



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Гидрологии суши

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему Уровенный режим озёр
Челябинской области в условиях
современного климата и существующей
антропогенной нагрузки.

Исполнитель Багрецов Семен Александрович
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Д.г.н. профессор
(ученая степень, ученое звание)

Мякишева Наталья Вячеславовна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

к.г.н. доцент.

(ученая степень, ученое звание)

Сикан Александр Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«12» июня 2017г.

Санкт-Петербург

2017

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Основные характеристики водотока	7
1.1 Физико-географическая характеристика района исследования	7
1.1.1 Ландшафт	7
1.1.2 Рельеф	8
1.1.3 Геологическое строение	10
1.1.4 Климат	12
1.1.5 Хозяйственная деятельность	22
1.2 Водный режим озёр	28
1.2.1 Гидрологическая характеристика	28
1.2.2 Гидрологическая изученность.....	32
1.2.3 Внутригодовое распределение уровня	33
2. Многолетние колебания уровней воды в озере.....	36
2.1 Квантильный анализ	36
2.2 Выделение трендов фильтром Баттерворта	47
Рисунок 2.13 Периоды многолетней изменчивости	54
3. Внутригодовые колебания уровня.....	56
3.1 Методы теории периодически коррелированных случайных процессов.	56
3.2 Особенности внутригодового хода уровня оз. Аргаяш	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	64
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	65
Приложение А.....	66
Среднемесячные уровни воды	66
Приложение Б.....	72
Среднегодовые уровни воды	72
Месячные суммы осадков	74
Приложение Г	75
Среднемесячные температуры воздуха.....	75
Приложение Д	76

Расчет вероятностных характеристик внутригодовой изменчивости речного стока для каждого месяца года.....	76
Приложение Е.....	78

ВВЕДЕНИЕ

Южный Урал - край озер. На территории Челябинской области их насчитывается около 3170, общая площадь 2125 км². Размеры озер от 1-2 га до 70-80 кв. км. Преобладают малые, величиной менее 0,5 кв. км (примерно 80%). Озер площадью более 0,5 км² – 566, из них 468 имеют площадь от 0,5 до 5,0 км² и только 98 озер - выше км².

Челябинская область – территория России еще не достаточно изученная в гидрологическом отношении. В то же время водные ресурсы этого района используются для потребительских нужд населения быстрорастущих городов, промышленности, сельского хозяйства. На данной территории размещены горнодобывающие, металлургические, лесоперерабатывающие, химические, машиностроительные, энергетические предприятия. Поэтому проблема сохранения водных ресурсов стоит особенно остро.

Озеро-водоем замедленного водообмена, не имеющий прямой связи с океаном, является частью гидрографической сети и участвует в общем круговороте воды. Озеро, как геосистема, являющаяся составной частью ландшафта, вместе со своим водосбором представляет собой сложную единую природную систему, в которой взаимодействуют гидрофизические, гидрохимические, гидробиологические процессы.

Озеро Аргаяш находится в Аргаяшском районе Челябинской области на Зауральской равнине. Живописное озеро, расположенное на территории Ильменского заповедника в границах Миасского городского округа. В этом уголке нет никаких поселений, кроме домика путейца-обходчика в районе станции 2014 километр. По этой причине озеро не испытывает антропогенной нагрузки и имеет естественный режим. Озера Смолино, Тургояк и Увильды имеют вмешательство человеческой деятельности.

Уральский край - один из первых в России по количеству озер с лечебными грязями, их более 100. Одно из них - озеро Смолино в черте

города Челябинска. Природа его происхождения до конца непонятна. Соленое озеро совершенно нетипично расположилось в самом центре материка. Уникально оно также в геологическом и в геодезическом отношении. Смолино было и остается популярнейшим курортом. Уже в начале века сюда приезжали лечиться купцы со всей России.

Озеро Тургояк – это одно из красивейших и чистейших озер Урала, расположенное в горной котловине около города Миасс Челябинской области. Озеро признано памятником природы. В озеро впадает лишь несколько небольших ручьев. Главным образом озеро питается за счет грунтовых вод. Озеро Тургояк славится очень высокой прозрачностью, которая достигает 10-17 метров. Тургоякская вода близка к байкальской. Неспроста Тургояк называют братом Байкала.

Озеро Увильды - одно из самых больших и живописных озер Урала.

Оно находится на территории сразу трех административных районов Челябинской области: Аргаяшского района, Карабашского и Кыштымского городских округов. По поводу происхождения названия озера существует несколько распространенных версий. Одни переводят башкирское слово «уелды» как «провалилось», другие придерживаются версии тюркского происхождения топонима – «ульдым» - «умер», «скончался», третьи трактуют значение слова, как «голубая чаша».

Для обеспечения потребностей в воде, в условиях быстрорастущих городов и интенсивно развивающейся промышленности, необходимо иметь сведения о состоянии водных ресурсов данного района. Поэтому целью настоящей работы является изучение водного режима озер в естественных и техногенно нарушенных условиях.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- а) собрать информацию в различных источниках и подготовить временные ряды уровней воды;
- б) выполнить анализ многолетних колебаний водности озер;

в) провести анализ внутригодовых колебаний уровня озер;
г) обобщить результаты анализа в терминах адекватных вероятностных моделей.

е) оценить изменения уровня в зависимости от метеоусловий;

Для решения поставленных задач в работе использовались данные наблюдений за уровнями воды озер Аргаяш, Смолино, Тургояк, Увильды . Период наблюдений составляет с 1936 по 2010 гг. Данные наблюдений за температурой воздуха и осадками взяты по метеостанциям ближайших пунктов за период с 1936 по 2010 годы.

Исходные данные: среднегодовые, среднемесячные уровни воды; среднегодовые, среднемесячные суммы осадков; среднегодовая и среднемесячная температура воздуха. Данные приведены в приложении.

Уровненный режим рассматривается, как вероятностный полициклический процесс с основными энергонесущими зонами в диапазонах частот, соответствующих многолетними ($T > 1$ года, мы выделяем квазитрёхлетние, квазипятилетние, квазиодиннадцатилетние колебания) и внутригодовыми ($T < 1$ года) колебаниями. Для анализа многолетней изменчивости привлекались ряды среднегодовых уровней, которые рассматривались как стационарные случайные процессы. Также для анализа многолетней изменчивости уровненного режима использовались ежегодные последовательности значений для характерных месяцев года, которые рассматривались как стационарные случайные процессы. Для их анализа привлекался квантильный анализ данных и методы низкочастотной фильтрации Баттерворта. Для установления особенностей внутригодовых колебаний использовались ряды среднемесячных уровней воды, которые интерпретировались как периодически коррелированные случайные процессы. Для обобщения результатов анализа использовались вероятностные модели в терминах, которых оценивалась влияние техногенных сооружений на водный режим реки.

1. Основные характеристики водотока

1.1 Физико-географическая характеристика района исследования

1.1.1 Ландшафт

Восточная, меридиональная часть района исследования находится в пределах Степной области Урала. Границы провинции Урало-Тобольского возвышенного Зауралья. Волнисто-холмистая поверхность. Редкие засоленные озера. К юго-востоку разнотравно-злаковые степи на обыкновенных черноземах переходят в более сухие дерновинно-злаковые степи с южными черноземами и каштановыми почвами, нередко засоленными. Значительные площади степей распаханы.

Западная часть бассейна исследования находится в пределах Русской равнинной страны, входящей в ландшафтную зону европейской степи. Степное Предуралье (часть зоны европейской степи) относится к ландшафтной степной провинции - Общий Сырт. Поверхность возвышенности Общий Сырт изрезана долинами и балками с ассиметричными склонами. Климат континентальный (холодная зима, частые засухи и суховеи, незначительные осадки). По крутым склонам сыртов сохранились кустарниковые каменистые степи, изредка байрачные леса.

Остальная часть бассейна расположена в пределах Уральской равнинно-горной страны, которая включает горную полосу Урала и складчатую возвышенность Зауралья (Зауральский пенеплен).

Озеро Смолино расположено на Зауральской равнине, на стыке уральских и западно-сибирских структур. Граница между ними выражена довольно четко. Она имеет вид возвышенной гряды, проходящей по западному берегу озера. Зауральская равнина представляет собой слегка волнистую поверхность, имеющую многочисленные впадины и ложбины. В одной из таких впадин и образовалось озеро Смолино.

Озеро находится в южной части г. Челябинска в Ленинском районе. Озеро имеет эллипсоидную форму, вытянуто с юго-запада на северо-восток. Сведения о водосборной площади: почво- грунты представлены солонцами луговыми; морскими трепелами, диатомитами. Заселенность бассейна составляет 6%.

Территория города располагается на границе двух геоморфологических областей– западной, сильно пенепленизированной денудационно-эрозионной платформы с выходом кристаллических пород на поверхность в виде невысоких поднятий, плит и обломков восточной аккумулятивно-морской равнины краевой части Западно-Сибирской низменности.

Границей между областями служит тектоническая трещина, именуемая палеозойским уступом и пересекающая город с северо-востока на юго-запад.

Западная область представляет собой холмистую равнину с обширными водораздельными пространствами. Поверхность восточной части озера - это пониженная плоская равнина.

Озеро Тургояк окружает необыкновенно красивый ландшафт, состоящий из высоких Уральских гор, покрытых хвойным лесом. В самой середине озера расположено несколько островов, среди которых остров Святой Веры.

1.1.2 Рельеф

По условиям рельефа район исследования может быть разделен на следующие естественноисторические провинции: горные сооружения Южного Урала, Общий Сырт, Подуральское плато.

Горные сооружения Южного Урала представляют собой часть огромной горно-складчатой области, поднявшейся в мезо-кайнозойское время вдоль

края Восточно-Европейской платформы. Основную орографическую единицу составляет сложно построенный антиклинорий хребта Уралтау, выраженный на всём протяжении Южного Урала как главный и моноклиновый водораздел. Хребет Уралтау не прорезается долинами рек. Высшая точка Уралтау - гора Рязь с отметкой 1067 м. Средние высоты этого хребта 700-900 м.

К юго-западу от хребта Урала располагается Зилаирское плато, с которого стекают правобережные притоки Сакмары - Большой Ик, Касмарка, Урман-Зилаир, Баракал, Зилаир и др. Этот район характеризуется плоскими выровненными водоразделами и глубоко врезынными долинами рек. Абсолютный уровень нагорной равнины Зилаирского плато составляет около 600 м на севере и 500 м на юге. Значительное расчленение рельефа наблюдается лишь в приречных зонах.

Общий Сырт простирается к западу от Зилаирского плато и представляет собой возвышенность, примыкающую к Прикаспийской низменности с севера и служащую водоразделом бассейнов Волги и Урала.

Поверхность Общего Сырта слабоволнистая с невысокими (до 200-360 м) останцами (шиханами). В западной его части абсолютные отметки снижаются до 60-70 м и рельеф приобретает характер почти плоской равнины.

Крайний западный отрог Сырта представлен группой Шиповских гор, наиболее высокие горы - Ичка (251 м абс.) и несколько южнее - Глазистая (196 м над уровнем моря).

Вдоль южных отрогов Сырта простирается обширная предсыртовая равнина (ширина у г. Уральска - 60 км), пересекаемая многочисленными долинами мелких рек, имеющая увалистый характер и лишь на юге крутым уступом обрывающаяся к Прикаспийской низменности. Крайний обрыв над р. Урал известен под названием Меловых (Белых) гор.

Подуральское плато примыкает к Прикаспийской низменности с востока и представляет собой увалисто-холмистую равнину, расчлененную

долинами Урала и его притоков. Водоразделы рек расположены на отметках 400-450 м. Характерный рельеф плато - останцевые (эрозионные) и структурные (соляно-купольные) увалы, имеющие относительные высоты до 50 м, а также небольшие холмы и сопки различной высоты, между которыми часто располагаются массивы барханных и бугористых песков или солончаков. На поверхности этой части плато встречаются также небольшие бессточные впадины (соры), наполняющиеся весной талыми водами. Рельеф Подуральского плато свидетельствует об интенсивных денудационно-эрозионных процессах.

Юго-восточная часть бассейна исследования занимает южную окраину Зауральского пенеplена, представленную денудационной цокольной равниной плиоцен - нижнечетвертичного времени. Средняя высота составляет 300-600 м. Здесь протекают реки Суундук, Жарлы, Кумак, Орь, которые сформировали современные речные долины.

1.1.3 Геологическое строение

В геологическом отношении бассейн исследования обладает разнообразным и сложным строением. На территории выделяются: Уральская складчатая область, Восточно-Европейская платформа, Восточно-Уральский прогиб и Зауральское поднятие на востоке, на юге в границы водохозяйственного округа северная периферия Северо-Каспийской депрессии.

В целом он представляет юго-восточную окраину Восточно-Европейской платформы, сложно сочлененной с более молодой эпигерцинской платформой, образовавшейся на северо-западных окраинах среднеазиатских горных сооружений. Поверхность платформы покрыта отложениями кайнозойского возраста, в долинах рек отмечаются аллювиальные наносы (глины, пески, галечники) четвертичного возраста.

Уральская складчатая область характеризуется большим распространением докембрийских и палеозойских отложений различного генезиса и состава. Широко развиты разнообразные изверженные породы, а также мезозойские, третичные отложения, аллювиальные и озерно-аллювиальные четвертичные осадки.

Тектоника этой территории представлена крупной сложно построенной системой антиклинориев меридионального простирания. На восточном склоне преобладают изверженные комплексы пород, на западном – осадочные докембрийские, кембрийские, ордовикские. Метаморфизованные толщи представлены различными сланцами, гнейсами, филлитами, песчаниками, кварцитами и карбонатными породами, простирающимися по обе стороны.

Силурийские и девонские отложения состоят из глинистых и кремневых сланцев, песчаников, мергелей, известняков и эффузивов. Эти породы развиты на восточном и западном склонах Урала в ядрах синклинорных складок. На восточных склонах отмечается преобладание эффузивов и терригенных отложений девона. На западном склоне широко распространены известняки.

Каменноугольные отложения представлены песчаниками, глинистыми сланцами, известняками, эффузивами и туфами. Они широко развиты на западном склоне Урала.

Пермские отложения появляются в ядрах синклинарных складок передовых хребтов на западном склоне Урала и представлены толщей песчано-глинистых и гипсовых пород.

Мезозойские и третичные отложения преимущественно развиты на окраинах складчатого Урала и представлены песчано-глинистыми и песчано-мергелистыми породами.

Четвертичные отложения распространены по долинам рек и состоят из аллювиальных и озерных песков и галечников.

В пределах Уральской складчатой области довольно широко развиты карстовые явления, которые связаны как с отдельными небольшими прослоями, так и с мощными толщами карбонатных пород. Особенно большое значение карстовые процессы приобретают на западном склоне Урала, где известковые породы встречаются чаще и их мощность более значительна.

1.1.4 Климат

Климатические условия бассейна исследования формируются под влиянием радиационного баланса, циркуляционных процессов, а также характера подстилающей поверхности. Значительное удаление от Атлантического и Тихого океанов обусловило в пределах бассейна континентальность климата. В зимний период под действием Азорского и Сибирского антициклонов в большей части территории наблюдается ясная и холодная погода.

Континентальность климата вызывает безоблачную погоду и большой приток солнечной радиации. Продолжительность солнечного сияния составляет 2300-2900 часов в год; в пределах Южного Урала, где число пасмурных дней больше, она составляет 1800-2200 часов в год.

Величины радиационного баланса составляют 37-49 ккал/см²/год. На большей части территории радиационный баланс является положительным в течение 8-10 мес. Максимальные наблюдаются в июне-июле и составляют 8,0-8,2 ккал/см²/месяц. Минимальный радиационный баланс отмечается в декабре-январе (-0,7 на юге и -1,0 ккал/см²/месяц на северо-востоке).

Суточный ход радиационного баланса определяется изменением высоты солнца, наибольшие значения наблюдаются в полдень, достигая 0,6-0,7 ккал/см²/мин летом и 0,06-0,10 ккал/см²/мин зимой. Ночью при ясном

небе происходит значительное выхолаживание подстилающей поверхности, как в зимний, так и в летний период.

В связи с большой протяженностью территории температурные условия различны. Средняя годовая температура воздуха изменяется от 1°C на северо-востоке района до 4°C на юге. Наиболее холодным месяцем повсеместно является январь. При вторжениях арктических масс температура воздуха сильно понижается (абсолютный минимум составляет в северо-восточных районах -42, -48°C, на юге территории -34, -36°C).

Суточная амплитуда температур воздуха велика и в отдельных случаях достигает 25-27°.

