоположных берегах озера были организованы наблюдения по суммарным осадкомерам. Это позволило найти коэффициенты перехода от измеренных осадков на постах Артыбаш, Яйлю, Кокши, Беля,

Кыгинский залив, расположенных вдоль северного и восточного побережья, к осадкам, выпадающим вдоль южного и западного берега. На неравномерность выпадения осадков вдоль берегов влияет выпадение орографических осадков, эффект фёнового размыва, разное положение берегов относительно направления движения основных воздушных масс, несущих осадки.

Коэффициенты перехода составили для с. Артыбаш, пос. Яйлю, крд. Кокши и Кыгинского залива соответственно 1,05; 1,30; 1,14; 1,22; 1,00.

#### 4.4 Испарение с зеркала озера

В годовом водном балансе Телецкое озеро испарение обычно не превышает 2%, что ниже точности расчета водного баланса для горных водоемов. Однако в месячном разрезе оно достигает значительной величины (до 10 – 30% в ноябре – январе).

В основу расчета испарения были положены две формулы [14]. Для периода года, когда температура воздуха выше или равна температуре воды (апрель – октябрь), применялась формула;

$$E = 0.14n (e_0 - e_{200}) (1 + 0.72u_{200}),$$

Где  $n$  – число дней месяца;  $e_0$  – максимальная упругость водяного пара, вычисленная по температуре поверхности воды;  $e_{200}$  – абсолютная влажность воздуха на высоте 2 м;  $u_{200}$  – среднее значение скорости ветра над водоемом на высоте 2 м.

Для без ледоставного периода, когда температура воды значительно выше температуры воздуха, расчет испарения производится по формуле;

$$E = 0.104n (e_0 - e_{200}) (k_0 + u_{200}),$$

Где все параметры те же, что и в предыдущей формуле, кроме  $k_0$  – коэффициента, зависящего от разности температуры воды и воздуха.

Расчёт скорости ветра ( $I_{200}$ ), влажности ( $e_{200}$ ) и температуры воздуха ( $t_{200}$ ) проводился по СФМ Яйлю. Для перехода от скорости ветра на суше к скорости ветра над водоемом принимается коэффициент, полученный при

параллельных наблюдениях за скоростью ветра по АРИВ и на метеоплощадке СФМ Яйлю значение коэффициента 1.7 [10].

Данные по температуре поверхности воды приведены как средние декадные и средние месячные значения температуры воды в поверхностном слое, толщиной 0.1-0.5 м, вычисленные для акватории в целом, а также для отдельных его участков, различающихся по условиям термических показателей, либо морфометрически обособленных. Температура поверхностного слоя вычислена за период открытого водоема на основе ежедневных наблюдений у берега на озерных постах.

#### 4.5 Температура воздуха

Температура воздуха определена по данным метеостанции Яйлю. Для перехода от температуры воздуха над сушей к температуре воздуха над озером принята формула;

$$t_{200}=t^1_{200}+(t^0-t^1_{200})M,$$

где  $t^1_{200}$  – температура воздуха над сушей;  $t^0$  – температура поверхности воды;  $M$  – коэффициент трансформации воздушных масс, зависящий от длины разгона над озером.

Расчет длины разгона для Телецкого озера имеет свои особенности. Ветры всех направлений, попадая в котловину озера с высокими берегами, приобретают два противоположных направления: восточное и западное – в широтной части озера и северное и южное – в меридиональной. Поэтому длина разгона воздушной массы принята равной половине длины котловины озера, что составляет 40 км. Условие  $t_0 < t^1_{200}$  принималось для апреля и августа – октября,  $t_0 \approx t^1_{200}$  – при перепаде на  $4^{\circ}\text{C}$  и более для мая – июля,  $t_0 > t^1_{200}$  – при перепаде на  $10^{\circ}\text{C}$  и более для ноября – февраля. Коэффициент  $k^0$  зависящий от разности температуры поверхности воды и воздуха на высоте 2 м [14].

#### 4.6 Влажность воздуха

Влажность воздуха определялась как среднее арифметическое по СФМ Яйлю. Трансформация влажности при переходе с суши на озеро определялась по формуле;

$$e_{200}=e^1_{200}+(0.8e_0- e^1_{200})M,$$

где  $e^1_{200}$  – влажность воздуха над сушей;  $e_{200}$  – влажность над акваторией воздуха;  $e_0$  – максимальная упругость водяного пара, определенная по температуре поверхности воды;  $M$  – коэффициент трансформации воздушных масс. Испарение за февраль – март не рассчитывалось, так как в этот период на озере или наблюдается полный ледостав, или льдом покрыта большая часть озера.

Сток из озера через р. Бию определен по непосредственным замерам на гидростворе, расположенном в 1.7 км ниже истока. Приточность с площади бассейна между истоками и гидроствором (бассейн реки Иогач) из измеренного стока вычиталась.

#### 4.7 Аккумуляция в чаше озера за счет приращения уровня.

Приращение уровня ( $\Delta h$ ) за многолетний период, подсчитанное на 01.01.1976 г. по постам Кыгинский залив и Яйлю составило 3 и 1 см (среднее из суммы годовых приращений всего периода наблюдений). Средневзвешенное  $\Delta h$  за период с 1932 – 1975 г. составило 2 см. Положительный знак приращения указывает на увеличение водности за последние годы.

Невязка водного баланса колеблется в пределах 1.3 – 2.5%. Приток по основной реке Чулышман колеблется от 62 до 71% всего притока в озеро. Боковая приточность с 15.7% площади водосбора озера составляет около 30% общего притока в озеро, что указывает на значительную увлажненность части бассейна, непосредственно примыкающей к озеру по сравнению с бассейном реки Чулышман. Осадки на акваторию озера не превышают 3% общего

притока. Расходная часть баланса на 98 – 99% состоит из стока через реку Бия. Испарение составляет 1 – 2%.

Многолетнего регулирования стока озера практически не происходит.

## 5 Уровенный режим Телецкого озера

Колебания уровня воды Телецкого озера вызываются двумя основными причинами: изменением составляющих водного баланса, в результате чего меняется объем водной массы, и денивеляциями водной поверхности, связанными с динамикой водной массы (волны, сгоны-нагоны, сейши и т. д.).

### 5.1 Периодические колебания уровня воды

Колебания уровня воды, связанные с изменением объема водной массы, имеют периодический характер и отражают ход элементов водного баланса. Для Телецкого озера такие изменения уровня в основном обусловлены притоком и стоком. Другие составляющие водного баланса существенного влияния на уровень озера не оказывают. Поэтому уровенный режим Телецкого озера близок к уровенному режиму рек. Этому способствует и руслообразная форма котловины озера, отвесные берега и то, что 70 - 75% притока сосредоточено поступает в южной части озерной котловины, а весь сток осуществляется в противоположной северо-западной части. На амплитуду колебания уровня озера существенное влияние оказывает отношение площади зеркала к площади водосбора, которое для Телецкого озера равно 1 : 90. Максимальная амплитуда колебания уровня за год составляет 608 см. Для оз. Байкал, площадь акватории которого всего лишь в 17 раз меньше площади водосбора, максимальная амплитуда колебания уровня равна 82 см.

Максимальный уровень за год, как правило, относится к весеннему половодью и наступает в мае—июне (средняя дата наступления 07.06), но в редко повторяемые годы может наблюдаться в июле (1960 г.) или даже в августе (1967 г.) за счет интенсивных дождевых паводков.

Четко выраженное весеннее половодье наблюдается в мае - начале июня. Наступление же максимального уровня во второй половине июня и позже

обычно вызывается наложением дождевого паводка на снеговой.

После особенно многоснежных зим при совпадении времени прохождения теплых фронтов с периодами максимального снеготаяния и интенсивного выпадения жидких осадков на реках и озере наблюдаются необычно высокие уровни весеннего половодья, которые относятся к особо опасным гидрологическим явлениям.

В 55 % случаев весеннее половодье имеет четко выраженный один пик. В остальных случаях обычно наблюдаются два пика, реже – три. Наличие последних объясняется или наступлением временного похолодания в горах, вызывающего временное прекращение таяния снега, или в результате наложения дождевых паводков на спад снегового.

Подъем уровня весеннего половодья начинается во второй-третьей декаде апреля. Средняя интенсивность подъема 8 см/сут. Интенсивность спада уровня всегда меньше интенсивности подъема. Это объясняется как зарегулированностью стока котловиной озера, так и тем, что спад уровня замедлен из-за совпадения с периодом максимального выпадения осадков (июли— август).

Начиная с середины сентября и до марта продолжается ровный спад уровня, средняя интенсивность которого менее 1 см/сут. В ноябре—январе на интенсивность спада уровня значительное влияние уже оказывает испарение с водной поверхности озера, достигающее 10—30% стока из озера через р. Бию.

Анализ изменения уровня, произведенный по четырем постам, сравнительно равномерно расположенным по длине озера, показал, что перекосы уровня обычно не превышают 2 – 6 см, в отдельные дни, 8 – 12 см.

Эти перекосы в основном объясняют сейшевыми колебаниями, сгонами-нагонами и тем, что более 70 % объема притока в озеро поступает в его южную часть, а весь сток осуществляется в противоположной части озера. В средних месячных и средних годовых значениях уровня эта разница исчезает, так как уклоны от сейш и, сгонов - нагонов имеют противоположные по знаку значения. Поэтому осредненные данные по одному посту могут

характеризовать уровенный режим всего озера, за исключением поста Артыбаш, где близость его к истоку реки Бии вызывает постоянный уклон, хотя и незначительный по абсолютной величине (1 – 3) см.

## 5.2 Непериодические колебания уровня воды

На фоне периодических колебаний уровня наблюдаются и неперіодические, определяемые ветровым воздействием, изменением атмосферного давления и другими причинами.

На южной оконечности озера (пост Кыгинский залив) также значительно влияние только тех низовок, которые приводят к нагону и по продолжительности примерно равны сгонам северо-западной части озера. Но амплитуда колебаний в этом районе меньше за счет большей ширины озера. Сгон в Кыгинском заливе возможен только при верховках, которые на этом участке озера зарождаются и поэтому не приводят к изменению уровня. Учитывая эпизодичность наблюдений, нельзя исключить наличие нагонов в с. Артыбаш и сгонов в Кыгинском заливе, но амплитуда их должна быть незначительной.

В центральной части озера (пос. Яйлю) наблюдаются как сгоны, так и нагоны. Первые возникают в результате низовок, вторые .в. результате верховок. Продолжительность сгонов-нагонов уменьшается, величина их увеличивается. Морфология котловины озера в этом районе позволяет предположить, что волна сгонов-нагонов на этом участке имеет транзитный характер, распространяясь в широтную часть при верховках и в меридиональную часть при низовках. По-видимому, нагоны от низовок должны четко прослеживаться в Камгинском заливе: Уменьшение продолжительности сгонов по сравнению с нагонами объясняется характером ветров (низовки, как правило, имеют меньшую продолжительность во времени, чем верховки).

Сейши на Телецком озере распространены широко. Они наблюдаются как на спаде, так и на подъеме весеннего половодья и дождевых паводков и не зависят от наличия или отсутствия полного или частичного ледостава на озере.

Основными причинами, вызывающими сейши на Телецком озере, следует считать ветровую деятельность, атмосферное давление, неравномерность поступления стока и осадков на акваторию озера и т. д.

Средняя амплитуда колебаний уровня воды при сейшах во всех случаях не превышает 3,1 см, максимальная — 8,8 см. Прослеживается четкая закономерность увеличения амплитуды от южного конца озера к северо-западному. По-видимому, в первую очередь это объясняется уменьшением ширины озера в этом направлении от 5,2 до 0,8 км.

Средний период сейш на постах Кыгинский залив и пос. Яйлю составляет 40—45 мин. Некоторое увеличение периода сейш на посту Артыбаш объясняется наличием мелководного 10-километрового участка озера (с. Артыбаш — м. Караташ), на котором движение сейш замедляется. Продолжительность периодов с сейшевыми колебаниями в среднем от 2 до 8 сут (с высотой 1—3 см, периодом 40—45 мин). Практически поверхность Телецкого озера без сейш не бывает, хотя высота их часто достигает всего лишь 2—5 мм.

Сложность анализа сейшевых колебаний на Теленком озере усугубляется еще и интерференцией сейш, причинами которой могут быть наложение на основные продольные сейши поперечных сейш и колебания, возникающие при сходе снежных лавин на лед, а также в результате обвалов, оползней и камнепадов в озеро с крутых склонов долины.

Сгонно-нагонные и сейшевые колебания уровня воды вызывают компенсационные течения, способствуют конвективному перемешиванию вод озера, изменению температуры воды и содержания кислорода по глубине. В зимний период они являются причиной образования постоянных трещин во льду.

## **6 Оценка влияния изменения климата на водный баланс и уровенный режим Телецкого озера**

В настоящее время наблюдается изменение климата, в частности его потепление. По данным Всемирной Метеорологической Организации (ВМО), температура воздуха Земного шара в целом повысилась на  $0.6 - 0.7$  °С, в тоже время это повышение неравномерно распределено по территории Земного шара, в том числе и России. Наибольшее значение повышения температур наблюдается в больших городах и, как правило, в южных регионах. Одной из задач нашей работы было выявление влияния изменения климата на уровенный режим Телецкого озера. Для этого была использована информация об уровне воды, температуре воздуха, осадкам Телецкого озера, за периоды, 1950 – 1970, 1997 – 2016 гг.

На основе этих данных были построены хронологические графики изменения этих величин, за указанные года.

К сожалению, получить информацию за весь период 1970 – 2016 гг. не представилось возможным. При анализе графиков наблюдается незначительное увеличение уровня воды за весь прерывистый период (1950 – 1970, 1997 – 2016 гг.). В тоже время такой ход уровня воды, как это видно на графике 3, сопровождается увеличением осадков и уменьшением температуры воздуха. Последнее приводит к уменьшению величины испарения, что также способствует повышению уровня воды.

Однозначно установить причины такого изменения этих элементов (уровень воды, температура воздуха и др.), не представилось возможным. По видимому, необходим более глубокий анализ имеющийся информации как по гидрологическим, так и по метеорологическим постам, расположенным в бассейне Телецкого озера.