На территории района часто отмечаются оттепели, продолжающиеся в среднем от 1-2 дней на севере до 4-5 дней на юге.

Рост температур отмечается с февраля, особенно интенсивным он бывает при переходе от марта к апрелю.

Наиболее теплый месяц повсеместно июль, когда средняя температура колеблется в пределах 18-29°C, а максимальные температуры достигают 38-42°C.

Суточные колебания температуры летом составляют 10-16°, а в отдельные дни 26-28°.

Наиболее резкое понижение температуры (на 7-9°C) отмечается при переходе от сентября к октябрю. Первые заморозки появляются раньше - в период с середины августа.

В формировании режима температуры воздуха значительную роль играет рельеф местности. Так на западном склоне (ст. Мраково), где циклоническая деятельность развита сильнее, средние месячные температуры воздуха зимой на 2°C выше, чем на восточном склоне гор на той же широте (ст. Кизильское) в условиях более устойчивой антициклонической погоды.

Таблица 1.1 Средняя месячная и годовая температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$)

Метеостанция	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Республика Башкортостан													
Учалы	-16,4	-14,8	-8,4	2,1	10,2	15,4	16,9	14,9	8,9	1,8	-6,7	-13,3	0,9
Аскарново	-15,5	-14,6	-8,1	2,8	11,0	15,5	17,6	15,3	9,8	1,8	-6,4	-12,3	1,4
Акъяр	-16,8	-16,1	-9,7	2,7	12,7	17,6	19,6	17,5	11,2	2,6	-6,4	-13,5	1,8
Мелеуз	-15,5	-14,4	-7,5	4,6	13,6	17,8	19,6	17,9	11,7	3,2	-5,1	-11,8	2,8
Зилаир	-15,8	-14,3	-8,1	3,0	11,5	15,6	17,5	15,6	9,6	1,4	-6,7	-12,7	1,4
Челябинская область													
Верхнеуральск	-16,4	-15,9	-9,0	2,9	11,1	15,9	17,6	15,5	9,8	1,5	-6,5	-14,0	1,0
Магнитогорск	-16,9	-15,7	-9,1	2,6	11,6	16,6	18,3	16,1	10,2	1,9	-7,1	-14,0	1,2
Кизильское	-17,5	-16,6	-10,0	2,1	12,1	16,9	18,6	16,4	10,6	2,3	-7,1	-14,5	1,1
Бреды	-17,2	-16,1	-9,2	3,8	12,8	17,7	19,4	17,3	11,5	2,5	-6,4	-13,6	1,9
Оренбургская область													
Троицкое	-15,7	-14,9	-8,1	3,7	13,7	17,6	19,2	17,3	11,4	2,7	-5,4	-12,1	2,5
Совхоз	-14,4	-13,8	-6,9	6,2	14,7	19,2	21,3	19,8	13,3	4,1	-3,5	-10,2	4,2
Оренбург, ГМО	-14,8	-14,2	-7,3	5,2	15,0	19,7	21,9	20,0	13,4	4,5	-4,0	-11,2	4,0
Ирикля	-16,5	-15,8	-8,8	4,5	14,4	18,7	20,8	18,6	12,8	3,3	-5,1	-12,1	2,9
Кувандык	-15,4	-14,5	-7,3	4,9	14,2	18,6	20,6	18,8	12,7	3,9	-4,7	-11,9	3,3
Акбулак	-14,8	-14,1	-7,3	6,2	15,2	19,9	22,3	20,5	13,7	4,4	-3,8	-11,0	4,3
Домбаровский	-16,9	-15,9	-8,7	5,0	14,5	19,3	21,5	19,4	13,1	3,4	-5,4	-12,8	3,0

Среднегодовые величины абсолютной влажности воздуха изменяются от 6 до 10 миллибар, а дефицита влажности воздуха - от 4 до 12 миллибар. Максимальные значения абсолютной влажности наблюдаются в июле, составляют в среднем 12-14 миллибар. В зимний период (декабрь-февраль) абсолютная влажность и ее дефицит невелики и составляют соответственно 2-5 миллибар и 0,3-1,6 миллибар, увеличиваясь с северо-востока на юго-запад. В зимний период относительная влажность наибольшая. По мере повышения увеличения притока солнечной радиации и повышения температуры воздуха относительная влажность воздуха резко уменьшается. Относительная влажность воздуха ярко характеризует степень засушливости климата, уменьшаясь с севера на юг.

Ветер. Ветровой режим рассматриваемой территории различен и обуславливается рельефом и циркуляционными факторами. В период октябрь-апрель наблюдаются зимние ветровые условия. В северо-восточных районах (ст. Верхнеуральск, Кизильское), находящихся в это время под

влиянием отрога сибирского антициклона, преобладают ветры южных и юго-западных направлений. На юге Оренбургской области более часты выходы циклонов с Каспийского моря и с северо-западной части Европейской территории России. Ярко выраженного преобладания отдельных направлений ветра не наблюдается. Несколько большую повторяемость здесь имеют ветры восточных и юго-восточных направлений.

В связи с большими градиентами атмосферного давления в холодное время года отмечаются и наибольшие средние месячные скорости ветра, составляющие 3,0-4,5 м/сек. в условиях пересеченного рельефа и 4,5-6,5 м/сек. на равнинной местности. Ветры со скоростью ≥ 15 м/сек. наблюдаются повсеместно. Сильные ветры, сопровождающиеся снегопадами, могут иметь большую продолжительность и наблюдаться непрерывно в течение суток и более. При прохождении циклонов скорость ветра может увеличиваться до 20-25 м/сек.

В апреле-мае происходит перестройка барического поля, в связи с этим ветровой режим на всей территории меняется. В период с мая по сентябрь имеет место преимущественно вынос воздушных масс из высоких широт, поэтому преобладают ветры с северной составляющей. Скорость ветра в переходный период (апрель-май) значительна (до 4-6 м/сек). Летом в связи с размытым барическим полем скорости уменьшаются и достигают своих наименьших значений (около 3-4 м/сек). Повторяемость слабых и умеренных ветров в теплый период велика. Сильные ветры часто приводят к возникновению пыльных бурь, они, как правило, кратковременны (от 10-20 до 40-50 мин). В прибрежной полосе крупных водоемов (Ириклинское водохранилище) летом наблюдаются местные бризы. В горных районах имеют место горно-долинные ветры. Скорость ветра имеет выраженный суточный ход, максимальные скорости наблюдаются после полудня, минимальные - перед заходом солнца.

Атмосферные осадки. Разнообразие форм рельефа, а также атмосферных процессов, обуславливают большую изменчивость осадков. По

величине годовых сумм осадков рассматриваемую территорию можно разделить на следующие районы:

- район I - западные склоны Уральских гор и юго-восточные отроги Общего Сырта. Годовая сумма осадков составляет 500-650 мм;
- район II - восточные склоны Уральских гор и юго-восток Оренбургской области. Годовая сумма осадков 350-450 мм;
- район III - центральный и северо-западный. Годовая сумма осадков 225-500 мм.

Наибольшая величина имеет место в области южных отрогов Общего Сырта.

Уральские горы представляют довольно мощный барьер для западного переноса воздушных масс, в результате чего количество осадков на западных склонах существенно больше, чем на восточных. С высотой местности годовые суммы осадков возрастают, причем интенсивность роста составляет в среднем 63 мм/100 м на западных и 49 мм/100 м на восточных склонах гор. В отдельные годы количество осадков может существенно отличаться от средних многолетних величин.

Наибольшее в году количество осадков на северо-востоке наблюдается в июле и составляет в среднем за многолетний период 40-78 мм, на западных склонах Уральских гор - 84 мм. На северо-востоке территории меньше всего осадков выпадает в феврале (15-35 мм).

Таблица 1.2 Среднее месячное и годовое количество осадков, мм

Метеостанция	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Республика Башкортостан													
Аскарово	18	13	17	23	43	63	82	53	36	30	27	24	429
Акъяр	15	12	14	19	29	31	40	30	25	38	27	24	304
Мелеуз	27	24	26	26	44	47	55	38	40	48	38	36	449
Зилаир	33	32	38	38	49	61	65	53	50	69	50	49	587
Челябинская область													
Верхнеуральск	15	13	16	21	35	53	84	46	33	26	18	19	379
Магнитогорск	13	12	13	22	35	53	72	40	30	26	18	16	350
Кизильское	14	11	15	18	33	48	63	40	28	23	22	20	335
Бреды	16	15	17	27	31	48	64	36	28	29	21	19	351
Оренбургская область													
Троицкое	25	23	33	36	42	46	52	39	46	61	43	35	481
Совхоз	24	23	24	27	35	34	38	29	32	43	34	32	375
Оренбург,	27	22	24	25	38	44	41	32	31	39	36	34	393
Ирикля	15	16	17	24	28	40	38	33	24	28	20	19	302
Кувандык	28	27	32	35	41	43	47	34	40	61	44	38	470
Акбулак	19	19	19	19	26	35	35	23	27	36	28	24	310
Домбаровский	15	13	16	18	27	28	37	28	22	30	22	20	276

Снежный покров. Рассматриваемая территория относится к району с устойчивым залеганием снежного покрова в течение 2,5-5 месяцев в году. Время появления снежного покрова колеблется по территории от второй половины октября до начала ноября на северо-востоке и первой декадой декабря на юге. Образование устойчивого снежного покрова раньше всего наступает в районе Предуралья (начало ноября), а на восточных склонах гор - во второй декаде ноября. На большей части устойчивый снежный покров устанавливается с третьей декады ноября до третьей декады декабря. Снегонакопление продолжается до середины февраля-середины марта. Наиболее интенсивно оно происходит в первой половине зимы. В связи с оттепелями снеготаянием перед весенним снеготаянием не всегда бывают максимальными. Часто наибольшие снеготаяния отмечаются в начале или середине зимы. Наибольшие снеготаяния имеют место в Предуралье и достигают 210 мм, в Зауралье они составляют около 80 мм. На остальной части рассматриваемой территории максимальные запасы воды в снеге по мере удаления к югу уменьшаются от 120 до 30 мм. В малоснежные зимы

они колеблются от 80-120 в районе Уральских гор до 8-15 на юге Оренбургской области, а в многоснежные зимы соответственно от 300-380 мм на западных склонах гор до 80-100 мм на юге. На восточных склонах Уральских гор снегозапасы не превышают 150 мм.

Под действием сильных ветров и метелей происходит перераспределение снежного покрова на водосборах. Наибольшее скопление снега отмечается в понижениях (руслах рек, оврагах, балках). Снегонакопление в лесных массивах Южного Урала примерно в 1,2-1,5 раза больше, чем на целине.

Снеготаяние на рассматриваемой территории начинается в период с третьей декады февраля на юге, до первой декады апреля на северо-востоке. Продолжительность снеготаяния на открытых ровных участках составляет 5-14 дней, а в руслах рек и балок – 10-22 дня. Средние даты схода устойчивого снежного покрова колеблются в пределах от первой декады марта на юге, до первой декады апреля в Зауралье и второй декады апреля в Предуралье.

Промерзание и оттаивание почво-грунтов. Глубина промерзания почвы обуславливается ходом температуры воздуха, высотой и характером залегания снежного покрова, увлажненностью и структурой почвы.

Промерзание почвы начинается со второй половины октября - конца ноября. Максимальной глубины оно достигает в феврале - первой половине марта, составляя 80-140 см в Оренбургской области и Зауралье. В Предуралье в связи со значительными высотами снежного покрова и большим увлажнением почво-грунтов глубина промерзания равняется в среднем 70-85 см.

Глубина промерзания оголенной от снега почвы в сравнении с глубиной при средней многолетней высоте снежного покрова увеличивается на 15% в южных районах и до 50% на северо-востоке, а в Предуралье даже в 1,85-2,0 раза.

Полное оттаивание на всей территории происходит в период с середины марта до второй половины апреля.

Разнообразие форм рельефа и атмосферных процессов предопределило большую изменчивость осадков - от 225 мм в год в южной и северо-западной частях района до 650 мм в год на западных склонах Уральских гор и юго-восточных отрогах Общего Сырта.

Снежный покров залегает 2,5-5 месяцев в году и появляется между второй половиной октября - началом ноября на северо-востоке и первой декадой декабря - на юге. Снеготаяние начинается в период с третьей декады февраля на юге, до первой декады апреля на северо-востоке.

Почвенный покров. Почвенный покров водосбора района исследования существенно изменяется по территории в зависимости от рельефа, литологического состава почвообразующих пород и климатических условий.

В соответствии с влиянием зональных факторов с севера на юг располагаются несколько почвенных зон - от южных черноземов и темно-каштановых почв в горнолесной и лесостепной зонах, до бурых пустынно-степных осолоделых и солончаков в зоне сухих степей и полупустыни. Внутризональное распределение почвенного покрова, связанное с местными условиями увлажнения, рельефа и с характером почвообразующих пород представляет собой довольно пеструю картину. Огромные пространства солончаков и песчаные массивы выделяются на фоне зонального распределения почвенного покрова как обособленные провинции зоны сухих степей и полупустынь.

В верховьях района исследования развиты южные черноземы, карбонатные, в различной степени выщелоченные. Эти почвы распределены в междуречных пространствах на плоских понижениях с повышенным увлажнением. Гумусовый горизонт имеет мощность 30-45 см, а содержание перегноя в нем равно 5-7%. Общая площадь черноземных карбонатных почв составляет 83,0 т. км², или 14,6% всей площади района.

В верховьях р. Сакмары и на Зилаирском плато преобладают темно-каштановые почвы. Южнее, в бассейне р. Большого Кумака и в низовьях р. Ори, распределены каштановые почвы. Почвообразующими породами здесь

являются покровные тяжелые суглинки, залегающие на коренных породах складчатого Урала.

Каштановые почвы, развитые на суглинках, отличаются более высокой карбонатностью по сравнению с почвами на песчаных и супесчаных отложениях и содержат до 3-4% перегноя в пахотном слое. Мощность их гумусового горизонта достигает 25-30 см.

В условиях повышенного увлажнения по поймам рек и лиманам формируются аллювиальные луговые почвы, на юге часто сочетающиеся с солончаками и луговыми солонцами. На территориях древних дельт, на низких террасах речных долин и озерных впадин развиваются комплексы солонцов, луговых солончаков и зональных солонцеватых почв.

В связи с незначительным дренажем для районов разливов, междуречий и аллювиально-дельтовых равнин очень характерны луговые и лугово-степные (гидроморфные) почвы.

На песчаных, аллювиальных, эоловых и денудационных равнинах широко распространены легкие разности примитивных почв, в той или иной мере выщелоченные.

Растительный покров. Территория изучаемого района характеризуется большим разнообразием растительности. В соответствии с зональностью почвенного покрова здесь выделяются растительные сообщества, соответствующие горнолесной, лесостепной, степной, сухостепной и полупустынной зонам.

Горнолесная зона располагается в основном в бассейнах правых притоков верхнего течения р. Урала и в верховьях р. Сакмары, где склоны отдельных вершин Южного Урала покрыты лесом. В районах хребтов Уралтау и Ирендык эта зона доходит до 53° с.ш. Здесь на грубоскелетных почвах подзолистого типа развиты елово-пихтовые леса, а на более сухих дренированных площадях - сосновые; встречаются также березовые насаждения. Населенные пункты окружены пашнями. На водоразделах имеются болота, а на аллювиальных почвах – разнотравно-злаковые луга.

В данном районе встречаются значительные по размерам выравненные черноземные участки, в большинстве распаханые, чередующиеся с мягкими по очертанию холмами, покрытыми ковыльно-белопопынной растительностью на щебнистых почвах.

Лесная растительность имеется в низовьях р. Худолаз и частично р. Карагайлы, где заросли ивняка и ольхи образуют заболоченные уремы.

Лесостепная зона находится в основном в Зауралье, а также в Предуралье и представляет собой большей частью открытые пространства. На пологих степных водоразделах встречаются березовые колки, а в логах и речных долинах - елово-пихтовые рощи. Степь почти сплошь распахана. В поймах рек распространены заболоченные участки, поросшие камышом и тростником. Верховья бассейнов рек залесены лиственными породами - ольхой, березой и кустарником. В бассейнах левых притоков верхнего течения р. Урала на междуречных равнинах березовые и осиново-березовые колки сочетаются с луговыми злаково-разнотравными степными растительными ассоциациями.

На Урало-Тобольском водоразделе сохранился большой Джабык-Карагайский лесной массив.

Степная зона охватывает левобережья верхнего и среднего течения р. Урала и южные участки Общего сырта. Значительная часть этой зоны распахана.