График 1

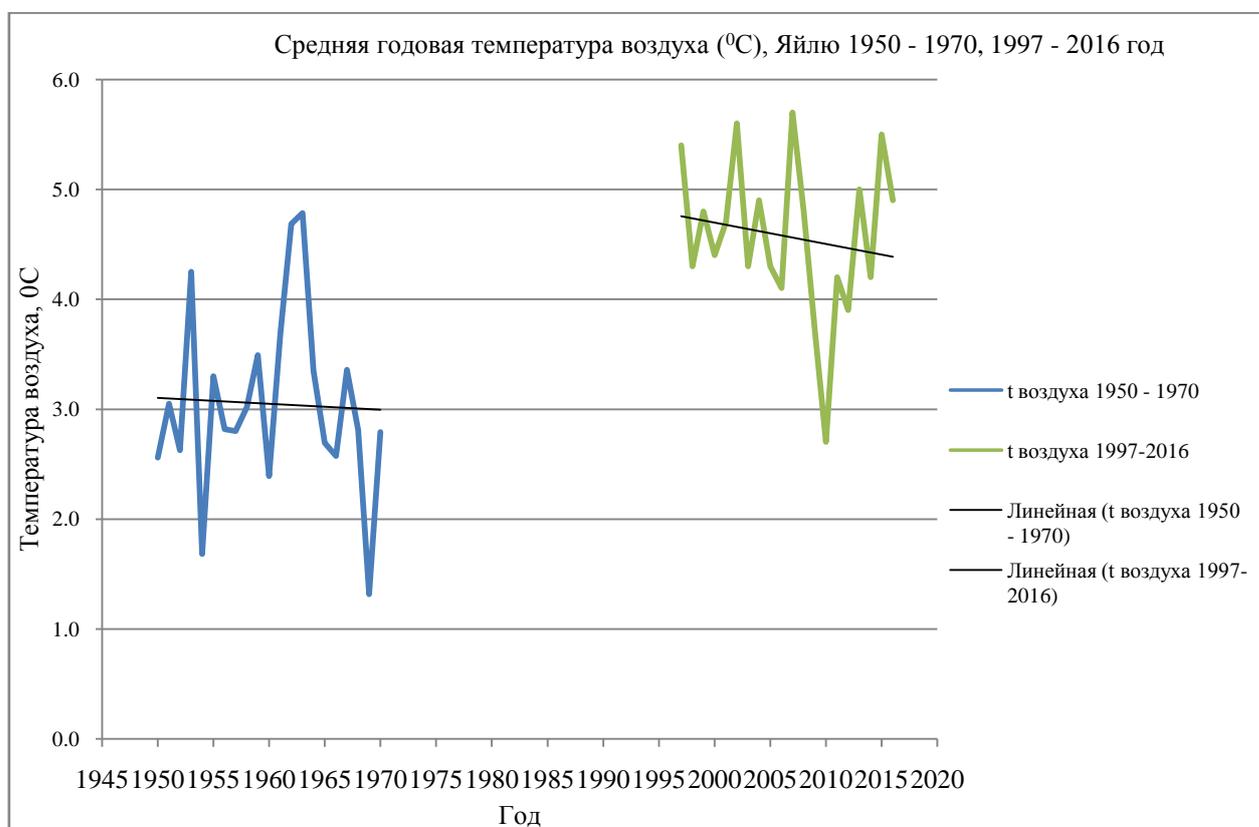


График 2

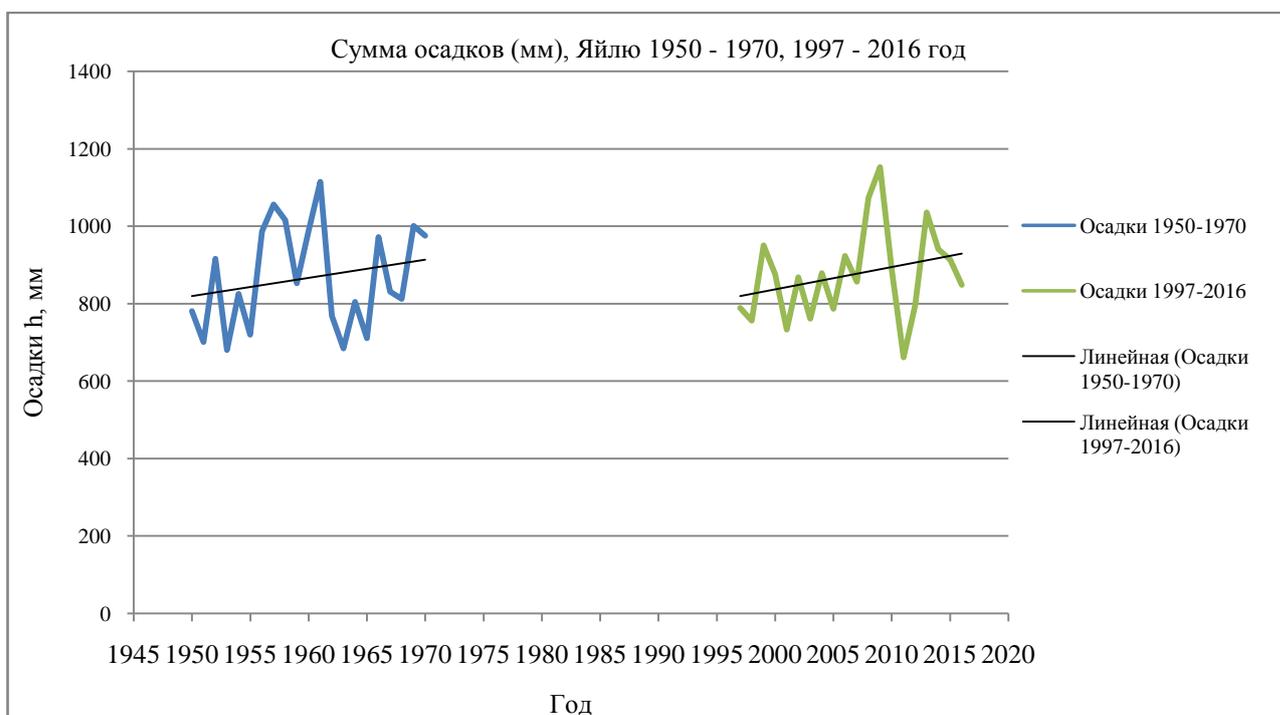
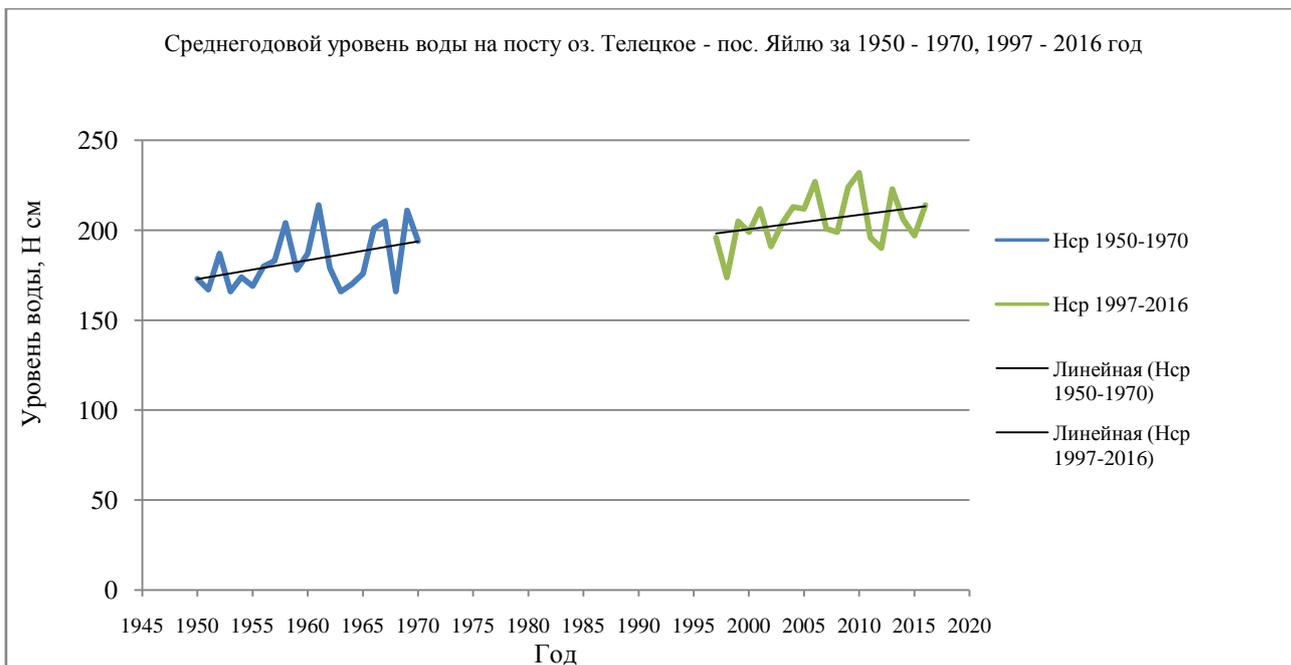


График 3



## **Заключение**

Проведенный анализ и расчеты позволяют сделать следующие выводы и предложения:

1. Проведенные водно-балансовые расчеты для Телецкого озера в целом дают вполне приемлемые результаты, в частности погрешность расчетов водного баланса меньше 20%.
2. Из-за отсутствия информации не представляется возможным выполнить расчеты водного баланса отдельно для каждой из двух составляющих озера (широтной и меридиональной).
3. Целесообразно продолжить расчеты в этом направлении, при использовании большого объема натурной информации.
4. Установлено, повышение уровня и осадков Телецкого озера, начиная с 1950 – 2016 гг. и одновременно уменьшение температуры воздуха. Предположим, одной из причин является изменение климата на Земном шаре.

## Литература

1. Розен М. Ф. Вершина р. Оби и Телецкое озеро на первых чертежных картах Сибири – в кн.: Страны и народы Востока, 1976, с.234 – 241, 255 – 298.
2. Алекин О. А. К изучению зимнего гидрологического режима Телецкого озера. В кн.: Исследование озер СССР. Вып.9. Л., Гидрометеиздат, 1937, с. 106 – 132.
3. Лепнева С. Г. К истории исследования Телецкого озера. В кн.: Исследования озер СССР. Вып. 3. Л., Изд. ГГИ, 1933, с. 3 – 32.
4. Николаев Н. Г. Предварительные данные о климате долины Телецкого озера В кн.: Исследование озер СССР. Изд. ГГИ, 1934, с. 5 – 53.
5. Калецкая М. С. Развитие рельефа Северо-Восточного Алтая – в кн.: Проблемы геоморфологии. М. – Л., Изд. АН СССР, 1948, с. 71 – 81.
6. Живаго А. В. Опыт применения шлихового метода при морфологическом анализе долины р. Бия – в кн.: Проблемы геоморфологии. М. – Л., Изд. АН СССР, 1948, с. 82 – 110.
7. Кузинова А. В. Растительный покров Алтая. Новосибирск, Изд. СО АН СССР, 1960, с. 265 – 272.
8. Алтае-Саянская горная область. В кн.: История рельефа Сибири и Дальнего Востока. М., «Наука», 1969, с. 54 – 120.
9. Физико-географические условия северо-восточного Алтая и задачи изучения его природы – «Труды АГЗ», 1961, вып. 3, с. 3 – 33. Л. П. Брысова, Р. К. Кожевникова, И. А. Короткова, В. В. Криницкий.
10. Богословский Б. Б. Озероведение. Изд. МГУ, 1960, с. 235.
11. Ладейщиков Н. П. О структуре и динамике климата крупных озер и водохранилищ (на примере Байкала). В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерах и водохранилищах. Кн. 1. Лиственничное-на-Байкале, 1973, с.27 – 29.

12. Пиварелис П. П. Уровень Телецкого озера в связи с балансом стока. В кн.: Исследование озер СССР. Вып. 7, Л., Изд. ГГИ, 1934, с. 59 – 83.
13. Клибашев К. П., Горошков И. Ф. Гидрологические расчеты. Л., Гидрометеиздат, 1970, с. 123 – 173.
14. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов. Л., Гидрометеиздат, 1969, 84 с.
15. Селегей В. В., Селегей Т.С. Телецкое озеро. В кн.: Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Л., Гидрометеиздат, 1978г.

## Приложение А

Уровень воды на озерных постах Телецкого озера за 2016 г.