Левосторонняя часть района характеризуется неоднородностью почвенно-растительного покрова. Преобладают белопопынно-ковыльные щебнистые нагорные степи со слабо развитыми почвами типа деградированных черноземов. В котловинах встречаются участки распаханых черноземных степей.

В черноземной зоне развиваются умеренно-дерновинно-злаковые степные сообщества. Наиболее распространен здесь красный ковыль, который в местах усиленного выпаса скота на старых залежных землях замещается ковылем волосатиком (тырсой). Участки степи, сохранившиеся

от распашки, используются в качестве пастбищ.

На темно-каштановых и каштановых почвах развиваются дерновинно-злаковые сухие степи. В сухостепных ассоциациях господствует ковылек (ковыль Лессинга), который вытесняет менее сухостойкий красный ковыль. Последний сохраняется на темно-каштановых почвах, развитых на песчаных и супесчаных разностях почвообразующих пород.

1.1.5

1.1.5 Хозяйственная деятельность

Как было сказано выше, озеро Аргаяш имеет естественный режим. На него не действует человеческая деятельность. Чего нельзя сказать про озера Смолино, Тургояк и Увильды.

Сейчас и не поверишь, что когда-то воду из огромного озера Увильды чуть ли не полностью спускали. Дело в том, что в 1975 году на Урале царила настоящая засуха. Для борьбы с дефицитом воды в областном центре здесь прорыли канал, по которому вода из Увильдов устремилась в Аргазинское водохранилище. До этого озеро было бессточным. Благодаря этим мерам с дефицитом воды справились, однако уровень воды в озере упал на четыре метра. На восстановление Увильдов в прежних границах ушло долгих три десятилетия.

Озеро Тургояк - уникальный природный объект. В естественном состоянии представлял собой сбалансированную относительно равновесную систему. Является хранилищем чистой природной воды, по качеству близкой к байкальской. Начиная с 1963 г., уровень воды озера начал неуклонно падать и достиг минимума в 1984 г., когда величина падения уровня воды составила 2.5 м (А. И. Ковальчук, В. А. Ткачев, 1988). Причиной тому явился большой объем забора воды из озера для водоснабжения предприятий, жилых домов г. Миасса. Забор воды оказал влияние на

гидрологический режим, на гидрохимическое состояние, на живую биоту. Водный баланс озера нарушен. Расходная часть воды озера превалировала над приходной. Анализ полученных данных свидетельствует о происходящих изменениях в экосистемах оз. Тургояк. Главную опасность представляет дальнейшее нарастание содержаний биогенных веществ и повышения трофности озера. Из других аспектов антропогенной деятельности следует отметить прогрессирующее увеличение числа разовых посещений (более 30 тыс. человек в отдельные летние дни), размещение на берегу водоема 15 оздоровительных учреждений и строительство профилактория АО УРАЛАЗ непосредственно на берегу озера, а также наличие застройки п. Тургояк, расположенного у озера. Режим Тургоякского ландшафтного лесопарка его положение и статус не позволяют регулярно использовать и сохранить оз. Тургояк.

В результате проведенных исследований установлено:

1. Водный баланс озера нарушен. Из сточного озера превратилось в бессточное, в котором расходная часть за ряд лет (1984-1990 гг.) превалировала над приходной. Зарегистрированные колебания уровня воды отрицательно сказались на общем состоянии водоема.

2. Вода озера соответствует лимнохимической зональности и по солевому составу со временем значительно не изменилась.

3. В результате исследований состава воды, фитопланктона, зоопланктона, зообентоса и др. было установлено, что прекращение забора воды из озера и наполнение его за счет водосбора до уровня отметки 318.80 м относительно "приостановило" начатые процессы антропогенного характера: гидрологического, гидрохимического и биологического действия. Уровень воды на сегодня начал понижаться.

4. Превышение ПДК, установленных для рыбохозяйственных водоемов, отмечено в многочисленных пробах воды с разных мест для азота аммиачного, эпизодически - для нефтепродуктов.

5. Высокая прозрачность воды, повышенное содержание кислорода, наличие фосфора, азота и тяжелых металлов делают экосистему уязвимой с возрастом антропогенного воздействия.

6. Сопоставляя качество воды озера и притоков, отмечаем, что абсолютные величины азота и фосфора минеральных форм преобладают в притоках, но антропогенная составляющая их выше в озере.

7. Резкое возрастание площади древостоев 2-й стадии дигрессии по берегу за короткий промежуток времени (8 лет) свидетельствует о том, что существующая рекреационная нагрузка на побережье озера чрезмерна.

8. Численность ценных промысловых видов рыб (сиг, рипус) подорвана. Относится это и к хищным рыбам (щука). Это связано прежде всего с неограниченным, нерегулируемым отловом рыб.

9. Проведенные гидробиологические, гидрохимические и другие исследования позволяют сделать вывод о том, что оз. Тургояк утрачивает олиготрофность.

Вода озера Смолино богата различными питательными веществами, необходимыми для рыб. Это позволяет широко использовать его в рыбохозяйственных целях. Однако разведению рыбы в озере, о чем говорилось выше, препятствуют заморные явления, связанные с неблагоприятным газовым режимом. Тем не менее коллектив Челябинского рыбтреста немало сделал для того, чтобы озеро стало пригодным для жизни рыб. Оно зарыблялось карпом и даже рипусом. С 1949 по 1953 год в озеро было спущено 170 тыс. штук молоди карпа. Рыба хорошо прижилась и давала хороший прирост. Но зимой 1953-1954 годов произошел ее замор, так

как содержание O_2 в озере резко снизилось. В большей части озера оно было меньше 0,5 мг/л.

Одной из причин возникшего кислородного дефицита явилось раннее установление ледостава при сильных снегопадах. Большое количество снега, выпавшего на лед, сравнительно еще тонкий, вызвало образование наледей. В результате из-под ледяного покрова был вытеснен верхний слой воды, богатый кислородом. Из-под льда оказалось изъятым не менее 30-40% всего кислородного запаса водной массы озера. Другой причиной, во многом способствовавшей возникновению замора, явилось сильное загрязнение озера сточными водами.

В 1954 году рыбтрест сделал еще одну посадку молоди карпа. Было высажено 79 тысяч штук. Чтобы улучшить газовый режим озера, зимой 1954-1955 годов здесь установили аэратор. Осуществление этих мероприятий позволило предотвратить в этот период замор рыбы. На следующий год посадка молоди карпа была возобновлена. Но зимой 1955-1956 годов замор на озере вновь повторился. Содержание кислорода упало до минимума, особенно в местах сброса промстоков. Для предупреждения замора рабочие трубопрокатного завода в свободное время занялись дроблением майн и прорубей. Однако количество кислорода в феврале 1956 года снизилось в отдельных участках озера до 0,18 мг/л. Чтобы не допустить массовой гибели рыбы, рыбтрест организовал ее вылов силами неводной рыболовецкой бригады.

В последующие годы больших заморов рыбы не наблюдалось. В озеро вновь было выпущено большое количество мальков карпа, окуня, чебака. Но благополучное положение оказалось недолгим. Зимой 1960-1961 гг. содержание O_2 в озере резко понизилось. Возникла необходимость принятия экстренных мер, чтобы спасти рыбу от гибели. Были проведены аэрационные работы. При этом оказалось, что вода очень загрязнена нефтепродуктами, поступившими в озеро вместе со стоками. Только в 1960 году челябинские

железнодорожники спустили в озеро 60 тонн мазута. Это вызвало массовую гибель карпа.

Учитывая создавшееся положение, горисполком принял ряд мер, направленных на предотвращение загрязнения озера сточными водами. Сброс загрязненных вод был полностью прекращен. Ряд предприятий (завод им. Коллющенко, локомотивное депо) построили сооружения, обеспечивающие достаточную очистку воды. Все это способствовало тому, что, начиная с 1962 года, гибели рыбы в озере больше не наблюдалось. С этого же года начался ее плановый лов Челябинским рыбтрестом. В последующие годы продолжалось зарыбление озера такими ценными породами как карп, рипус, сиг, сырок.

С 1966 года хозяевами озера стали рыболовы-любители. Коллективы заводов трубопрокатного, им. Серго Орджоникидзе, металлоконструкций, наливной станции Ново-Синеглазово и другие организации создали здесь свои рыболовно-спортивные базы. Приезжают сюда рыбаки-любители и из других районов Челябинска. Часто можно тут встретить и гостей из Коркино, Копейска и даже из Свердловска. Особенно много рыбаков бывает на озере в начале ледостава, в ноябре-декабре. Подледный лов в это время наиболее удачный. На озере часто навещаются рыбаки и в весенне-летний период, когда клев рыбы наилучший. В озере обитает разнообразная рыба: окунь, чебак, карп, рипус, гальян, карась.

Корма в водоеме достаточно, поэтому и рыба здесь довольно крупная. Нередки случаи, когда на удочку попадают окуни весом до 1,0-1,5 кг. В ночное время прекрасно клюет чебак. Вес его может составлять 0,4-0,5 кг. Летом хорошо идет на удочку карп. В отдельных случаях вес его может достигать 10-15 кг. Довольно часто рыбаки вылавливают карпов весом в 2-3 кг каждый.

Зимний лов рыбы удочками в какой-то мере способствует улучшению газового состава воды в озере. Через многочисленные лунки, которые прорубаются во льду, кислород из воздуха поступает в воду. В результате обогащения воды кислородом предотвращаются заморы рыбы.

Если зимой рыбная ловля позволяет улучшить условия для жизни рыб, то весной, особенно в период нереста, лов рыбы приносит непоправимый вред рыбным запасам. Поэтому важно строго соблюдать меры, предотвращающие бесхозяйственное истребление рыбы. Необходимо запретить ловлю рыбы на озере Смолино во время ее нереста.

Чтобы восстановить и увеличить рыбное стадо в озере, следует также акклиматизировать ценные породы, прекратить вылавливание молодежи ценных рыб, усилить борьбу с браконьерством.

Велико значение озера Смолино и как объекта, воспитывающего любовь к природе. Как хорошо на озере в летний солнечный день! В тихую погоду оно спокойно, приветливо. Синяя гладь воды простирается почти до самого горизонта. В туманной дымке едва виден противоположный берег. Сотни лодок и яхт бороздят озеро в разных направлениях. Многолюдно в такие дни на пляжах.

Генеральный план развития Челябинска предусматривает широкое использование зоны озера Смолино для отдыха трудящихся. Дальнейшее развитие здесь получат водный спорт и любительское рыболовство. В восточной части озера предполагается создать спортивно-оздоровительный комплекс (от ул. Гагарина до поселка Сухомесово). Свой вклад в благоустройство берегов озера должны внести коллективы заводов трубопрокатного, механического, электромашин, им. Орджоникидзе, ТЭЦ и других предприятий.

Озеро Смолино – украшение Челябинска, и долг каждого жителя нашего города, каждого коллектива предприятия – бороться за сохранность этого замечательного водоема.

1.2 Водный режим озёр

1.2.1 Гидрологическая характеристика

Речная сеть Южного Урала, в основном, согласуется с характером рельефа, геологическим строением территории и условиями ее увлажнения. Главная водная артерия – река Урал. Наиболее крупными притоками являются реки Сакмара, Таналык, Сундук, Орь, Большой Кумак, Чаган, Блява, Большой Ик, Илек и др.

Гидрографическая сеть хорошо развита на севере, в верхней части Урала, в районе общего Сырта и на склонах Подуральского плато. Здесь формируются правобережные притоки р. Урал – реки Бирся, Миндяк, Большой и Малый Кизил, Бол. Уртазымка, Таналык.

Наиболее водообильны реки, стекающие с Зилаирского плато (р. Сакмара с притоками, Зилаир-Крепостной, Баракал, Зилаир-Урман и др.). В нижнем течении в р. Сакмару впадают р. Касмарка, р. Большой Ик, р. Салмыш и др.

Многие реки в засушливые годы и сезоны (реки Таналык, Уртазамка, Ташла.и др.) пересыхают или имеют течение летом лишь местами. Только реки Урал и Сакмара имеют постоянное течение.

Ниже г. Орска протекают такие реки как Урта-Буртя, Буртя, Бердянка, Донгуз, Черная, Илек. Их водосборы расположены на песчано-глинистых пермских, триасовых, юрских и известково-мергелистых меловых отложениях. Речные долины широкие (до 2-3 км, в устьях – до 6км), с хорошо разработанными руслами с песчано-гравелистыми осередками. Данные о притоках р. Урал приведены в таблице 1.3.

Основным источником питания озер Урала являются снеготаяния, которые формируют более 80% годового стока. Питание реки происходит почти исключительно в период весеннего снеготаяния. Доля дождевого питания незначительна, вследствие относительно высоких температур воздуха с большим дефицитом влажности, что обуславливает значительные потери влаги на испарение.

Озеро Смолино – бессточный водоем. Основное питание озера происходит за счет снеготаяния весной и атмосферных осадков, максимум которых приходится на летний период (июнь-август).

Незначительный естественный приток происходит через родники и небольшие речки на западном и северном берегах, а также за счет ливневых стоков с городской территории и с промышленных площадок предприятий. Ручьи летом часто пересыхают, а зимой перемерзают. Большую часть притока к озеру обеспечивает ручей Безымянный (принимающий стоки с поселков Смолеозерный, Локомотивный, железной дороги и ее объектов) – расход весной составляет около 0,028 м³/с. Ливневые стоки с городской территории и с промышленных площадок предприятий нерегулярны и изменчивы по объему. Так как ливневой сток является частью осадков, выпавших на поверхность водосбора и преобразованный в поверхностный сток, то в водном балансе озера он рассматривается как составной элемент естественного поверхностного притока. По данным НПО «ВИТЭК» порядка 20,71% водосборной площади занята непроницаемой поверхностью (асфальт, дороги и т.д.), 27,72% - застроенная территория (спланированный грунт) и оставшиеся 51,57% территории представляет собой практически естественный водосбор.

Среднемноголетний поверхностный приток в естественном состоянии озера (без влияния хозяйственно деятельности) составляет 2,7 млн. м³;

приток грунтовых вод - 1,6 млн. м³; осадки на поверхность озера – 6,54 млн. м³.

В таблице 1.2.1. приводятся гидрографические характеристики при среднемноголетнем уровне – 216,53 м БС (357).

Таблица 1.2.1.

№№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Величина
1.	Площадь водосбора	км ²	67,2
2.	Площадь зеркала озера	км ²	24,0
3.	Объем озера	млн. м ³	92,0
4.	Средняя глубина	м	3,83
5.	Максимальная глубина	м	6,3
6.	Длина береговой линии	км	32
7.	Длина озера	км	7,8
8.	Ширина	км	3,9

Рельеф дна выровненный, иловые отложения достигают мощности от 20 до 100 см. В прибрежной части дно твердое, песчаное. Наибольшая ширина песчаных отложений характерна для южной части озера, где она достигает 1,0-1,5 км.

Береговая линия изрезана слабо, коэффициент развития 1,2. Берега повсюду невысокие и ровные. Лишь западный берег обрывистый, над урезом воды возвышается на 8—10 метров. Вдоль восточного берега тянутся невысокие песчаные валы, образованные озерными отложениями. С юго-востока к озеру примыкает обширное болото, продолжающееся почти до

деревни Сухомесово. Частично заболочен и северо-восточный берег. Граница между ними выражена довольно четко. Она имеет вид возвышенной гряды, проходящей по западному берегу озера. Большая часть берегов озера застроена. Здесь расположены жилые массивы, промышленная зона, различные спортивные сооружения.

Озеро Увильды - одно из самых больших и живописных озер Урала.

Озеро Увильды — самое большое пресное, слабо минерализованное озеро в Челябинской области. Его площадь — 68,1 км². Расположено у подножья Уральских гор, поэтому и форму имеет причудливую, грушевидную, с заливами и тихими заводями. Большая часть извилистой береговой линии покрыта сосновым и смешанным лесом: восточная сторона озера — равнинная, с преобладанием смешанного леса; западная сторона гориста, лес хвойный. Вода озера отличается необычайной чистотой и прозрачностью. За голубой оттенок воды озеро называют голубой жемчужиной Урала. В Увильды впадает река Черемшанка. Средняя глубина озера – 14 метров, а максимальная – 35 метров. Такая большая глубина объясняется тектоническим происхождением озера. Площадь этого огромного озера – 68,1 квадратных километров, объем воды – 1014 миллионов кубических метров. При этом длина береговой линии озера Увильды – более 100 километров. Длина озера-гиганта достигает 14 километров, а ширина доходит до 9 километров. Наибольшие размеры озеро имеет в южной части. К северу оно сужается, делится на острова и полуострова, многочисленные заливы. Наиболее высоки, гористы и красивы западные берега озера. Восточные, напротив, имеют равнинный характер. Дно песчано-каменистое, местами илистое.