Таблица А.1

Телецкое озеро – пост с. Артыбаш      Отметка нуля поста 431.85 м (БС)

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	142	126	123	129	235	401	365	269	239	221	192	166
2	143	126	123	127	235	422	361	270	237	222	192	165
3	143	126	125	129	233	438	358	276	235	222	192	164
4	142	126	123	131	234	445	352	279	234	221	194	164
5	141	128	124	132	233	445	346	279	233	221	193	164
6	142	126	123	134	234	449	339	279	231	221	193	161
7	141	124	123	136	232	455	334	276	229	221	193	160
8	139	124	124	136	231	461	328	277	226	218	189	160
9	137	122	125	139	233	462	323	277	226	218	189	160
10	137	124	126	140	239	460	320	278	225	216	188	160
11	138	125	125	143	243	458	317	280	223	215	188	159
12	137	126	123	147	243	457	314	280	221	216	185	160
13	137	126	125	147	244	454	311	278	219	215	187	159
14	134	124	125	151	243	447	308	276	217	215	186	159
15	131	124	124	153	242	443	304	273	215	216	185	157
16	133	124	125	155	245	446	301	272	216	216	181	158
17	133	122	125	155	258	445	300	268	216	215	178	156
18	132	122	124	154	272	440	297	265	217	214	177	155
19	130	123	124	155	279	446	296	263	215	211	175	154
20	131	122	125	159	282	445	293	260	215	211	174	153
21	132	122	124	162	280	434	290	257	215	210	173	154
22	132	123	123	167	279	422	286	256	215	208	170	153
23	130	125	123	173	276	410	282	255	216	206	170	153
24	130	123	123	182	274	399	280	255	217	204	168	152
25	131	123	125	192	275	393	279	254	219	203	167	152
26	130	123	123	211	280	393	277	251	221	200	167	153
27	128	124	125	222	292	390	276	250	221	200	166	153
28	128	123	126	229	310	383	275	248	220	198	168	153
29	127	124	125	231	329	378	273	245	222	197	166	153
30	127		125	236	351	373	271	243	222	197	166	150
31	129		127		380		271	241		193		150
Средн.	134	124	124	162	265	430	307	265	223	212	180	157
Высш.	143	128	128	237	388	463	365	280	239	222	194	166
Низш	126	121	122	126	230	372	270	240	214	192	165	150

Приложение А

Таблица А.2

Телецкое озеро - пос. Яйлю

Отметка нуля поста 431.85 м (БС)

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	141	125	122	126	235	402	365	270	239	220	191	163
2	141	124	121	127	235	423	360	270	237	220	190	163
3	140	124	122	128	234	439	356	275	236	221	191	163
4	140	124	122	131	234	446	351	279	233	221	193	162
5	139	124	122	132	233	446	344	279	232	221	192	162
6	138	123	122	133	231	449	338	278	230	220	191	162
7	138	123	123	134	230	455	333	277	228	220	189	161
8	137	123	123	135	230	462	328	275	226	218	188	161
9	136	123	123	138	235	463	324	276	224	217	187	160
10	135	123	122	140	239	461	321	278	223	216	187	159
11	134	123	122	142	241	459	317	279	222	215	186	159
12	134	122	122	145	243	458	313	280	220	214	186	158
13	133	122	122	148	242	454	311	278	219	214	185	157
14	133	122	122	151	241	449	306	276	216	215	183	157
15	132	122	121	151	241	444	303	273	216	216	182	156
16	131	122	122	152	245	448	300	270	215	215	181	155
17	131	121	122	152	258	446	298	268	215	214	180	155
18	131	121	122	152	270	440	297	265	215	213	177	155
19	131	121	122	153	278	447	294	262	214	212	176	154
20	130	121	122	155	280	445	291	260	213	211	174	154
21	130	122	122	159	280	434	288	258	212	209	173	154
22	129	122	122	165	278	422	285	256	214	207	170	153
23	128	122	122	172	275	409	282	254	215	206	168	153
24	128	122	123	180	274	397	280	253	216	204	167	152
25	128	122	122	191	274	393	278	253	218	202	166	152
26	127	122	123	210	280	393	276	251	220	199	165	152
27	127	122	124	222	292	389	275	249	220	198	165	151
28	126	123	124	228	310	383	274	247	220	197	165	150
29	126	122	125	232	329	377	272	245	220	196	164	149
30	126		125	234	352	370	271	242	220	195	164	149
31	125		126		377		271	239		193		148
Средн.	132	122	123	161	264	430	307	265	222	211	179	156
Выш.	141	125	126	234	383	463	366	280	239	221	193	163
Низш.	125	121	121	126	229	368	270	239	212	192	163	148

Приложение А

Таблица А.3

Телецкое озеро – крд Кокши

Отметка нуля поста 431.85 м (БС)

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	141	125	120	127	235	400	366	268	239	219	191	166
2	141	125	120	128	235	420	360	271	238	218	191	165
3	140	125	121	129	234	438	356	275	237	220	190	164
4	139	125	121	130	233	446	351	278	235	222	190	163
5	138	124	121	132	232	447	345	278	233	222	189	163
6	137	124	121	133	231	449	338	277	230	222	189	162
7	136	124	121	134	233	456	331	276	228	221	188	161
8	135	124	121	136	235	462	326	275	227	220	187	160
9	133	124	121	138	237	463	323	275	225	218	187	159
10	132	123	121	141	240	461	321	278	223	217	187	158
11	131	123	121	143	241	459	317	277	221	216	187	157
12	131	123	121	146	242	457	314	277	220	216	186	156
13	131	123	121	149	242	456	310	277	219	215	186	155
14	131	123	121	152	241	451	306	274	218	217	185	155
15	131	123	121	152	242	446	304	272	217	218	184	155
16	130	123	121	152	248	446	301	270	216	217	183	154
17	130	122	121	153	256	447	299	268	215	216	180	154
18	130	122	122	154	269	448	297	265	216	215	178	154
19	130	122	122	154	276	448	294	262	215	213	176	153
20	129	122	122	156	280	446	290	259	215	211	174	153
21	129	122	122	160	279	438	286	257	214	209	173	152
22	128	122	122	165	277	424	284	255	215	207	172	152
23	128	122	122	173	275	413	280	254	217	205	171	152
24	128	121	123	182	273	400	277	253	219	204	170	152
25	127	121	123	194	274	392	274	251	220	203	170	152
26	127	121	123	211	280	387	272	249	220	201	169	152
27	127	121	124	224	291	385	270	247	221	199	169	151
28	127	121	124	229	307	383	269	245	221	197	168	151
29	127	120	125	233	331	378	268	243	221	195	168	151
30	126		125	234	353	373	269	241	220	193	167	151
31	126		126		377		269	239		192		150
Средн.	131	123	122	161	264	431	305	264	223	212	180	156
Выш.	141	125	126	234	384	463	368	278	239	222	191	166
Низш.	126	120	120	126	231	371	268	238	214	192	167	150

Приложение А

Таблица А.4

Телецкое озеро – Кыгинский залив Отметка нуля поста 431.85 м (БС)

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	143	125	122	128	235	402	364	267	242	220	199	166
2	144	125	123	129	235	422	360	269	239	222	199	166
3	143	124	123	132	237	439	357	275	237	222	198	165
4	141	124	124	134	234	445	352	277	234	222	197	165
5	140	124	127	134	232	446	347	277	232	221	195	164
6	138	124	126	134	231	450	341	277	229	219	194	163
7	138	124	124	135	230	457	335	277	227	217	192	163
8	136	124	123	138	231	463	329	275	226	218	190	161
9	136	124	123	140	234	464	325	275	224	216	188	160
10	136	124	124	142	238	463	322	279	223	214	192	160
11	134	124	124	144	238	461	319	279	221	214	187	158
12	133	124	123	147	240	460	317	279	220	214	189	158
13	133	123	123	150	240	457	315	277	218	215	187	158
14	133	122	123	152	238	451	311	275	215	219	185	157
15	134	122	124	153	238	447	306	274	215	217	184	157
16	132	122	124	154	242	450	303	272	213	216	182	156
17	132	122	124	154	254	448	299	269	212	216	180	157
18	130	122	124	155	266	442	297	266	213	215	179	156
19	132	121	124	154	274	448	295	263	214	213	176	154
20	131	121	124	156	276	446	291	261	214	212	175	154
21	129	121	124	159	274	436	288	262	214	210	171	153
22	128	121	125	166	272	425	284	261	216	207	171	154
23	127	121	125	171	270	413	280	259	219	205	170	154
24	128	121	125	181	269	401	278	257	222	203	170	154
25	128	122	124	192	269	395	276	254	223	202	166	153
26	127	122	126	210	273	395	273	252	223	201	166	153
27	126	122	126	222	285	392	272	249	222	200	167	152
28	126	122	126	229	308	387	271	245	223	200	166	152
29	126	122	126	231	328	380	270	244	222	200	166	152
30	125		128	235	350	372	269	243	220	199	166	151
31	125		128		376		267	243		199		151
Средн.	133	123	124	162	262	432	307	266	222	212	182	157
Высш.	144	125	128	235	390	466	368	281	242	223	199	167
Низш.	125	121	122	128	230	366	266	242	211	199	165	151

## Приложение Б

Уровень воды на речных постах Телецкого озера за 2016 г.