Озеро Аргаяш типичный водоем лесостепной полосы Уральского региона находится в Аргаяшском районе в 60 – 65 километрах от Челябинска (с учетом маршрута и подъезда к водоему). Озеро округлой формы с протяженностью водного зеркала 2.8 \ 2.2 км, объем воды 33 млн. м³, средняя глубина 4 – 5, максимальная до 9 метров (восточный сторона).

Западный берег – районный центр Аргаяш, южный – село Бажикаевка, северный – село Норкино. На водоеме ведется промысловый лов. Основное поддержание рыбных ресурсов зарыбление и нерест.

Озеро Тургояк глубокое. Его средняя глубина составляет 19 метров, а максимальная достигает 36,5 метра. Озеро Тургояк славится очень высокой прозрачностью, которая достигает 10-17 метров. Тургоякская вода близка к байкальской. Неспроста Тургояк называют братом Байкала. В озеро впадает лишь несколько небольших ручьев. Главным образом озеро питается за счет грунтовых вод.

1.2.2 Гидрологическая изученность

Наиболее развитой системой мониторинга в России является Государственная сеть мониторинга, базовую основу которой составляют наблюдательные органы Росгидромета Уральского и Приволжского УГМС. На основе этой сети проводятся следующие основные виды наблюдений:

- за гидрологическими и гидрохимическими показателями водных объектов;
- за состоянием загрязнения поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям;
- за состоянием загрязнения воздуха в городах и промышленных центрах;
- за трансграничным переносом веществ, загрязняющих атмосферу;
- за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков и снежного покрова;
- за состоянием загрязнения почв пестицидами и тяжелыми металлами;
- за радиационной обстановкой окружающей среды.

Сведения о стоке рек по району исследования имеются более чем по 160 пунктам наблюдений, из них 30 – с наиболее длинными рядами наблюдений. В настоящее время насчитывается более 15 действующих

гидрологических постов с продолжительностью наблюдений 50-80 лет, что позволяет при их относительно равномерном распределении по территории освещать обеспеченность водными ресурсами в бассейнах крупных и средних рек в различные по водности годы достаточно надежно.

1.2.3 Внутригодовое распределение уровня

Уровни воды и озерах Зауралья подвержены значительным колебаниям. Большое влияние на режим уровней оказывает соотношение элементов водного баланса. В маловодные годы преобладание испарения над осадками вызывает резкое понижение уровней, и многие озера даже полностью высыхают.

В периоды, когда увлажнение избыточное, повсеместно наблюдается подъем уровней. Многолетняя амплитуда колебания уровней за последние 30-40 лет составила на разных озерах 1-3 м. Период колебания от одного минимума до другого составляет в среднем 22-25 лет .

Два последних десятилетия не отличались в Зауралье повышенным увлажнением. Однако уровень озера Смолино продолжал подниматься, что было связано с притоком сюда дополнительной воды. Объем ее за счет промышленных стоков составил 2,5 – 3 млн. м³ в год. Стоки обусловили превышение прихода воды над расходом и увеличение уровня в год в среднем на 15 см. Общий подъем уровня в результате сбросе промышленных стоков с 1954 по 1965 год составил почти 2 м.

Что касается других озер Зауралья, находящихся в естественных условиях, то подъема уровней в этот период не наблюдалось. Наоборот, в 50-е годы был повсеместно отмечен их спад. Например, уровень озера Арргаяш с 1951 по 1960 год снизился на 88 см, озера Увильды - на 63 см. В начале 60-х годов, хотя подъем уровней и наблюдался, он, однако, оказался незначительным. В последующие годы уровни зауральских озер вновь начали понижаться.

Что касается озера Смолино, то уровни в нем, как в течение года, так и в многолетнем разрезе, также не остаются постоянными. Но на колебание уровней здесь, кроме климатических изменений, большое влияние оказывает и такой фактор, как сброс в озеро промышленных и бытовых стоков.

Годовой ход уровня озера Смолино характеризуется подъемом весной, когда отмечается сток талых вод, а затем следует постепенный спад. Наиболее низкий уровень наблюдается в период, предшествующий установлению ледостава .

В годы, когда увлажнение повышенное, подъем уровня продолжается и летом. Максимальных отметок уровень достигает в августе-сентябре. Минимальные уровни в эти годы наблюдается в период ледостава перед весенним вскрытием . Однако наблюдавшийся в летнее время 1961 года подъем уровня является не столько результатом атмосферных осадков, сколько следствием сбора промышленных стоков. В этом можно наглядно убедиться, если сравнить уровень озера Смолино с уровнем озера Аргаяш. Во второй половине 1964 года уровень озера Аргаяш подьема не испытывал, а наоборот, понижался .

В засушливые годы весенний подъем обычно небольшой (8-10 см), а начиная с июня и до установления ледостава, уровень резко падает . Амплитуда колебания уровня озера Смолино в течение года достигает в среднем 30-40 см. Весенний подъем составляет 10-20 см, летний спад 20-30 см. В зимний период уровень повышается на 10-15 см.

Реки бассейна по условиям водного режима относятся к казахстанскому типу с резко выраженным преобладанием стока в весенний период, исключение составляют лишь горные реки в северной части бассейна, относящиеся к восточно-европейскому типу.

Основное питание рек идет за счет талых снеговых вод – 60-80% объема годового стока, дождевые осадки составляют 2-12%, подземные воды – 13-38%.

Основной фазой режима стока бассейна является весеннее половодье (апрель–май), во время которого проходит 60-80%, а иногда до 96% годового стока, что связано с преимущественным снеговым питанием рек. В то же время, благодаря разнообразию физико-географических условий, удельный вес половодья различен по территории бассейна:

- реки Таналык, Гумбейка, Суундук, Бол. Кумак – 85-96%;
- р. Сакмара с притоками, р. Урал в верховьях с правыми притоками – 64-72%;
- р. Урал от г. Орска до г. Оренбурга, реки Бол. Кумак, Орь, Илек – 70-85%.

Средняя продолжительность половодья колеблется от 20 дней на малых реках до 100 дней на р. Урал. Растянutosть половодья объясняется главным образом неоднородностью начала и конца снеготаяния в отдельных частях бассейна. Поступление талых вод в русловую сеть в нижнем течении р. Урал начинается раньше, чем в верхней части бассейна. Окончание половодья зависит от конца снеготаяния в верховьях бассейна, где сосредоточены наибольшие снегозапасы, а также от времени добегания паводочной волны.

Из климатических факторов, определяющих величину весеннего стока, основным являются снегозапасы, которые к началу таяния значительно изменяются по территории в соответствии с зональным убыванием количества зимних осадков с севера на юг и с запада на восток, а также под влиянием рельефа и залесенности местности.

Величина снегозапасов за многолетний период составляет 70-120 мм, на юге – 30-50 мм. Наибольшая величина запасов воды в снеге – 200 мм отмечается в горной залесенной части бассейна.

Зимний сток заметно меньше летнего. Он также зависит от общей увлажненности территорий и регулирующей способности водосборов. На фоне общей низкой водности рек в бассейне, связанной со слабой увлажненностью, наибольшее количество водных ресурсов в зимний сезон

отмечается на реках Сакмара и Бол. Ик, сток которых составляет 9-12% годового. По мере продвижения на восток и юго-восток водность рек резко сокращается, достигая 4-7% на р.

2. Многолетние колебания уровней воды в озере

2.1 Квантильный анализ

Как правило, при изучении климатической системы используется эквидистантная информация - информация, полученная через равные промежутки времени (срочные данные) при анализе гидрохимических, гидробиологических показателей климатической системы часто приходится использовать не эквидистантные ряды наблюдений (сезонные съемки). При неравномерном характере реализации малого объема рекомендуется рассчитывать квантили X_{min} , $X_{0.25}$, $X_{0.5}$, $X_{0.75}$, X_{max} .

Каждый временной ряд рассматривается как реализация случайного процесса $x(t)$, за основную вероятностную характеристику которого принимается функция распределения $F(x_p)$ и ее квантили x_p .

Алгоритм оценивания перечисленных характеристик: X_{min} и X_{max} – min и max значения данных в выборке, $X_{0.5}$ – медиана. Если количество членов в выборке нечетное, то медиана - центральное значение выборки, если количество членов в выборке четное, то медиана - среднее между двумя центральными значениями.

$X_{0.25}$ и $X_{0.75}$, - характеризуют центр первой и второй половины выборки соответственно.

Анализ крайних членов X_{min} и X_{max} требуют чрезвычайной осторожности, поскольку они подвержены сильному влиянию выборочной изменчивости, обусловленный ошибками измерений исходных величин.

Значительной большей устойчивостью обладает размах, характеризующий ширину выборочного распределения данных:

$$R = X_{max} - X_{min}, \quad (2.1)$$

где X_{max} , X_{min} – крайние члены ранжированного (выстроенного в порядке возрастания) ряда.

Медиана $X_{0.5}$ являясь средним значением ранжированного ряда, характеризует центр распределения данных в выборке. Набор квантилей, $X_{0.25}$, $X_{0.5}$, $X_{0.75}$ фиксирует «норму» изменчивости анализируемого параметра, $X_{0.25}$ – нижний, а $X_{0.75}$ – верхний ее пределы. Величина Q называемая интерквантильным расстоянием, служит мерой разброса в пределах «нормы».

Интерквантильное расстояние:

$$Q = X_{0.75} - X_{0.25}; \quad (2.2)$$

Для $X_{0.25}$ и $X_{0.75}$, - вводятся барьерные значения:

$$X_B = X_{0.75} + 1.5Q \text{ (верхний)}; \quad (2.3)$$

где X_B – расход верхнего барьера, $\text{м}^3/\text{с}$;

$X_{0.75}$ – медиана половины ранжированного ряда;

Q – интерквантильное расстояние;

$$X_H = X_{0.25} - 1.5Q \text{ (нижний)}; \quad (2.4)$$

где X_H – расход нижнего барьера, $\text{м}^3/\text{с}$;

$X_{0.25}$ – медиана половины ранжированного ряда;

Q – интерквантильное расстояние;

В качестве оценки центра распределения данных в выборке можно рассматривать математическое ожидание m и трехсреднее значение T^* , а в качестве оценок масштаба распределения – дисперсию D или стандарт $\sigma = \sqrt{D}$. Оценки математического ожидания и дисперсии обычно

вычисляются как среднее арифметическое значение и квадрат отклонений от него, трехсреднее значение – по формуле Тьюки:

$$T^* = 0.25(X_{0.25} + 2X + X_{0.75}); \quad (2.5)$$

где $X_{0.25}$, $X_{0.5}$, $X_{0.75}$ - квантили.

Сопоставление среднего m с медианой $X_{0.5}$ и σ с $0,74Q$ дает возможность получить предварительную информацию о типе и параметрах распределения в данной выборке.

Если распределение симметрично, то m и $X_{0.5}$ равны с точностью до выборочной изменчивости. Сопоставление m и $X_{0.5}$, σ и $0,74Q$ удобно проводить графически. Для этого на график наносятся точки, абсциссы которых соответствуют m или σ , а ординаты $X_{0.5}$ или $0,74Q$. Если точки группируются около биссектрисы координатного угла, то $0,74Q$ и σ , а также m и $X_{0.5}$ такие же, как и у нормального распределения.

В качестве другой характеристики асимметрии полезно использовать следующий параметр:

$$As = [(X_{0.75} - X_{0.5}) - (X_{0.5} - X)] / (2Q); \quad (2.6)$$

Расчеты доверительных интервалов As вычисленные по смоделированным нормальным рядам показали, что выборку целесообразно считать симметричной, если $-0,31 < As < 0,25$; имеющий левую асимметрию, если $As < -0,31$ или правую при $As > 0,25$.

Межгодовая (многолетняя) изменчивость стока рек традиционно анализируется по рядам среднегодовых и экстремальных расходов и характеризуется наличием многоводных и маловодных лет. Среднегодовые расходы используются для характеристики «нормы» и изменчивости годового стока. Принято считать, что для получения достаточно надежной нормы стока необходимо выбирать такой период наблюдений, в который входило бы одинаковое количество маловодных и многоводных лет.

Экстремальные уровни используются для характеристики максимального стока весеннего половодья, дождевых паводков и минимального стока. В данной работе для анализа многолетней изменчивости используются данные среднегодовых значений и последовательности ежегодных значений для всех месяцев года.

Уровненный ряд оз.Аргаяш прошел проверку на однородность. Для чего были использованы две параметрические критерия – критерий Фишера и Стьюдента. Оба этих критерия относятся к категории стандартных критериев, и рекомендуются в большинстве нормативных документов в качестве официального теста на однородность. Критерий Фишера используется для проверки на однородность гидрологического ряда по дисперсии. Критерий Стьюдента используется для проверки на однородность гидрологического ряда по среднему значению. Проверка рядов исходных данных анализируемой реки на однородность показала, что ряд по критерию как Фишера так и Стьюдента однородный.

Результаты квантильного анализа многолетней изменчивости приведены в таблице 2.1 и на рисунках 2.1 – 2.6

Таблица 2.1 Статистические характеристики межгодовой изменчивости

оз.Аргаяш												
	X_{\min}	$X_{0,25}$	$X_{0,5}$	$X_{0,75}$	X_{\max}	R	Q	X_H	X_B	m	ско	0,74Q
H,м	-26	14	37	74	169	143	60	-76	164	50,2	47,4	44,4
оз.Тургояк												
	X_{\min}	$X_{0,25}$	$X_{0,5}$	$X_{0,75}$	X_{\max}	R	Q	X_H	X_B	m	ско	0,74Q
H,м	-109	-59	44,5	100	161	52	159	-298	339	28,1	86,4	117,7
оз.Смолино												
	X_{\min}	$X_{0,25}$	$X_{0,5}$	$X_{0,75}$	X_{\max}	R	Q	X_H	X_B	m	ско	0,74Q
H,м	269	304	392	422	504	235	118	127	599	372	62,1	87,3

Таблица 2.2. Вероятностные характеристики среднегодовых сумм осадков оз.Аргояш

X_{\min}	$X_{0,25}$	$X_{0,5}$	$X_{0,75}$	X_{\max}	R	Q	X_H	X_B	m	ско	$0,74Q$
207	353	413	472	599	392	119	174,5	650,5	405,28	84,38	88,06

Таблица 5. Вероятностные характеристики среднегодовых температур оз.Аргояш

X_{\min}	$X_{0,25}$	$X_{0,5}$	$X_{0,75}$	X_{\max}	R	Q	X_H	X_B	m	ско	$0,74Q$
-0,7	1,6	2,2	3	4,7	4	1,4	-0,5	5,1	2,25	1,09	1,04

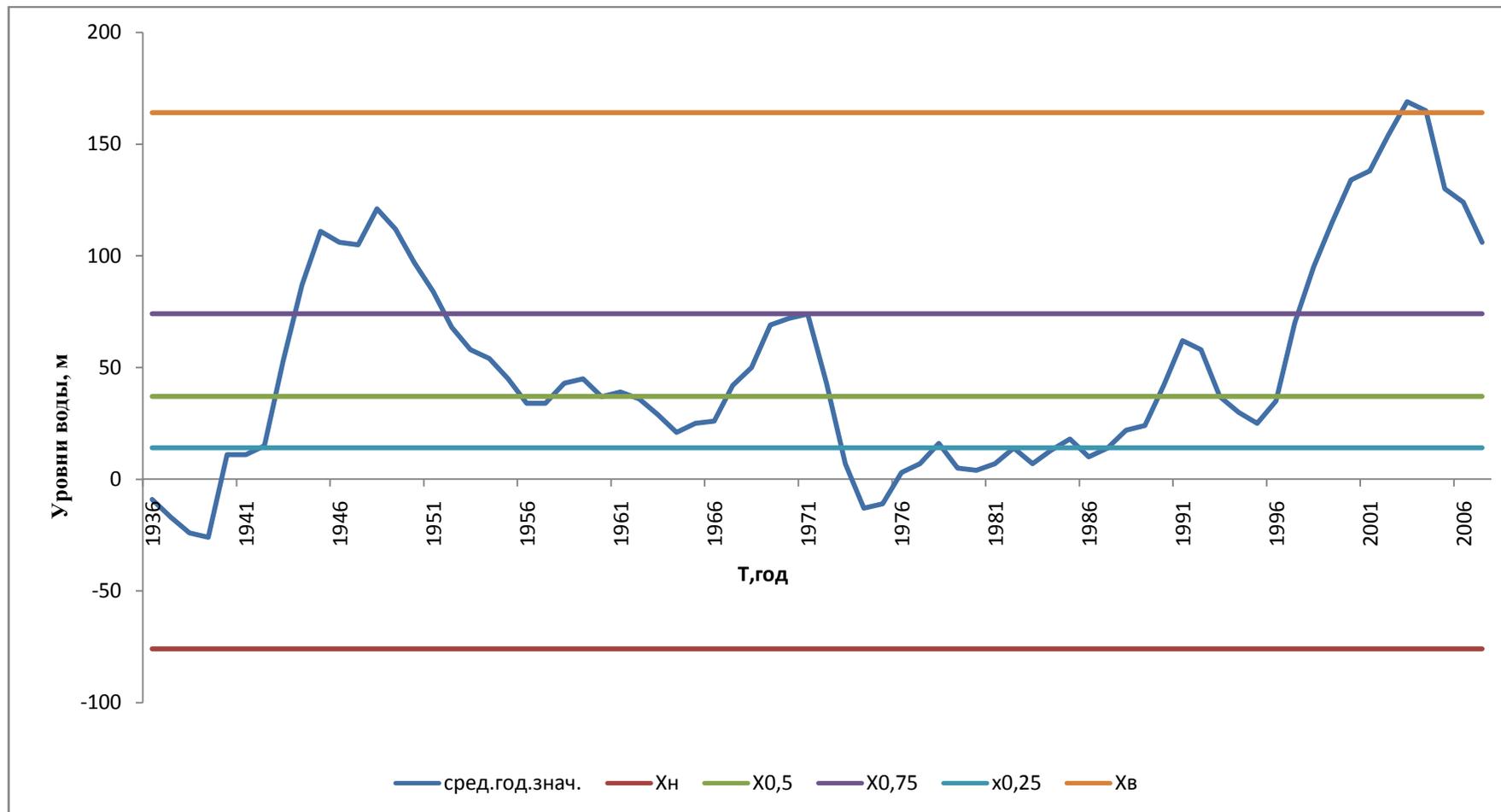


Рис 2.1 График среднегодовых уровней воды на о.Аргаяш

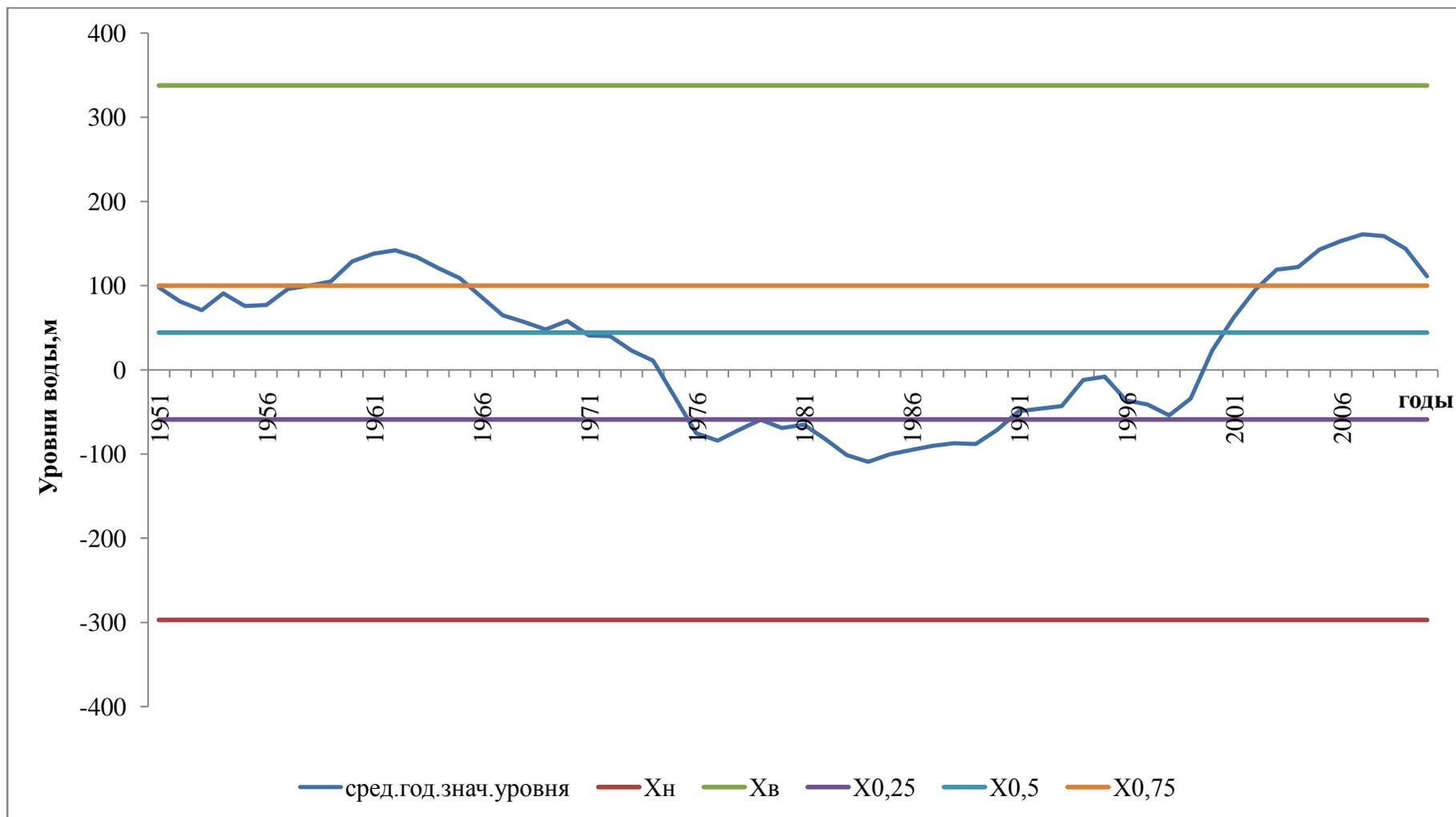


Рис. 2.2 График среднегодовых уровней воды на о.Тургояк

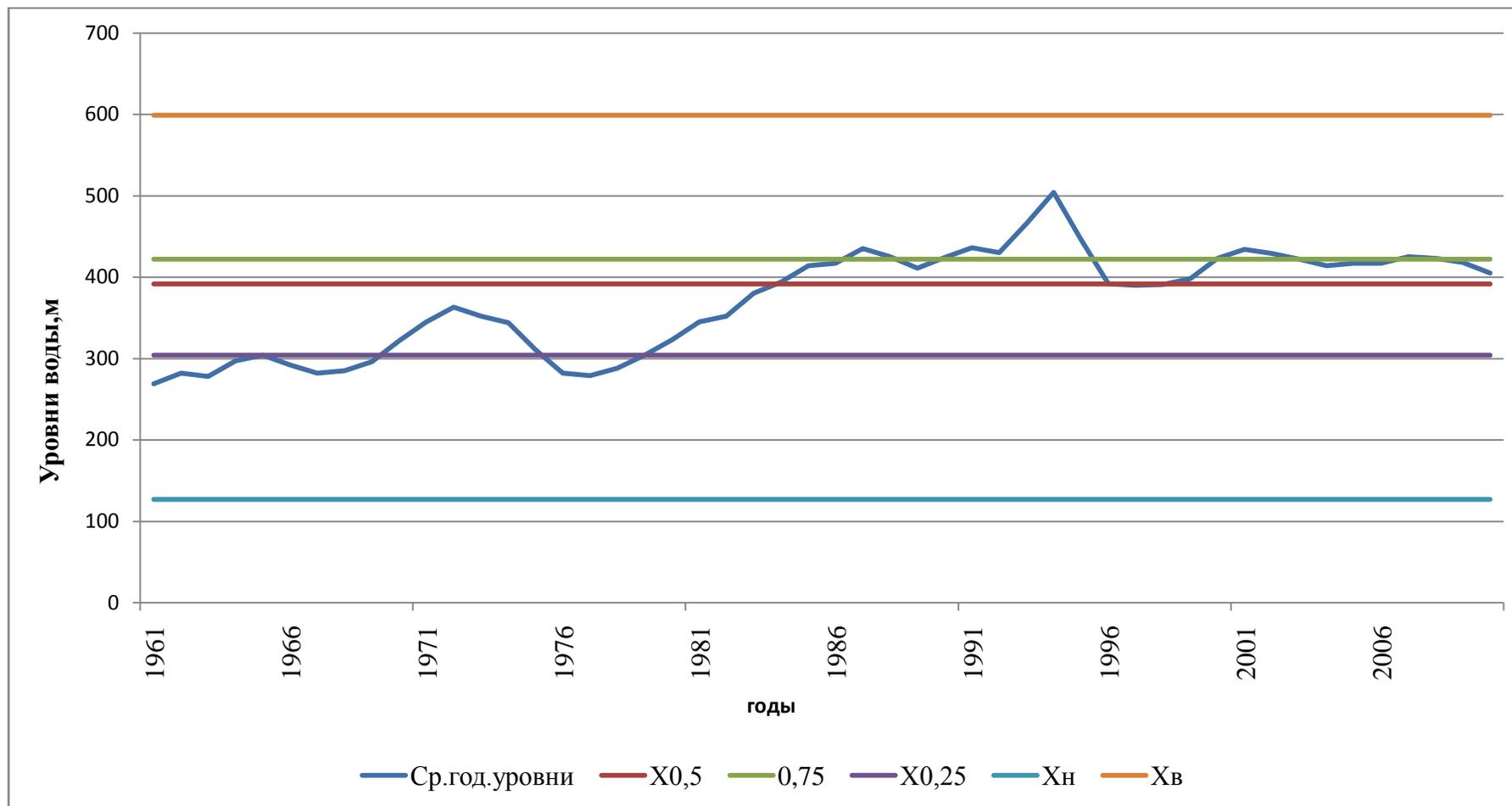


Рис. 2.3 График среднегодовых уровней воды на о.Смолино

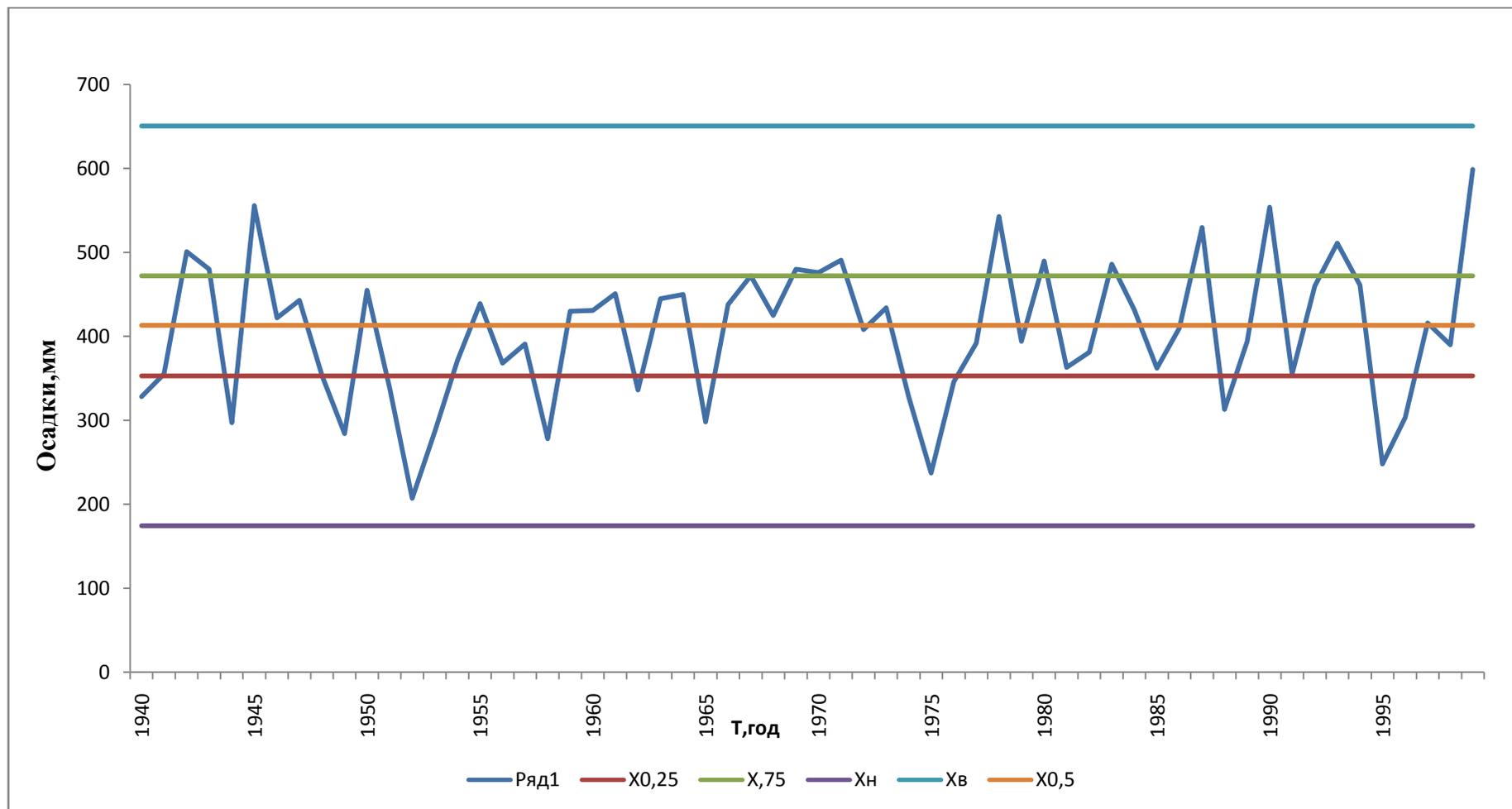


Рис. 2.4 Реализация сумм осадков за год оз.Аргаяш

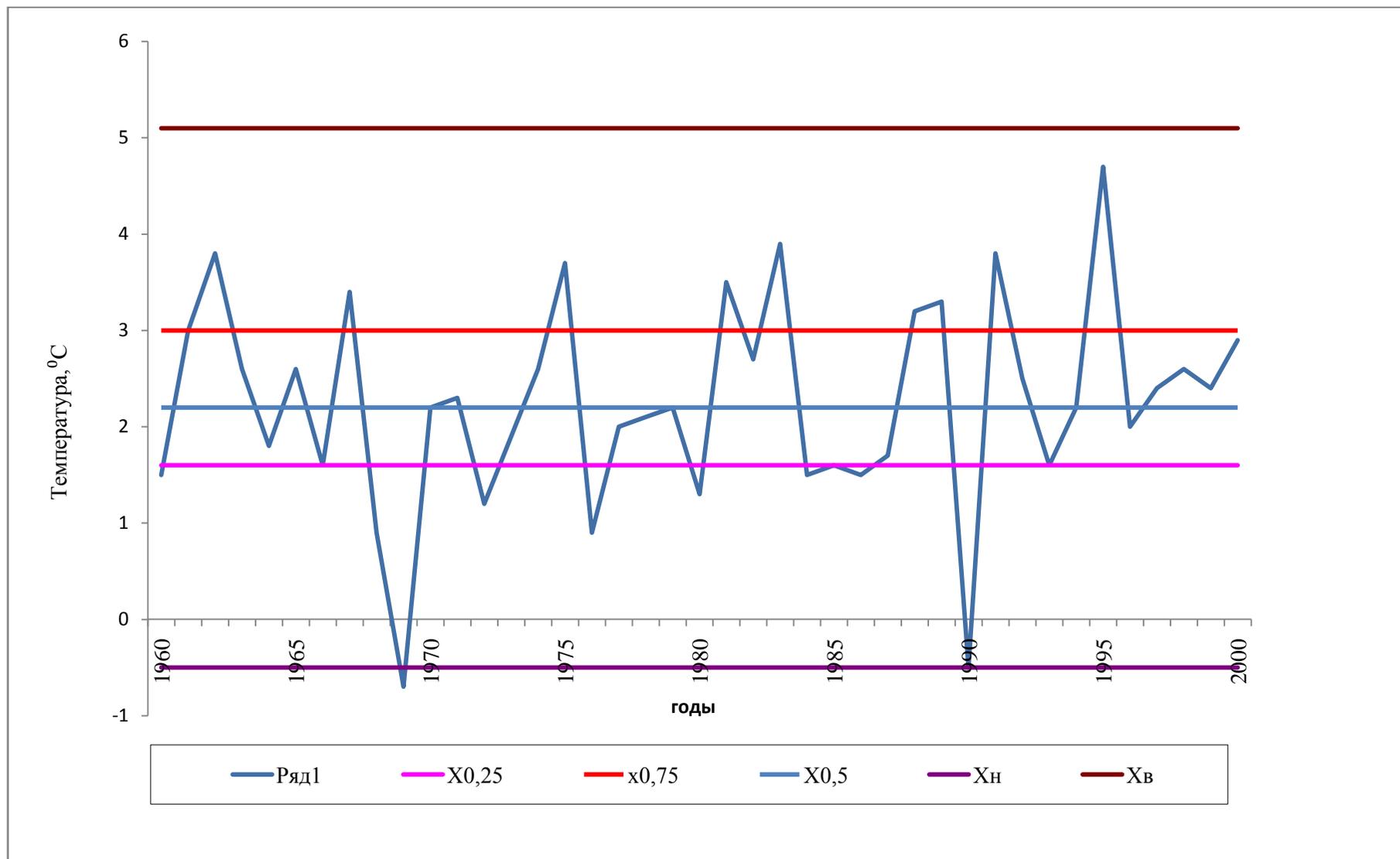


Рис. 2.5 Реализация среднегодовых температур оз.Аргаяш

Таблица 2.2 Сведения о маловодных и многоводных годах

Озеро	Многоводные	Маловодные	Экстремально многоводные
Аргаяш	1944-1951, 1998-2007	1936-1941, 1973-1977, 1979-1984, 1986-1987	2003-2004
Тургояк	1958-1965, 2002-2010	1976-1990	
Смолино	1987-1988, 1990-1995, 2001-2003, 2007-2008	1961-1969, 1976-1978	

Как видно из таблицы на оз.Аргаяш многоводные годы наблюдались: в периоды 1944-1951, 1998-2007; маловодные годы: 1936-1941, 1973-1977, 1979-1984, 1986-1987 гг. Экстремальные многоводные годы: 2003-2004 год.