Таблица Б.1

Река Бия – с. Артыбаш

Отметка нуля поста 426.92м БС

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	306	288	284	296	398	599	565	436	402	385	358	330
2	304	286	284	297	400	620	549	443	400	384	359	330
3	305	287	284	303	400	635	539	451	399	385	358	329
4	306	287	284	309	400	639	537	449	397	386	360	329
5	306	288	284	307	399	640	534	448	396	385	358	328
6	304	287	284	307	398	642	528	446	394	384	360	328
7	304	286	284	308	397	648	521	444	391	383	358	327
8	303	286	284	312	397	655	514	445	390	383	355	327
9	302	287	285	315	399	654	508	448	388	381	355	325
10	300	287	284	317	404	652	501	452	387	381	355	323
11	302	285	284	323	408	650	496	450	386	379	353	322
12	300	285	284	328	408	650	492	449	384	380	351	322
13	300	285	285	332	408	647	488	447	382	382	351	323
14	297	285	285	332	409	642	486	442	380	387	350	323
15	295	285	283	333	409	639	482	439	378	385	348	322
16	295	285	284	334	414	641	476	436	378	382	346	318
17	295	285	284	334	425	639	473	433	379	380	345	319
18	294	284	284	332	443	634	471	429	379	380	342	319
19	294	285	283	330	452	637	470	426	378	380	341	318
20	294	283	283	333	451	638	465	424	377	375	339	318
21	295	284	284	338	451	630	460	421	377	374	337	317
22	295	284	284	343	447	618	456	419	378	372	335	317
23	294	284	285	349	444	608	452	416	379	370	335	318
24	294	284	287	356	443	596	450	417	380	368	335	317
25	293	284	288	368	444	590	448	415	382	367	335	316
26	293	284	289	392	453	589	443	412	383	366	333	317
27	291	285	289	395	477	582	441	412	383	365	333	318
28	290	283	291	398	487	576	441	411	383	363	332	317
29	289	283	292	399	516	574	441	409	384	361	330	315
30	289		294	404	544	568	440	406	384	361	330	315
31	290		295		576		438	403		359		315
Средн.	297	285	286	337	436	624	484	432	385	377	346	321
Выш.	306	288	295	405	583	655	569	452	403	387	360	330
Низш.	288	283	283	295	397	568	437	402	377	358	330	314

## Приложение Б

Таблица Б.2

Река Чеченек – с. Яйлю

Отметка нуля поста 440.00 м БС

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	30	27	26	44	66	49	38	40	42	35	36	32
2	29	27	25	45	60	44	39	52	41	37	39	32
3	29	27	25	50	58	41	39	53	40	52	40	32
4	29	27	25	54	55	39	38	44	39	49	39	32
5	29	27	25	54	51	38	38	42	37	42	39	32
6	29	27	25	56	51	38	38	41	36	40	38	32
7	29	27	24	55	50	42	36	41	35	40	38	32
8	28	27	24	57	53	43	35	47	34	41	38	32
9	28	27	24	61	59	41	35	52	34	38	38	32
10	28	27	24	58	54	43	34	54	33	37	37	32
11	28	27	24	57	52	43	36	50	32	38	37	32
12	30	27	24	77	58	43	34	48	32	43	37	32
13	28	27	24	83	55	41	33	46	32	44	37	32
14	28	26	24	74	53	39	33	48	32	52	37	32
15	28	26	24	60	51	56	33	46	32	49	37	32
16	30	25	25	59	56	47	47	44	32	47	37	32
17	28	25	25	61	65	44	44	41	32	45	36	32
18	28	25	26	62	60	43	39	40	32	44	36	32
19	28	25	26	67	62	41	40	39	32	43	36	32
20	27	25	26	76	60	41	37	38	32	42	33	32
21	29	25	27	81	54	41	37	50	32	41	33	32
22	30	25	27	72	52	41	35	42	45	39	33	31
23	34	25	29	80	50	40	34	39	41	38	33	31
24	33	25	30	72	49	39	37	37	37	37	33	31
25	32	25	33	85	46	48	36	36	34	37	33	31
26	32	26	40	87	44	43	34	35	33	37	33	30
27	28	26	41	78	43	40	47	35	33	37	33	30
28	28	26	42	71	43	42	43	35	33	36	33	30
29	27	26	42	71	43	42	39	35	33	36	33	29
30	27		42	70	45	39	41	35	33	36	32	29
31	27		42		42		40	41		36		29
Средн.	29	26	29	66	53	42	38	43	35	41	36	31
Выш.	34	27	42	94	67	61	49	63	46	55	40	32
Низш.	27	25	24	43	42	37	33	35	32	35	32	29

Приложение Б

Таблица Б.3

Река Кокши – кордон Кокши

Отметка нуля поста 437.74 м БС77

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	121	138	102	114	169	258	163	149	154	137	127	119
2	131	140	102	118	171	229	167	197	146	139	129	119
3	140	138	102	121	172	220	163	181	142	147	136	119
4	134	135	101	128	163	227	163	165	139	147	144	118
5	131	134	100	125	163	237	157	156	137	143	145	118
6	125	133	100	126	181	251	155	152	135	140	141	118
7	121	132	99	130	180	240	153	173	133	140	138	118
8	114	130	99	138	192	230	151	180	131	139	136	117
9	113	126	99	140	225	222	149	212	129	137	136	116
10	112	121	100	142	183	241	147	208	127	136	138	116
11	111	117	100	144	168	226	146	184	126	135	138	115
12	111	115	100	144	170	214	145	178	125	136	137	115
13	112	113	100	145	167	209	142	177	124	142	136	115
14	113	112	101	142	173	214	140	174	124	168	135	115
15	114	112	101	136	201	223	138	169	135	149	133	115
16	115	111	101	138	239	206	147	165	128	144	135	114
17	116	111	101	141	244	192	151	158	125	142	147	113
18	117	111	100	145	198	203	148	154	124	140	157	113
19	118	110	100	150	181	192	148	152	122	139	157	112
20	118	109	101	171	172	198	148	151	122	140	157	111
21	118	108	101	188	172	187	145	160	121	131	154	110
22	119	107	101	204	177	183	142	153	151	132	150	110
23	120	106	103	227	188	176	139	151	170	130	131	110
24	123	105	105	225	205	173	142	146	155	128	127	110
25	126	105	107	259	231	183	147	143	148	127	123	110
26	128	104	108	259	236	175	142	140	143	127	121	110
27	128	104	108	207	248	169	149	139	139	126	121	110
28	128	103	109	190	245	176	146	140	137	125	120	109
29	129	102	113	182	246	181	142	138	135	124	120	108
30	132		118	173	278	168	160	139	138	123	119	108
31	136		119		254		157	138		124		108
Средн	122	117	106	162	200	207	149	162	136	137	136	114
Высш	141	140	120	296	302	271	174	238	193	172	157	119
Низш.	111	102	99	113	156	166	137	136	121	123	119	108

Приложение Б

Таблица Б.4

Река Чири – Кыгинский залив Отметка нуля поста 464.93 м БС

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	172	169	170	172	188	218	193	182	184	179	175	175
2	172	169	170	174	188	215	192	186	183	179	176	175
3	171	169	169	173	186	214	190	185	182	179	176	175
4	171	169	169	175	185	212	190	186	182	179	177	174
5	171	169	169	174	185	213	187	188	181	179	177	174
6	171	169	169	175	187	218	185	187	181	179	176	174
7	171	170	169	176	189	222	185	187	181	179	176	174
8	171	170	169	176	188	220	185	193	181	179	176	174
9	171	170	169	178	193	216	185	192	181	178	175	174
10	171	170	169	175	186	213	185	198	181	177	175	173
11	171	170	169	173	185	215	184	189	181	177	175	173
12	171	169	169	175	184	215	183	191	180	178	175	173
13	171	169	169	180	186	212	183	189	180	178	175	173
14	171	169	169	176	190	211	183	188	181	181	175	173
15	171	169	169	174	193	212	182	188	180	177	175	173
16	170	169	169	175	201	214	185	186	180	177	175	173
17	170	169	169	177	204	214	184	186	180	177	175	174
18	170	169	169	179	194	211	183	185	180	177	175	174
19	170	169	169	185	190	211	185	184	179	177	175	173
20	170	169	169	190	188	208	183	184	179	177	175	173
21	170	169	169	198	190	204	182	184	179	176	174	173
22	170	169	170	201	191	203	182	184	181	176	174	173
23	170	169	170	200	192	198	182	184	181	176	174	173
24	170	169	171	197	196	198	185	184	180	174	175	172
25	170	169	172	198	201	197	183	184	180	175	175	172
26	170	169	171	204	207	195	182	183	179	175	175	172
27	170	170	171	201	210	194	183	184	179	175	175	172
28	170	170	172	193	212	194	183	184	179	175	175	172
29	169	170	173	189	215	195	182	184	179	175	175	172
30	169		172	186	220	193	184	184	179	175	175	172
31	169		171		219		182	184		175		172
Средн.	170	169	170	183	195	209	185	186	180	177	175	173
Выш.	172	170	174	206	225	223	193	198	184	182	177	175
Низш.	169	169	169	171	183	193	181	181	179	174	174	172