Экстремальных лет на оз.Тургояк не наблюдалось. Маловодные годы: 1976-1990. Многоводные годы наблюдались в следующей группе лет: 1958-1965, 2002-2010.

В отличие от выше указанных озер на оз. Смолино многоводные годы наблюдались чаще: 1987-1988, 1990-1995, 2001-2003, 2007-2008. Маловодные годы: 1961-1969, 1976-1978.

Таблица 2.3.Сведения о выпавших осадках оз.Аргаяш

Высокое стояние	Низкое стояние
1942-1943	1940
1945	1944
1969-71	1948-1949
1978	1951-1953
1980	1958
1983	1962
1987	1965
1990	1974-1976
1993	1988
1999	1995-96

Таблица 2.4. Сведения о высоких и низких температурах воздуха оз.Аргаяш

Высокие	низкие
1962	1960
1967	1968-1969
1975	1972
1981	1976
1983	1980
1988-1989	1984-1986
1991	1990
1995	

Как видно из графика среднегодовых уровней воды оз. Аргаяш (рисунок 2.1) и таблицы характерных температур (таблица 2.4) ход температуры в основном согласуется с ходом среднего уровня на исследуемой территории за рассматриваемый отрезок времени.

То же самое происходит и с выпавшими осадками (таблица 2.3), их максимальное количество соответствует повышению уровня в оз. Аргаяш.

2.2 Выделение трендов фильтром Баттерворта

Одним из методов анализа временных рядов с целью выделения тенденции или трендов на повышение или понижение значений является их фильтрация, которая бывает низкочастотной и высокочастотной, полосовой и режекторной.

Низкочастотная фильтрация – преобразование ряда, при котором исключаются высокочастотные составляющие.

Для анализа многолетней изменчивости гидрометеорологических процессов рекомендуется применять цифровую тангенсную низкочастотную фильтрацию рядов. Это связано с тем, что тангенсная фильтрация обладает такими преимуществами, как простота вычисления коэффициентов передаточной функции фильтра и большая крутизна амплитудно – частотной характеристики вблизи частоты среза.

Одна из исчерпывающих характеристик – передаточная функция фильтра $H(\omega)$.

$$H(\omega) = \frac{Y(\omega)}{X(\omega)} = \frac{\sum_{k=0}^K \beta_k Z^{-k}}{1 + \sum_{l=1}^L \alpha_l Z^{-l}}, \quad (2.7)$$

где $H(\omega)$ - передаточная функция;

$X(\omega)$ и $Y(\omega)$ – их Фурье – изображение;

β_k, α_l - действительные числа, коэффициенты фильтра;

$Z = \exp(i\omega\Delta)$;

Δ – интервал дискретизации рядов $\{x_i\}$ и $\{y_i\}$.

Передаточная функция фильтра $H(\omega)$ выражает связь между частотными представлениями рядов $\{x_i\}$ и $\{y_i\}$ и имеет значения в комплексной области, т.е. $H(\omega)$ можно представить в виде:

$$H(\omega) = |H(\omega)| \exp(i\varphi(\omega)) \quad (2.8)$$

$$H(\omega) = \frac{(b_0 + b_1 Z^{-1} + b_2 Z^{-2})^{M_1}}{\prod_{m=1}^{M_1} (1 + a_{1m} Z^{-1} + a_{2m} Z^{-2})}, \quad (2.9)$$

где $H(\omega)$ - передаточная функция;

$b_0, b_1, b_2, a_{1m}, a_{2m}$ - коэффициенты.

Величина $M=2M_1$ называется порядком передаточной функции или порядком фильтра.

При таком представлении функцию $|H(\omega)|$ называют амплитудно-частотной характеристикой фильтра. В каждой точке частотного диапазона она выражает отношение амплитуд гармоник отфильтрованного и неотфильтрованного ряда с данной частотой. Функцию $\varphi(\omega)$ называют

фазово-частотной характеристикой фильтра. Она выражает зависимость сдвига фаз от частоты в отфильтрованном и неотфильтрованном рядах.

Тангенсные цифровые фильтры Баттерворта имеют передаточную функцию вида (2.10), что позволяет применить вышеуказанный метод фильтрации, обладающий

- рекуррентным способом вычисления отфильтрованного ряда;
- возможность повышения порядка фильтра увеличением числа уравнений.

Тангенсный низкочастотный фильтр Баттерворта порядка М имеет амплитудно – частотную характеристику

$$|H(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\omega\Delta}{2}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\omega_c\Delta}{2}\right)} \right]^{2M}}}, \quad (2.10)$$

где ω_c – частота среза.

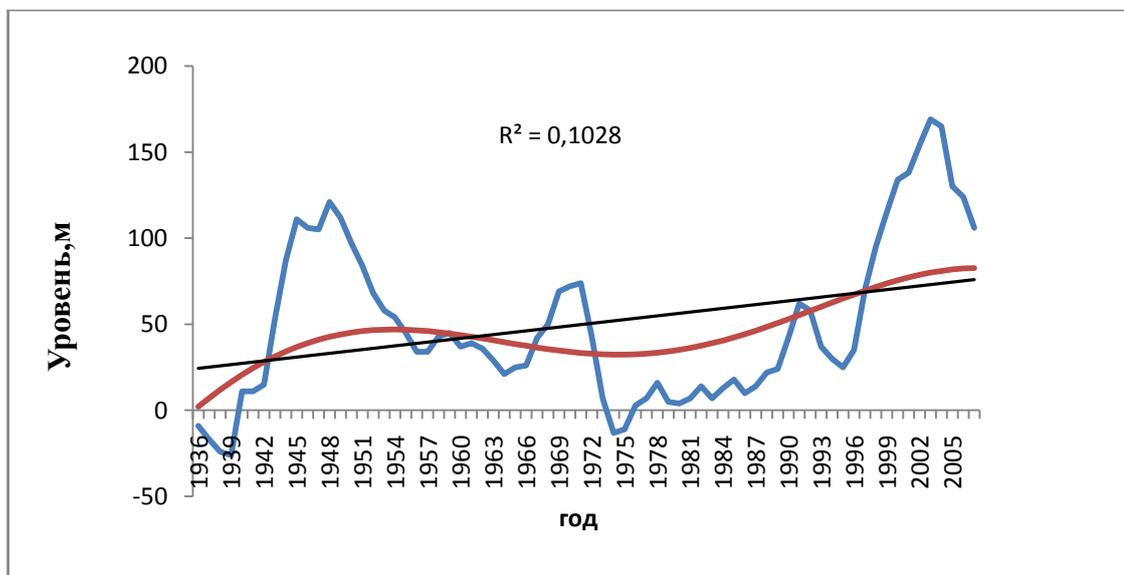


Рисунок 2.6 Реализация среднегодовых уровней воды оз.Аргаяш

На фоне преобладают низкочастотные колебания, которые состоят из суммы разночастотных колебаний: с частотой 2-3 года, 5-6 лет, 11-12 лет, 30 лет. Для их выделения воспользовались низкочастотной и высокочастотной фильтрацией Баттерворда.

Для выделения квази 11-летнего колебания, график которого приведен на рисунке 2.7, а оценка спектральной плотности на рисунке 2.8, использовался низкочастотный фильтр Баттерворда с частотой среза $\omega=0,57$ рад/год.

Для выделения квази 5-6-летнего колебания использовалась высокочастотная фильтрация с частотой среза $\omega=0,57$ рад/год, график которого изображен на рисунке 2.9, а оценка его спектральной плотности на рисунке 2.10.

Для выделения квази 2-3-летнего колебания использовалась низкочастотная фильтрация с частотой среза $\omega=1,25$ рад/год, график которого изображен на рисунке 2.11, а оценка его спектральной плотности на рисунке 2.12.

Таким образом последовательное применение низкочастотной и высокочастотной фильтрации Баттерворда позволило выявить периоды многолетней изменчивости (рис.2.13)

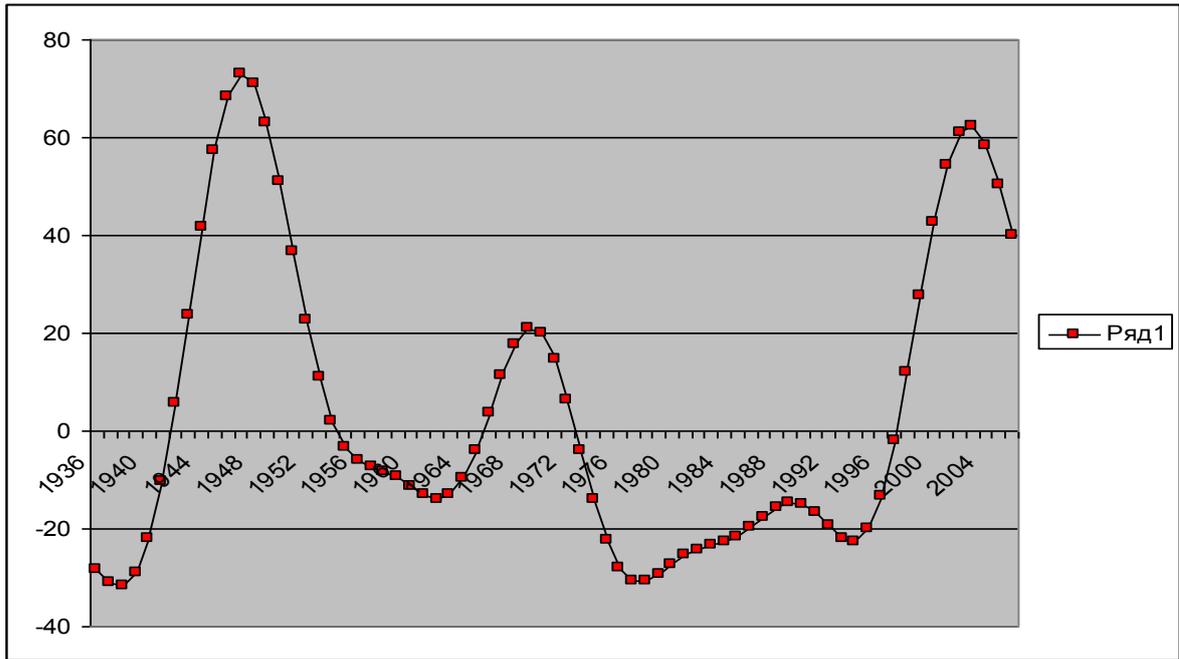


Рис. 2.7. Низкочастотная фильтрация Баттерворда среднегодовых уровней оз.Аргаяш $\omega=0,57$ рад/год

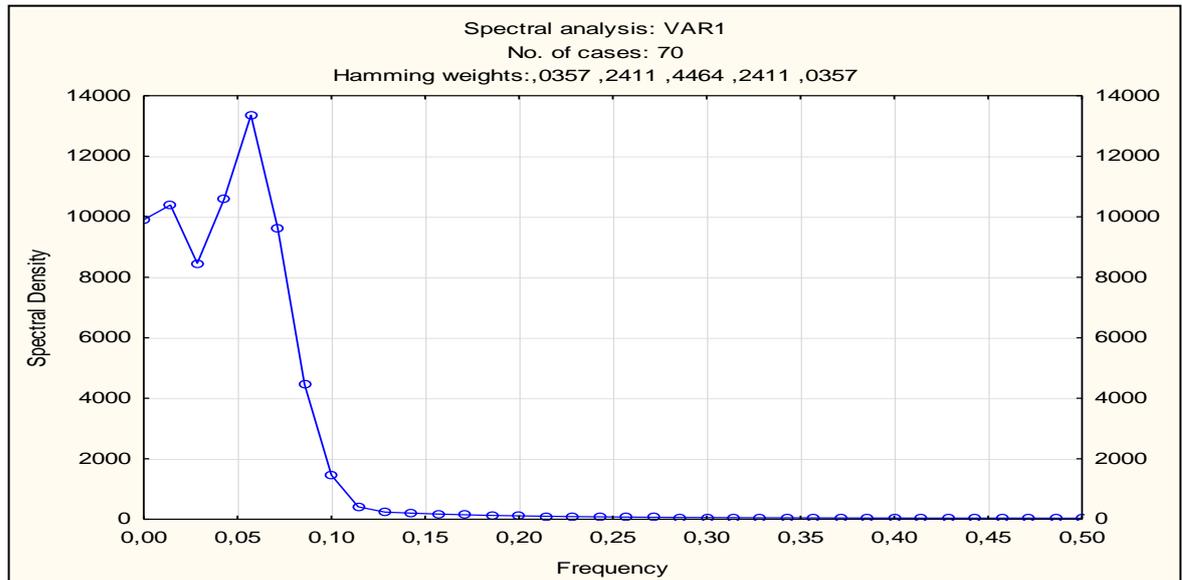


Рис.2.8 Оценка спектральной плотности низкочастотной фильнрации фильнрация Баттерворда среднегодовых уровней оз.Аргаяш $\omega=0,57$ рад/год

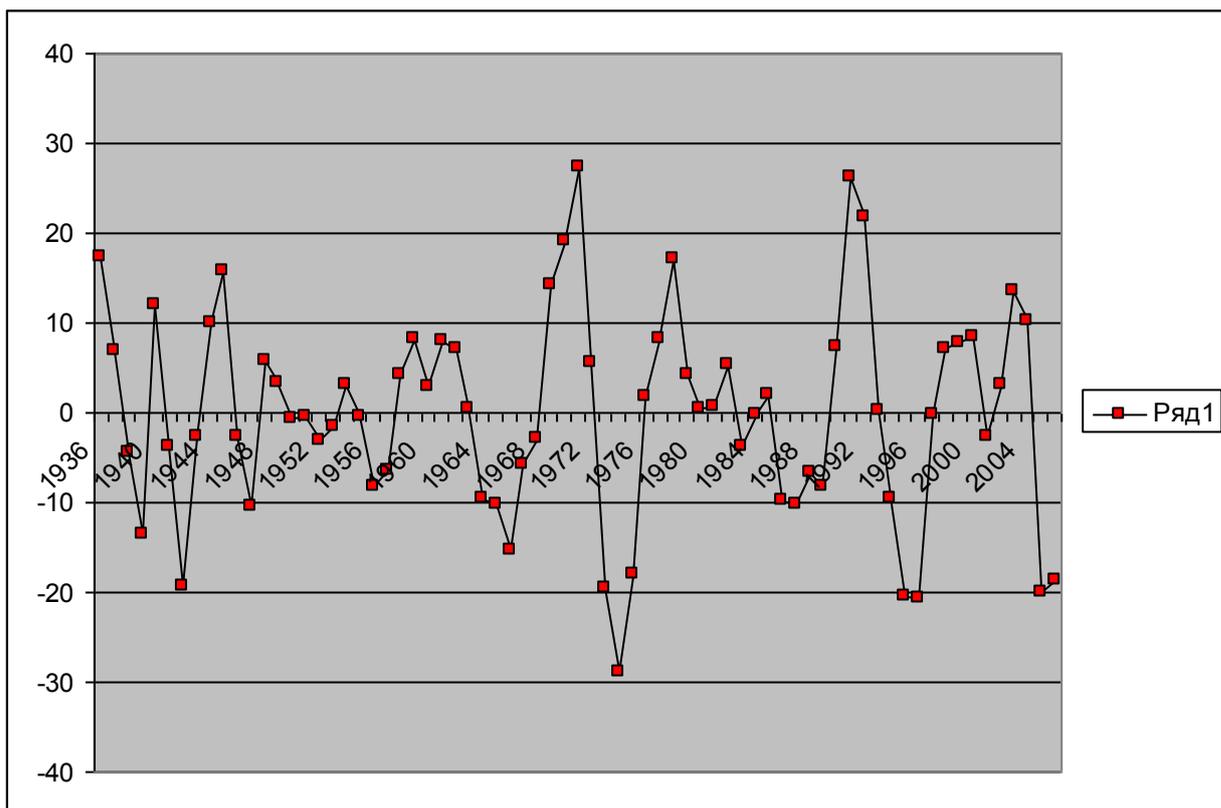


Рис. 2.9. Высокочастотная фильтрация Баттерворда среднегодовых уровней оз.Аргаяш $\omega=0,57$ рад/год