Приложение Б

Таблица Б.5

Река Чулышман – п. Балыкча Отметка нуля поста 435.29 м БС

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	359	353	320	321	404	638	518	453	416	419	367	434
2	354	354	318	320	400	655	514	457	417	418	369	427
3	347	357	316	322	403	650	520	461	415	415	374	425
4	348	357	315	326	397	623	515	460	413	413	378	423
5	357	356	314	327	387	610	503	459	411	410	377	422
6	359	360	314	326	389	622	491	455	407	408	371	421
7	356	362	314	327	395	643	485	455	404	405	368	424
8	349	365	313	327	406	637	490	458	401	402	365	427
9	346	369	313	329	419	626	491	461	404	401	365	413
10	349	366	313	331	437	618	487	462	403	399	373	411
11	348	361	313	328	423	617	490	456	401	397	373	410
12	342	358	313	327	415	627	490	453	400	397	367	409
13	337	356	312	325	409	607	488	449	398	399	364	407
14	335	356	312	328	403	594	483	443	396	399	366	404
15	339	356	311	326	409	606	469	440	401	399	364	400
16	342	355	311	323	434	639	466	437	412	398	357	402
17	346	356	312	323	490	603	458	433	414	394	374	404
18	346	356	314	326	500	599	458	429	410	392	427	406
19	345	355	314	329	474	635	461	423	407	389	425	406
20	343	357	313	335	444	592	458	411	405	387	423	407
21	344	353	313	347	441	564	460	413	406	383	423	405
22	348	346	313	361	429	550	462	414	406	380	423	406
23	352	342	314	376	426	537	460	415	421	378	422	406
24	352	344	315	391	432	533	457	412	428	376	422	406
25	350	354	315	408	449	567	456	411	427	372	427	405
26	349	355	315	425	479	572	454	409	425	369	431	402
27	349	346	317	434	533	556	455	407	424	369	433	400
28	351	330	319	415	554	543	453	401	421	371	436	401
29	352	322	319	418	571	538	453	398	420	370	434	400
30	354		321	414	598	525	454	395	419	372	435	398
31	353		322		632		454	393		374		396
Средн	348	354	315	351	451	598	476	433	411	392	394	410
Высш	360	369	323	443	641	667	522	464	428	419	436	435
Низш	334	320	310	320	386	522	452	393	396	368	357	395

## Приложение В

Таблицы водного баланса рассчитанные за 2016 г.

Таблица В.1

Расходы воды по рекам бассейна Телецкого озера

Река - пункт	Среднемесячные расходы воды, $Q \text{ м}^3/\text{с} \cdot 10^6$											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
р.Чулышман- пос.Балыкча	32.3	23.3	23.8	67.9	316	1020	368	220	154	114	95.1	60.2
р.Чеченек- пос.Яйлю	0.085	0.084	0.14	1.53	0.87	0.40	0.26	0.45	0.22	0.35	0.23	0.14
р.Кокши- крд Кокши	1.24	0.99	1.39	26.6	51.8	55.9	12.6	19.8	8.45	8.63	4.55	1.37
р.Бия- с.Артыбаш	43.0	29.4	28.6	107	374	1330	545	351	210	187	114	69.1
р.Чири-Кыгин- ский залив	0.049	0.043	0.053	0.54	1.35	2.83	0.60	0.70	0.47	0.35	0.19	0.13

Приложение В

Таблица В.2

Приход измеренный по боковым притокам  $Q_{м^3/с} \cdot 10^6$

Река - пункт	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
р.Чири-Кыгин-ский залив	0.13	0.11	0.14	1.40	3.62	7.34	1.61	1.87	1.22	0.94	0.49	0.35
р.Кокши-крд Кокши	3.32	2.48	3.72	68.9	139	145	33.7	53.0	21.9	23.1	11.8	3.67
р.Чеченек-пос.Яйлю	0.23	0.21	0.37	3.97	2.33	1.04	0.70	1.21	0.57	0.94	0.60	0.37
Сумма	3.68	2.80	4.23	74.3	145	153	36.0	56.1	23.7	25.0	12.9	4.39

Приложение В

Таблица В.3

Модуль стока, принятый для подсчета объема стока по принятым районам ( л/с км<sup>2</sup> )

Река-пункт	F, кв.км	Нср., м	Месяцы											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
р.Чулышман пос.Балыкча	16600	2040	1.94	1.40	1.43	4.09	19.0	61.4	22.2	13.3	9.28	6.87	5.73	3.63
р.Чири-Кы- гинский з-в	37.0	1630	1.32	1.16	1.43	14.6	36.5	76.5	16.2	18.9	12.7	9.46	5.14	3.51
р.Кокши- крд Кокши	472	1540	2.63	2.10	2.94	56.4	110	118	26.7	41.9	17.9	18.3	9.64	2.90
р.Чеченек- пос.Яйлю	14.8	830	5.74	5.68	9.46	103	58.8	27.0	17.6	30.4	14.9	23.6	15.5	9.46
р.Бия- с.Артыбаш	20100	1930	2.14	1.46	1.42	5.32	18.6	66.2	27.1	17.5	10.4	9.30	5.67	3.44

Приложение В

Таблица В.4

Объем стока для выделенных районов Телецкого озера м<sup>3</sup>/с

Район	F, кв.км	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I (Чеченек)	413	6.35	5.88	10.5	110	65.0	28.9	19.5	33.6	16.0	26.1	16.6	10.5
II (Кокши)	555	3.91	2.92	4.37	81.1	164	170	39.7	62.3	25.8	27.2	13.9	4.31
III (Чири)	750	2.65	2.18	2.87	28.4	73.3	149	32.5	38.0	24.7	19.0	9.99	7.05
$\frac{III+V}{2}$ IVa=	174	1.13	1.00	1.60	16.6	19.6	29.0	7.74	10.2	6.00	6.06	3.48	2.33
$\frac{III+VI}{2}$ V=	702	6.64	6.02	10.2	107	89.7	94.3	31.8	46.4	25.1	31.0	18.7	12.2
VI (по I району)	550	8.46	7.83	13.9	147	86.6	38.5	25.9	44.8	21.2	34.8	22.1	13.9
Сумма		29.14	25.83	43.44	490.1	498.2	509.7	157.14	235.3	118.8	144.16	84.77	50.29
VII (р.Июгач)	170	2.61	2.42	4.31	45.4	26.8	11.9	8.01	13.8	6.57	10.7	6.83	4.31

Приложение В

Таблица В.5

Приход рассчитанный (боковая приточность), м<sup>3</sup>/с\*10<sup>6</sup>

Наименование прихода воды	Ежемесячный приход воды											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Объем стока для выделенных районов	29.1	25.8	43.4	490	498	510	157	235	119	144	84.8	50.3
Приход воды, измерен- ный по боков.притокам	3.68	2.80	4.23	74.3	145	153	36.0	56.1	23.7	25.0	12.9	4.39
Приход воды рассчитанный	25.4	23.0	39.2	416	353	357	121	179	95.3	119	71.9	45.9

Приложение В

Таблица В.6

Сток через реку Бию, м<sup>3</sup>/с\*10<sup>6</sup>

Река	Ф, кв.км	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
р.Бия	20100	115	73.5	76.4	277	1000	3450	1460	942	542	501	295	185
р.Июгач	170	2.61	2.42	4.31	45.4	26.8	11.9	8.01	13.8	6.57	10.7	6.83	4.31
Итого		118	75.9	80.7	322	1030	3460	1470	956	549	512	302	189

Таблица 3.7

Приток по основной реке Чулышман, м<sup>3</sup>/с\*10<sup>6</sup>

р.Чулышман	Ф, кв.км	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	16600	86.3	58.2	63.6	176	845	2640	987	591	399	305	247	161

Приложение В

Таблица В.8

Расчет испарения с акватории Телецкого озера по формуле ГГИ (январь - март; октябрь - декабрь)

$$E = 0.104п ( e_0 - e_{200} ) ( K_0 + I_{200} )$$

Месяцы	$K_0$	$I_{200}$	$K_0 + I_{200}$	$e_0$	$e_{200}$	$e_0 - e_{200}$	п	$0.104п$	E, мм	F, кв.км	W, $м^3 * 10^6$
Январь	2.7	5.1	7.8	6.9	3.1	3.8	31	3.2	94.8	213.4	20.2
Февраль	2.2	3.7	5.9	6.8	3.8	3.0	29	3.0	53.1	184.7	9.81
Март	1.4	3.4	4.8	7.1	4.8	2.3	31	3.2	35.3	213.4	7.53
Октябрь	2.3	3.1	5.4	10.9	6.6	4.3	31	3.2	74.3	223	16.6
Ноябрь	2.7	3.7	6.4	7.8	4.0	3.8	30	3.1	75.4	213.4	16.1
Декабрь	2.4	4.3	6.7	7.2	3.6	3.6	31	3.2	77.2	213.4	16.5