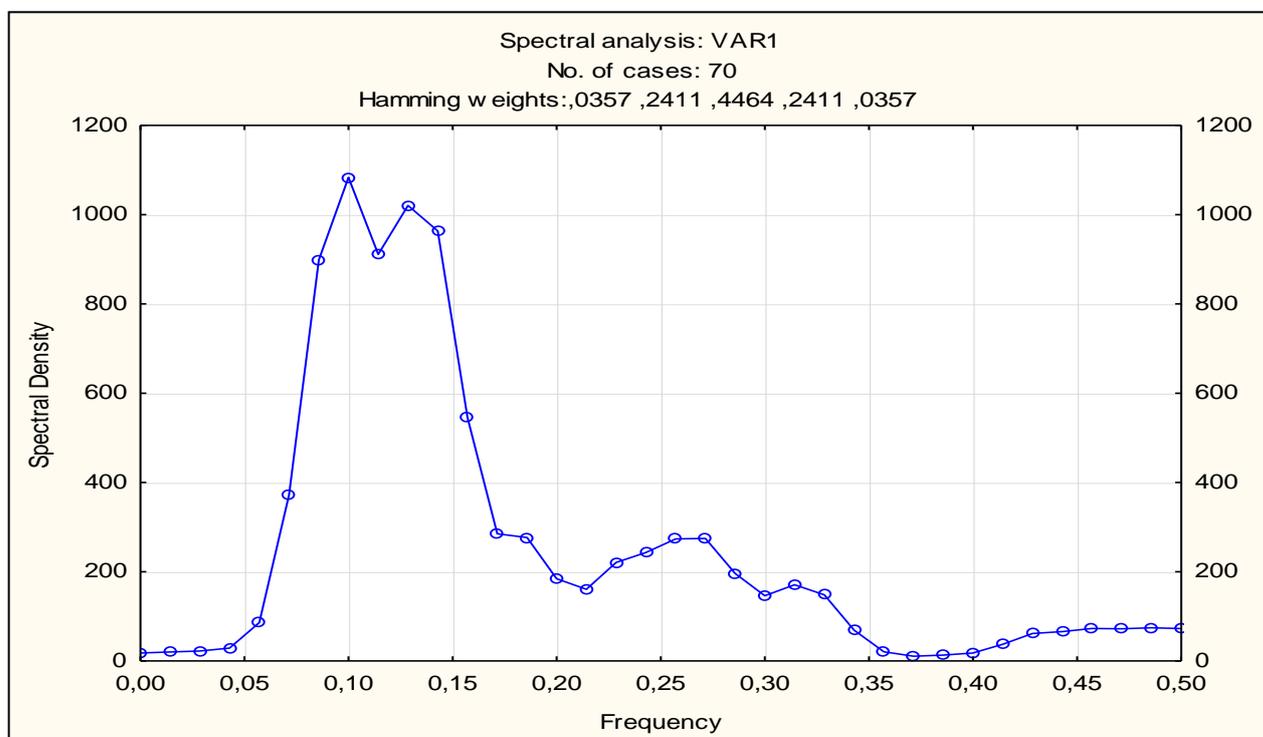


Рис.2.10 Оценка спектральной плотности высокочастотной фильтрация Баттерворда среднегодовых уровней оз.Аргаяш $\omega=0,57$ рад/год

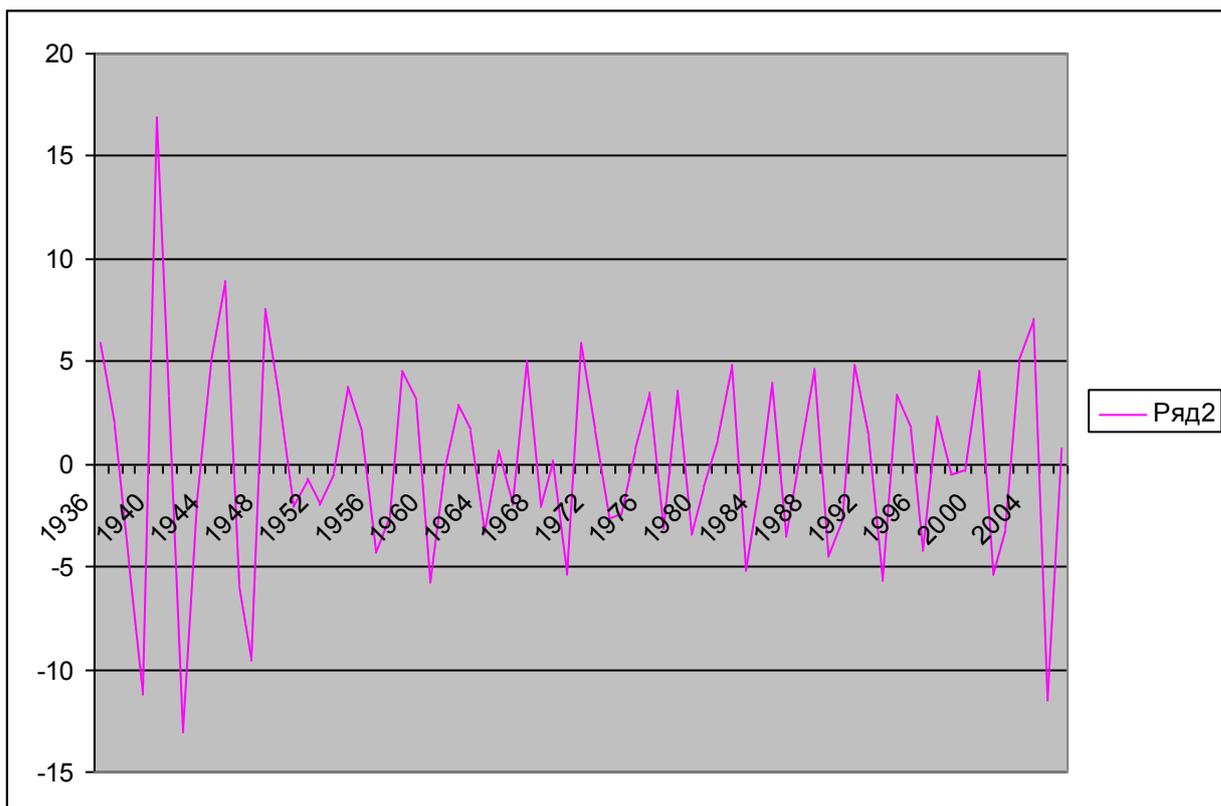


Рис. 2.11 Низкочастотная фильтрация Баттерворда среднегодовых уровней оз.Аргаяш $\omega=1,25$ рад/год

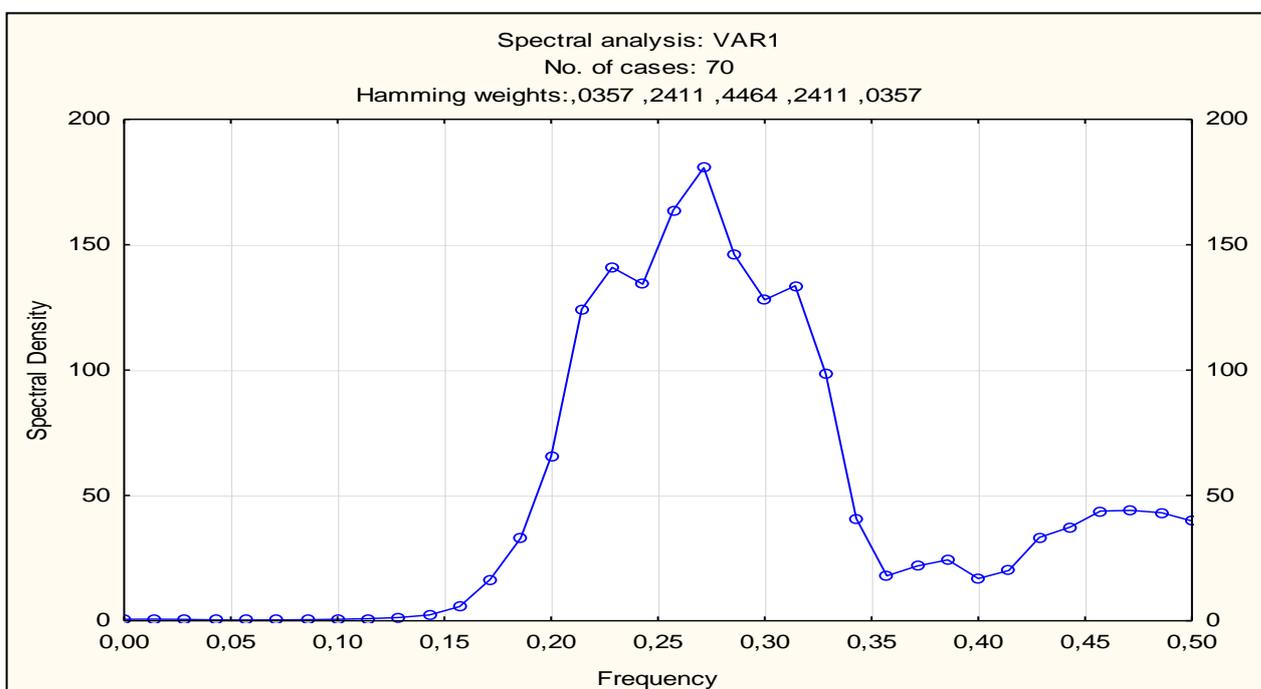


Рис.2.12.Оценка спектральной плотности низкочастотной фильтрация Баттерворда среднегодовых уровней оз.Аргаяш $\omega=1,25$ рад/год

Таким образом последовательное применение низкочастотной и высокочастотной фильтрации Баттерворда позволило выявить периоды многолетней изменчивости.

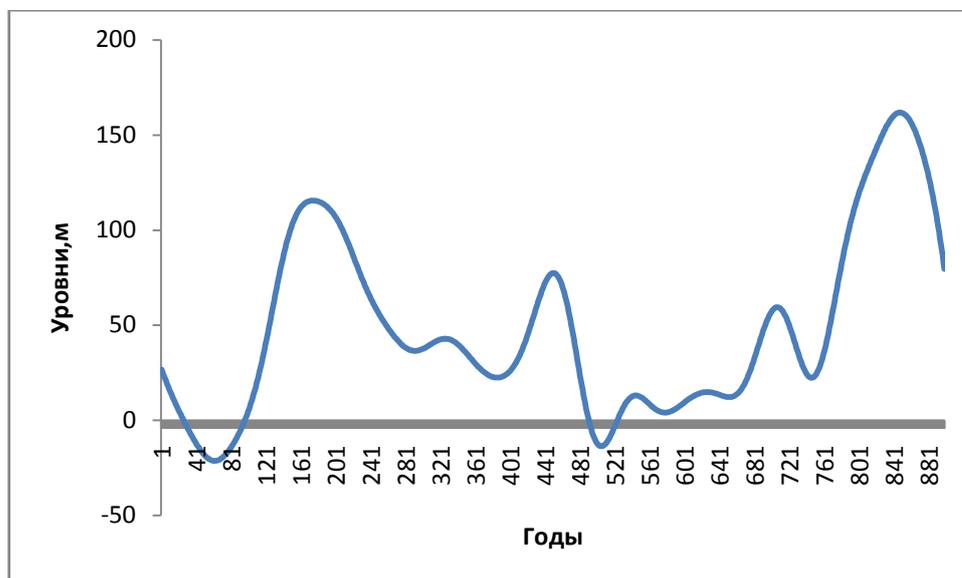


Рисунок 2.13 Периоды многолетней изменчивости

Как видно из графика средних годовых сумм осадков (рисунок 2.14), фильтр Баттерворта в основном согласуется с ходом среднего уровня речного стока на исследуемой территории за рассматриваемый отрезок времени. С 1945 по 1954 годы идет спад количества осадков и речного стока. Далее с 1954 по 1966 наблюдается колебания и уровня и осадков. С 1966 по 1972 годы имеется тенденция на увеличение, как осадков, так и уровня. С 1972 года идет маленький спад, а с 1976 года наблюдается увеличение осадков, что отражается на уровнях воды (рисунок 2.6).

На рисунке 2.15 изображен ход среднегодовой температуры воздуха. Как видно, до 1969 года наблюдается спад температуры, а далее идет тенденция к повышению, что согласуется ходом уровня воды в оз. Аргаяш.

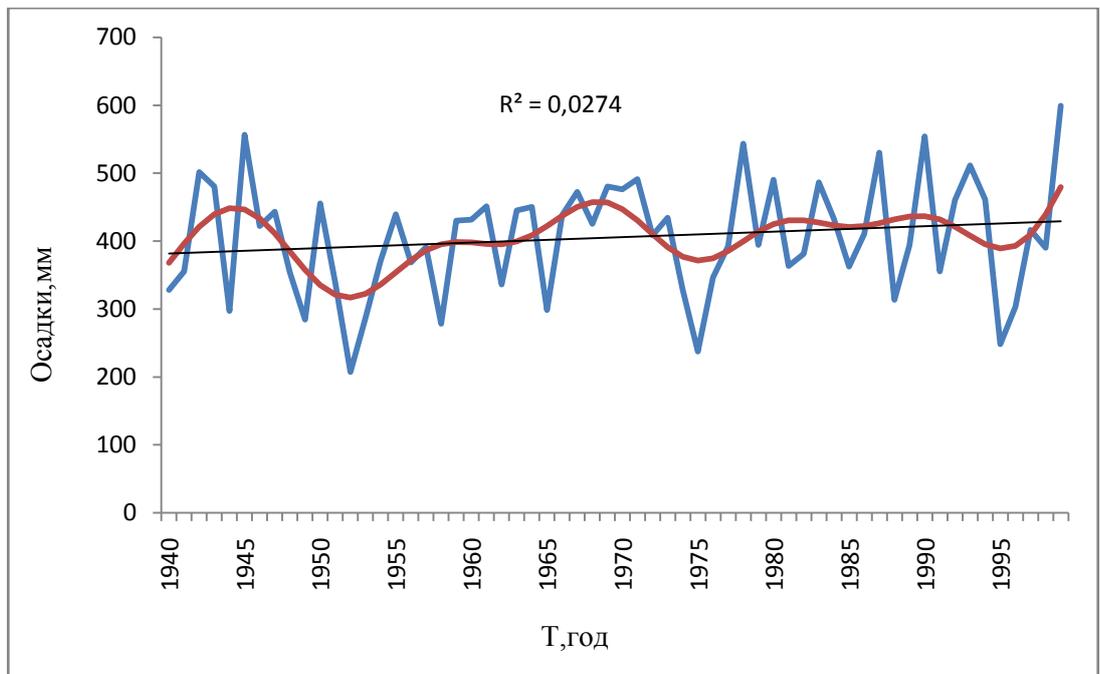


Рисунок 2.14 Реализация среднегодовых сумм осадков оз. Аргаяш

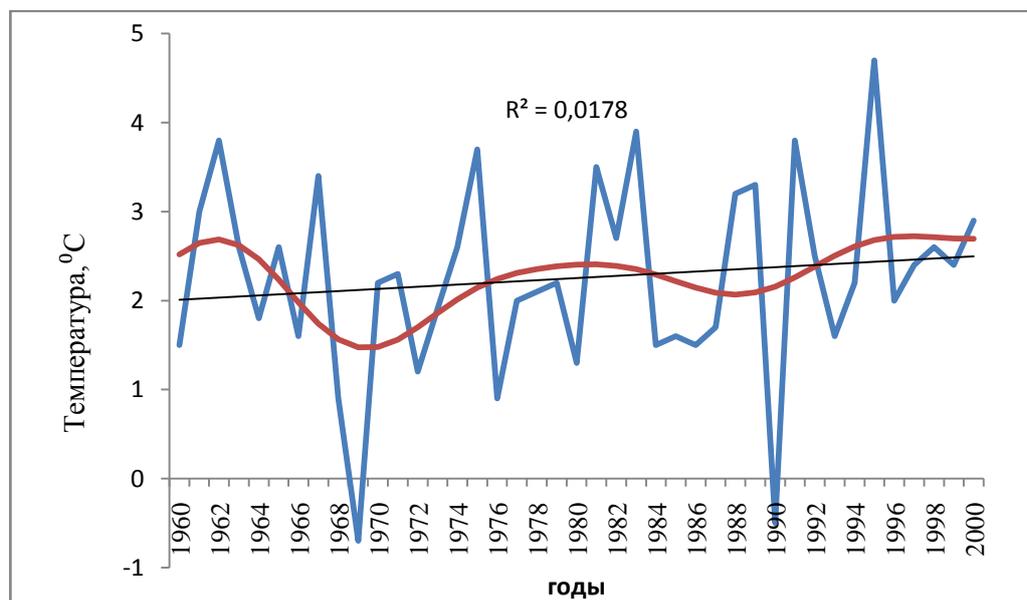


Рисунок 2.15 Реализация среднегодовых температур оз. Аргаяш

3. Внутригодовые колебания уровня

3.1 Методы теории периодически коррелированных случайных процессов.