Приложение В

Таблица В.9

Испарения с акватории Телецкого озера по формуле ГГИ

$$E = 0.14п (e_0 - e_{200}) ( 1 + 0.72 И_{200})$$

Месяцы	п	0.14п	$e_0$	$e_{200}$	$e_0 - e_{200}$	0.14п ( $e_0 - e_{200}$ )	$И_{200}$	$1+0.72И_{200}$	Е, мм	Ф, кв.км	W x 10 <sup>6</sup> куб.м
Апрель	30	4.20	7.6	6.6	1.0	4.2	2.2	2.6	10.9	213.4	2.33
Май	31	4.34	8.4	7.0	1.4	6.1	2.4	2.7	16.5	223	3.68
Июнь	30	4.20	11.0	11.3	-0.3	-1.3	2.2	2.6	3.38	223	-0.75
Июль	31	4.34	19.4	16.4	3.0	13.0	2.4	2.7	35.1	223	7.83
Август	31	4.34	20.1	14.7	5.4	23.4	2.7	2.9	67.9	223	15.1
Сентябрь	30	4.20	16.1	11.8	4.3	18.1	2.9	3.1	56.1	223	12.5

Приложение В

Таблица В.10

Таблица водного баланса Телецкого озера за 2016 г., м<sup>3</sup>\*10<sup>6</sup>

Составляющие баланса	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
оз. Телецкое													Объём на 01.01.2016 40 куб.км
Приход													
Поверхностный приток измеренный на р. Чулышман	86.3	58.2	63.6	176	845	2640	987	591	399	305	247	161	6560
Измеренный на боковых притоках	3.68	2.80	4.23	74.3	145	153	36.0	56.1	23.7	25.0	12.9	4.39	541
Рассчитанный	25.4	23.0	39.2	416	353	357	121	179	95.3	119	71.9	45.9	1850
Осадки	1.27	2.44	3.66	32.0	20.7	20.4	22.1	21.1	7.91	17.6	17.6	6.20	173
Итого	117	86.4	111	698	1360	3170	1170	847	526	467	349	218	9120
Расход													
Поверхностный сток	118	75.9	80.7	322	1030	3460	1470	956	549	512	302	189	9060
Испарение	20.2	9.81	7.53	2.33	3.68	-0.75	7.83	15.1	12.5	16.6	16.1	16.5	127
Итого	138	85.7	88.2	324	1030	3460	1480	971	562	529	318	206	9190
Измеренный объем воды	-35.7	-8.92	13.4	241	361	-69.1	-216	-64.7	-44.6	-64.7	-58.0	-35.7	18.0
Невязка баланса:	14.7	9.6	9.4	133	-31	-221	-94	-59.3	8.6	2.7	89.0	47.7	-88
проценты	9.6	10.1	8.5	19.1	2.2	6.4	6.4	6.1	1.5	0.5	21.9	18.8	1.0

## Приложение Г

Данные среднемесячных и среднегодовых значений температуры воздуха, уровня воды, суммы осадков за  
периоды 1950 – 1970, 1997 – 2016.

Таблица Г.1

Средняя месячная и годовая температура воздуха (°С)  
Яйлю (1950-1970 гг.)

годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
1950	-8,4	-10,4	-3,8	0,1	9,3	14,5	16,8	15,3	10,8	3,0	-8,1	-8,4	2,6
1951	-10,1	-17,1	-5,0	3,8	11,7	14,6	17,8	12,2	11,1	3,4	-3,7	-2,1	3,1
1952	-6,9	-10,0	-4,0	1,1	9,8	14,2	16,5	16,0	11,2	2,4	-11,2	-7,6	2,6
1953	-8,3	-7,7	-1,2	4,4	10,6	15,6	18,6	14,6	12,8	3,6	-6,5	-5,5	4,3
1954	-10,6	-11,7	-5,8	0,7	5,3	13,6	14,2	16,8	11,0	4,4	-4,8	-12,9	1,7
1955	-8,9	-9,9	-5,4	1,8	10,3	15,8	16,5	16,2	8,3	3,5	-0,8	-7,8	3,3
1956	-12,0	-11,5	-5,9	3,6	10,0	11,9	16,8	15,6	9,6	5,4	-2,1	-7,6	2,8
1957	-9,9	-11,4	-5,0	1,0	7,4	15,1	15,0	14,0	11,0	4,2	-3,0	-4,8	2,8
1958	-8,9	-4,6	-5,8	1,6	8,2	10,5	15,7	16,0	9,3	3,4	-2,7	-6,5	3,0
1959	-7,8	-7,3	-2,0	3,6	8,3	14,8	17,0	15,6	12,9	3,5	-6,9	-9,8	3,5
1960	-8,7	-7,7	-7,2	2,2	7,1	13,8	14,8	14,4	9,9	2,2	-5,1	-7,0	2,4
1961	-7,6	-7,5	-1,5	5,9	9,0	12,0	16,7	14,6	10,2	0,3	-2,1	-5,8	3,7
1962	-6,8	-5,5	-0,8	4,4	12,0	15,4	17,5	16,7	11,4	3,8	-4,9	-7,0	4,7
1963	-4,9	-2,8	1,0	-0,7	8,7	14,2	17,0	16,0	8,7	4,2	0,5	-4,5	4,8
1964	-5,1	-13,4	-5,4	0,0	9,3	14,7	17,2	15,7	10,4	1,6	0,4	-5,2	3,4
1965	-7,6	-6,4	-3,0	1,1	8,2	13,7	17,0	15,5	8,2	2,0	-4,4	-12,0	2,7
1966	-9,8	-9,0	-3,9	0,9	7,5	14,2	17,1	16,6	13,8	3,6	-5,3	-14,8	2,6
1967	-10,5	-8,0	-1,8	4,3	11,1	12,6	15,9	12,7	8,6	5,0	-5,1	-4,5	3,4
1968	-9,0	-9,0	-0,8	2,9	10,7	13,9	17,0	15,2	6,7	2,4	-6,0	-10,3	2,8
1969	-19,4	-18,4	-5,9	2,5	7,0	14,6	19,1	13,3	8,1	3,8	-2,1	-6,8	1,3
1970	-8,0	-8,1	-6,8	3,0	8,7	13,7	16,0	15,0	10,1	2,6	-4,3	-8,4	2,8

## Приложение Г

Таблица Г.2

Средняя месячная и годовая температура воздуха (°С)  
Яйлю (1997-2016 гг.)

годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
1997	-5,5	-5,5	2,2	9,1	12,3	14,7	16,7	15,0	10,9	8,2	-5,4	-7,4	5,4
1998	-10,5	-5,4	-3,4	2,9	10,4	14,8	18,4	19,0	10,2	5,1	-4,9	-4,8	4,3
1999	-7,0	-2,3	-9,0	3,2	12,4	13,8	19,1	15,9	10,0	5,5	-1,6	-2,8	4,8
2000	-9,1	-4,9	-0,7	6,7	10,8	15,8	16,6	16,5	10,8	1,6	-5,6	-5,8	4,4
2001	-10,6	-7,6	-0,5	4,1	12,7	16,7	15,9	18,1	10,3	4,8	1,2	-8,8	4,7
2002	-2,8	-1,8	1,4	3,2	11,6	14,6	17,3	17,0	11,5	4,2	0,0	-8,5	5,6
2003	-5,1	-6,4	-3,5	2,3	10,8	15,5	16,3	15,3	11,2	4,2	-4,4	-4,5	4,3
2004	-7,0	-3,6	-3,7	3,7	12,1	15,1	17,1	15,8	10,4	5,7	-0,4	-6,9	4,9
2005	-9,8	-13,7	1,1	4,1	10,0	14,8	19,0	16,9	10,8	6,2	-1,2	-6,6	4,3
2006	-13,2	-6,6	-1,5	1,1	7,9	15,7	17,2	14,3	10,9	4,4	1,5	-2,6	4,1
2007	-3,2	-4,0	-2,8	8,2	10,5	14,3	19,6	15,9	12,1	4,3	-0,5	-5,7	5,7
2008	-11,7	-7,7	1,7	4,4	11,5	15,6	18,1	15,8	9,3	5,7	1,4	-6,3	4,8
2009	-7,3	-9,9	-1,4	6,1	9,9	11,8	16,9	15,1	10,6	4,2	-3,1	-8,7	3,7
2010	-12,9	-14,8	-4,5	2,5	8,0	15,1	16,2	15,4	10,1	5,5	1,1	-8,9	2,7
2011	-12,9	-7,5	-3,0	6,9	9,5	16,4	16,2	15,5	11,0	6,7	-3,2	-4,9	4,2
2012	-10,8	-11,0	-1,1	6,3	9,8	18,0	18,9	16,6	12,0	4,8	-3,0	-13,2	3,9
2013	-6,4	-7,9	1,0	5,7	7,8	13,2	16,8	16,6	9,8	4,6	1,2	-2,6	5,0
2014	-7,9	-11,5	0,7	6,4	8,7	14,4	17,8	16,6	9,6	3,4	-2,7	-5,6	4,2
2015	-5,9	-5,1	-1,5	5,9	10,5	16,3	18,1	16,2	9,3	6,2	-2,9	-1,5	5,5
2016	-7,5	-3,8	0,9	6,3	9,0	15,9	19,2	15,6	13,4	0,6	-6,3	-4,5	4,9

## Приложение Г

Таблица Г.3

Месячное и годовое количество осадков (мм)  
Яйлю (1950-1970 гг.)

годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
1950	1,4	2,6	18,7	86,2	110,4	97,1	97,2	128,4	96,3	62,6	55,7	24,6	781,2
1951	11,6	5,7	37,1	70,0	118,6	108,5	84,7	125,1	36,7	47,6	27,3	27,9	700,8
1952	19,2	2,7	1,6	133,6	51,4	89,7	201,1	163,3	94,4	54,1	58,7	46,1	915,9
1953	14,5	24,2	13,4	46,0	121,6	77,4	84,2	125,2	20,6	80,8	31,5	41,0	680,4
1954	11,8	18,2	23,7	43,1	106,5	122,7	111,0	149,5	117,0	36,2	68,8	16,7	825,2
1955	10,5	12,9	35,5	40,2	90,5	59,1	133,1	86,2	162,0	37,5	20,2	32,3	720
1956	7,6	7,2	5,6	74,9	154,7	195,7	138,7	149,9	159,9	44,3	15,3	32,9	986,7
1957	13,1	30,4	41,8	102,9	74,1	185,9	117,1	181,3	52,7	107,8	110,8	38,1	1056
1958	12,9	31,3	30,6	110,3	81,5	205,4	166,7	144,8	69,1	105,1	39,1	18,9	1015,7
1959	19,5	7,5	15,9	131,1	96,1	126,7	149,7	128,5	37,2	70,5	54,5	15,1	852,3
1960	30,0	44,1	22,5	43,6	44,1	146,3	186,4	209,6	141,1	60,4	23,2	38,1	989,4
1961	31,0	20,2	4,6	57,1	153,1	166,5	152,6	192,8	169,0	52,9	51,2	63,8	1114,8
1962	3,2	5,1	56,8	34,6	125,1	132,5	93,1	85,4	96,8	56,8	49,4	30,2	769
1963	39,8	11,4	12,4	41,2	62,5	117,3	121,8	62,9	47,5	64,9	75,3	27,8	684,8
1964	0,4	2,6	40,9	27,2	65,9	194,1	117,2	159,1	62,8	29,7	23,6	81,2	804,7
1965	20,1	5,0	40,0	32,2	70,3	143,2	130,7	100,9	67,0	22,8	66,4	12,0	710,6
1966	50,8	57,0	47,7	113,8	65,7	154,5	150,3	94,1	65,9	36,5	100,6	35,2	972,1
1967	6,5	11,1	6,8	17,3	71,0	188,0	137,1	243,9	45,4	70,2	22,3	11,9	831,5
1968	6,9	2,3	64,5	38,1	152,4	115,6	86,6	97,8	94,2	32,5	71,1	50,1	812,1
1969	2,9	9,9	24,9	130,5	211,1	99,9	60,2	150,8	158,1	76,8	69,3	6,4	1000,8
1970	14,1	27,8	13,4	139,0	130,6	115,7	114,9	129,1	145,4	101,1	29,6	14,7	975,4

## Приложение Г

Таблица Г.4

Месячное и годовое количество осадков (мм)  
Яйлю (1997-2016 гг.)

годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
1997	13,0	16,1	5,6	37,6	84,2	152,5	110,7	261,9	33,1	31,7	22,2	20,0	788,6
1998	8,4	14,9	18,3	82,7	86,7	113,9	114,5	64,9	68,2	111,6	47,2	24,9	756,2
1999	31,8	7,0	13,0	84,0	65,2	122,9	151,8	117,1	106,0	188,8	38,2	24,4	950,2
2000	16,7	7,4	28,3	84,6	141,7	119,4	143,6	94,3	68,7	75,3	37,5	57,8	875,3
2001	35,1	24,8	55,0	82,3	64,3	77,2	126,9	74,5	128,5	37,4	11,1	16,1	733,2
2002	20,4	11,5	83,6	44,0	50,2	139,5	126,3	153,2	63,8	94,7	60,1	20,5	867,8
2003	14,4	5,0	23,3	41,2	113,6	158,2	105,3	116,9	66,7	49,9	33,8	32,5	760,8
2004	4,0	28,1	51,8	154,5	64,5	107,5	156,3	101,6	124,4	27,3	37,1	21,5	878,6
2005	10,4	6,2	10,9	136,9	71,2	138,8	68,9	84,9	118,2	42,8	80,9	16,5	786,6
2006	17,4	15,7	48,7	172,9	152,8	81,1	82,8	170,0	65,2	80,2	15,2	20,9	922,9
2007	10,1	17,6	32,0	83,6	239,5	82,3	163,6	101,8	42,5	60,1	15,5	8,2	856,8
2008	10,9	14,0	44,4	65,1	109,4	96,7	233,3	165,9	167,4	52,1	46,1	67,7	1073,0
2009	31,6	37,4	28,4	61,7	109,6	164,1	154,5	119,0	127,6	210,9	75,6	31,9	1152,3
2010	25,2	16,1	50,4	41,1	120,3	123,7	203,7	74,4	66,6	34,7	97,4	36,3	889,9
2011	4,5	8,8	30,4	112,1	81,8	113,5	106,9	91,3	46,1	33,1	21,7	11,1	661,3
2012	8,9	1,7	12,9	71,4	90,7	66,4	225,3	121,7	59,4	64,8	47,7	24,7	795,6
2013	16,4	21,4	45,5	57,1	150,5	63,4	201,4	162,1	130,6	87,4	65,5	34,0	1035,3
2014	16,5	9,0	15,9	61,9	235,1	111,5	162,4	109,1	39,1	143,8	25,4	10,6	940,3
2015	11,2	29,2	32,5	96,4	149,2	77,9	137,6	78,6	153,2	75,6	64,7	7,6	913,7
2016	7,3	13,2	21,6	154,4	106,7	118,1	104,3	111,1	37,8	84,0	64,4	25,4	848,3

## Приложение Г

Таблица Г.5

Среднемесячные и среднегодовые уровни воды по посту  
оз. Телецкое - пос. Яйлю (1950 - 1970г)

годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
1950	87	77	73	74	267	361	262	237	218	180	135	105	173
1951	89	76	73	82	292	299	264	229	195	164	134	105	167
1952	92	76	69	76	233	374	356	281	235	191	147	114	187
1953	99	84	78	89	253	350	240	208	193	172	126	99	166
1954	83	70	68	71	107	419	360	251	224	181	145	112	174
1955	90	80	74	77	259	333	231	203	213	204	146	114	169
1956	91	77	69	77	243	369	291	236	253	196	145	114	180
1957	89	75	73	85	185	418	312	251	242	185	155	123	183
1958	101	87	81	93	225	396	410	321	258	196	155	120	204
1959	98	85	78	95	277	352	310	239	202	165	134	104	178
1960	83	75	71	75	167	377	345	272	273	218	165	119	187
1961	111	100	96	141	291	413	332	287	273	223	166	139	214
1962	112	96	90	97	184	329	267	225	197	184	150	113	179
1963	94	88	98	96	180	357	273	201	201	156	139	114	166
1964	92	80	72	74	209	356	295	243	204	173	134	111	170
1965	97	84	77	84	275	297	245	213	244	209	162	130	176
1966	107	96	93	100	228	516	345	276	212	179	143	115	201
1967	96	84	78	89	266	338	337	368	294	219	167	123	205
1968	98	81	75	85	293	299	227	202	201	178	140	117	166
1969	95	85	78	92	305	456	331	277	261	239	179	130	211
1970	102	89	82	94	264	385	308	275	247	207	160	120	194

## Приложение Г

Таблица Г.6

Среднемесячные и среднегодовые уровни воды по посту  
оз. Телецкое - пос. Яйлю (1997 - 2016г)

годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
1997	118	108	103	165	314	265	281	287	254	193	149	115	196
1998	100	90	87	100	229	305	285	223	197	180	159	130	174
1999	111	101	94	104	294	334	307	296	239	241	189	147	205
2000	125	111	105	128	312	362	318	229	217	192	157	134	199
2001	130	138	146	180	342	349	261	244	231	213	174	139	212
2002	123	113	108	118	236	299	253	247	237	213	189	160	191
2003	142	134	129	133	252	324	270	282	239	201	179	158	204
2004	144	134	134	165	345	345	293	253	214	204	172	152	213
2005	136	128	125	153	297	354	280	261	250	219	186	156	212
2006	139	135	132	144	333	397	312	289	277	223	189	158	227
2007	143	135	129	163	288	338	262	252	213	184	160	140	201
2008	127	116	115	134	271	292	249	228	284	232	182	155	199
2009	136	131	128	164	306	358	322	264	247	242	213	171	224
2010	152	141	138	143	277	508	359	296	235	201	173	155	232
2011	139	130	128	177	280	329	270	237	201	175	153	132	196
2012	119	111	106	137	260	272	271	238	245	202	170	146	190
2013	132	127	127	157	279	383	334	302	248	231	197	162	223
2014	142	132	128	158	266	406	299	243	200	188	172	140	206
2015	126	120	118	149	307	340	256	213	201	209	176	150	197
2016	132	122	123	161	264	430	307	265	222	211	179	156	214