Расчет внутригодового распределения стока представляет собой количественную оценку распределения стока по сезонам, месяцам, а также по декадам и неделям внутри месяца. Выражается обычно в процентах или долях от годового (при сезонном и месячном распределении) стока. Это позволяет иметь данные о стоке в конкретные (календарные) отрезки времени. Таким образом, при расчете внутригодового распределения уровня, необходимо решить две задачи: установить соотношение уровня за разные временные отрезки и его величину за эти периоды.

Для характеристики годового (внутригодового) хода уровня озер традиционно используется годовые гидрографы (хронологические графики изменения расхода со временем), полученные с различной степенью обобщения по данным о срочных или средних (суточных, декадных, месячных) уровнях воды озер. В качестве исходной информации для анализа внутригодового колебания уровня озер в настоящей работе использованы среднемесячные уровни воды оз. Аргаяш в створах метеостанции Аргаяш.

Для анализа внутригодового хода речного стока воспользуемся методом теории ПКСП. Характеристики ПКСП описывают так называемую повторяемость «в среднем» свойств гидрометеорологических процессов.

Случайный процесс называется периодически нестационарным, если существует такое положительное число T , при сдвиге на которое характеристики остаются неизменными или инвариантными.

Периодически коррелированный случайный процесс будет периодически нестационарным, в узком смысле, если инварианты, конечномерные распределения и периодически коррелированный случайный процесс будет периодически нестационарным, в широком смысле, если

инвариантны математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция.

Оценки вероятностных характеристик периодически коррелированных случайных процессов рассчитываются по следующим формулам:

$$m^*_{(t)} = \sum \xi(t+KT) \quad (3.1)$$

где $m^*_{(t)}$ – математическое ожидание;

$$D^*_{(t)} = \sum [\xi^0(t+KT)]^2 \quad (3.2)$$

где $D^*_{(t)}$ – дисперсии;

Оценка математического ожидания при этом характеризует средний многолетний повторяющийся образ и соответствует понятию норма, принятому в гидрометеорологии. Оценка дисперсии периодически коррелированных случайных процессов характеризует отклонения процесса от среднего многолетнего повторяющего образа. Оценка коррелированных зависимостей $K(t, \tau)$ характеризует особенности внутригодовой коррелированности при $\tau=1$ месяц, и особенности межгодовой коррелированности при $\tau=1$ год, где τ – это сдвиг при расчете коррелированных зависимостей.

При оценке вероятностных характеристик $m^*(t)$, $D^*(t)$, по реализациям средних месячных уровней производится выборка ежегодных последовательностей для каждого месяца года и рассмотрение этих последовательностей как стационарных и стационарно связанных.

На рисунках 3.1 приведена реализация средних месячных уровней воды за период с 1936 по 2010 гг. Как видно из рисунков, набор основных фаз внутригодового водного режима, время их наступления и роль в жизни реки, а также особенности формирования межгодовой изменчивости стока постоянны внутри исследуемого района. Из года в год на оз. Аргаяш

повторяются весеннее половодье (апрель, май), летняя межень, летне-осенние дождевые паводки, а также продолжительная зимняя межень. Максимум весеннего половодья приходится в одни годы на апрель, в другие на май. Бывают исключения, когда наблюдается засушливое лето. Таким образом, можно выделить два периода водного режима: теплый, продолжающийся с апреля по октябрь включительно, и холодный - с ноября по март. Для теплого периода характерна волна половодья, на спаде которого появляются дождевые паводки. От года к году меняется интенсивность половодий и паводков, уровень меженного стока остается постоянным.

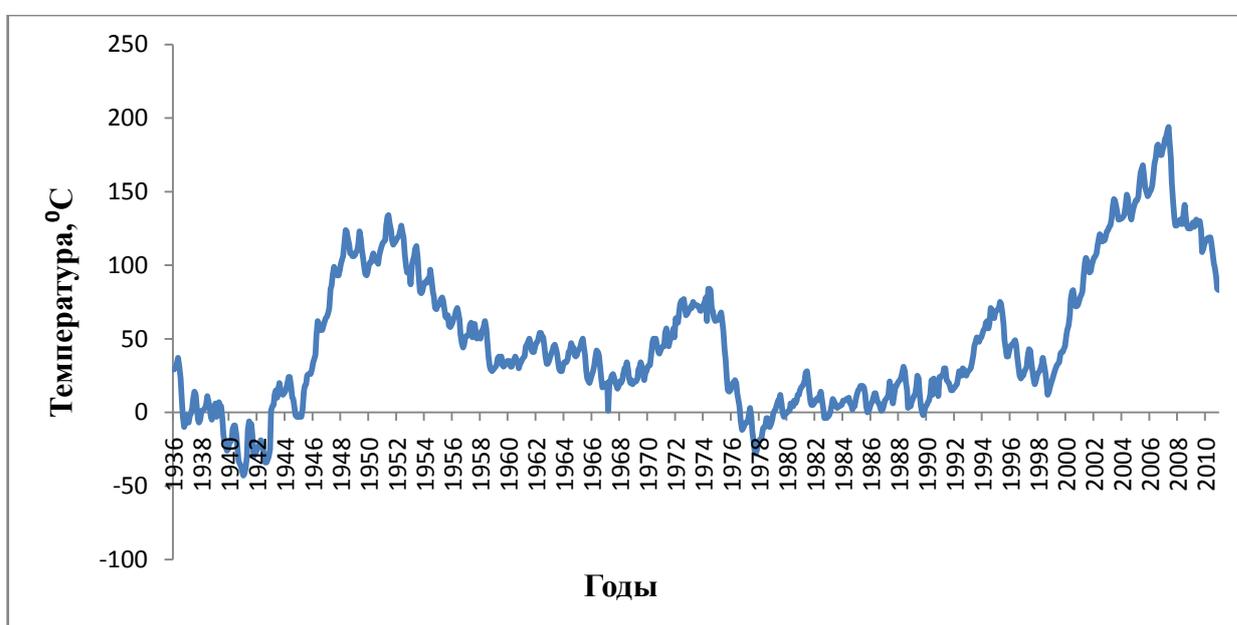


Рис.3.1 Гидрограф оз. Аргаяш с 1936-2010

3.2 Особенности внутригодового хода уровня оз. Аргаяш

Графики оценок вероятностных характеристик ПКСП (математического ожидания $m(t)$, дисперсии $D(t)$, корреляционных зависимостей внутригодовой $K(t, \tau)$ при $\tau=1$ месяц и межгодовой при $\tau=1$ год

изменчивости) анализируемого оз. Аргаяш приведены на рисунках 3.2. Они дают количественные оценки тех особенностей внутригодового хода и межгодовой изменчивости речного стока, что были отмечены при анализе исходных данных.

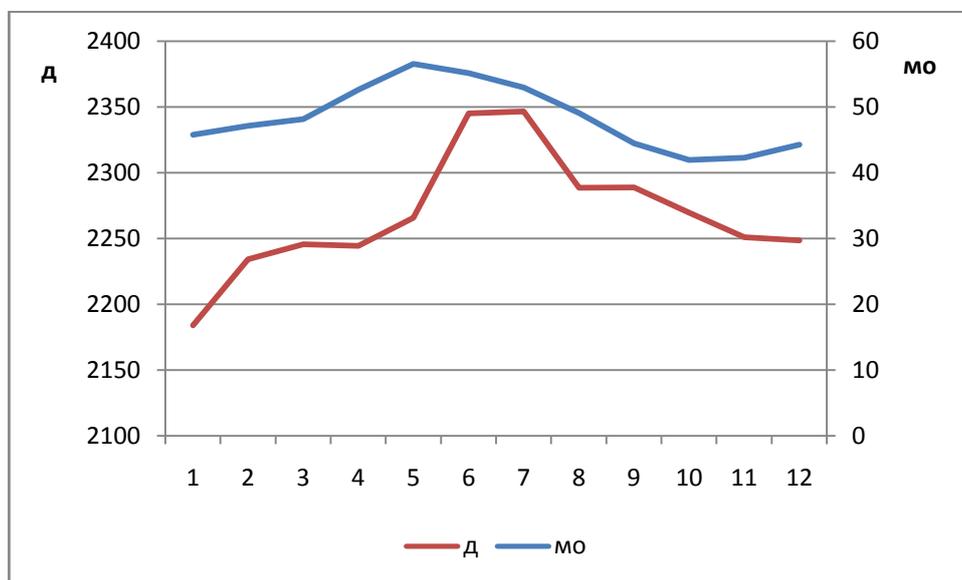


Рис.3.2 графики оценок математического ожидания и дисперсии

Так, графики оценок математического ожидания $m(t)$, имеют вид кривых с широким, выраженным продолжительным половодьем. Основной максимум наблюдается в период весеннего половодья (апрель, май). Максимум дождевых паводков наблюдается в октябре. Минимумы на кривых математического ожидания $m(t)$ соответствуют зимней межени. Кривые дисперсии $D(t)$ практически повторяют особенности кривых математического ожидания $m(t)$, исключением является месяц июль. Это объясняется тем, что летние дождевые паводки наблюдались не каждый год, а бывали и засушливые года. Расчет вероятностных характеристик внутригодовой изменчивости речного стока для каждого месяца года для построения графиков приведены в Приложении Д.

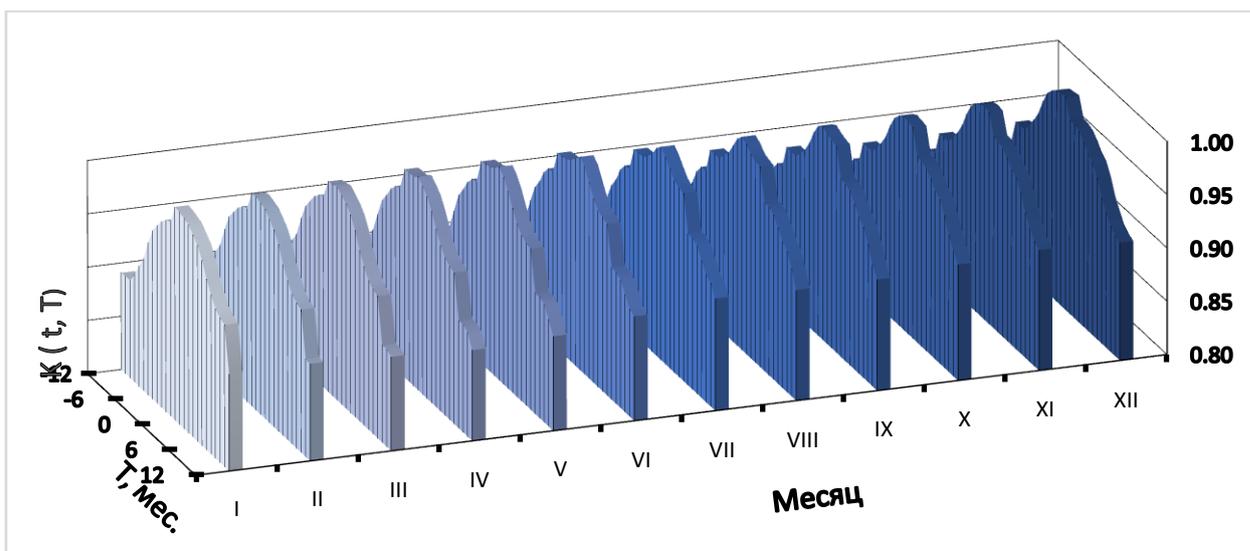


Рис 3.3 график оценок корреляционной зависимости внутригодовой изменчивости уровня оз. Аргаяш.

Для озера Аргаяш характерны незатухающие корреляционные зависимости внутри года. Коэффициенты корреляции значимы (больше 0,6) для всех месяцев года в течение 12 месяцев. Это связано с наличием низкочастотного тренда на фоне, которого наблюдается внутригодовые колебания уровней, что наглядно видно на рисунке 3.1.

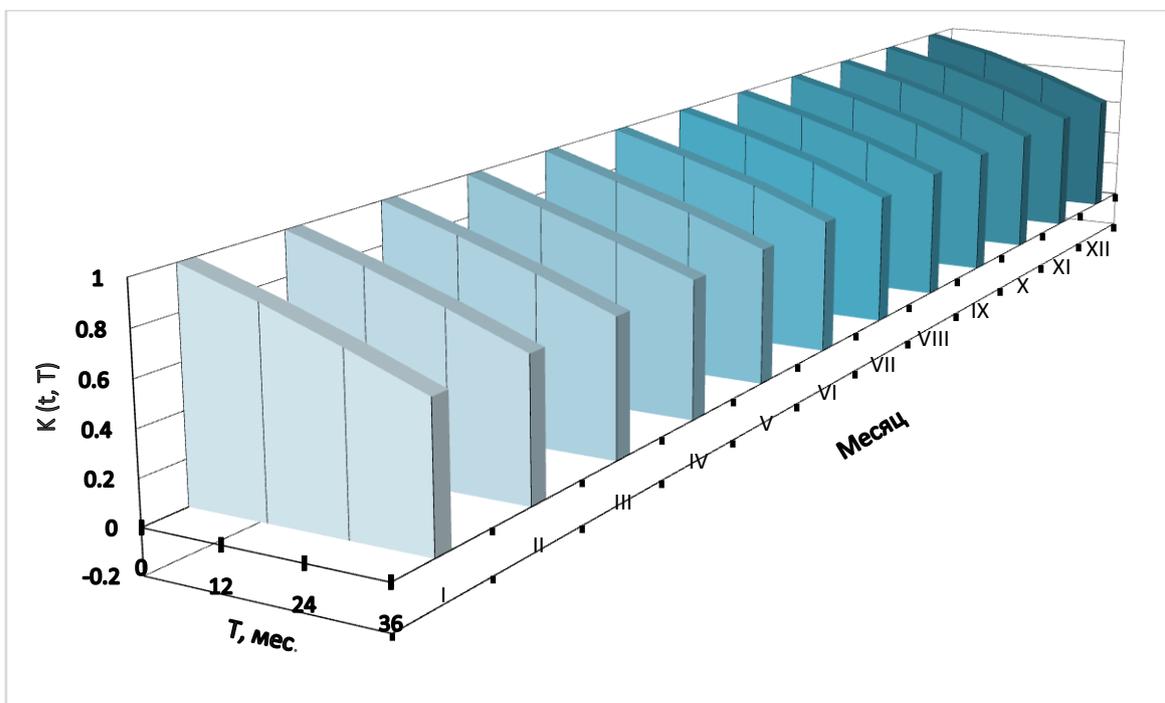


Рис 3.4 график оценок корреляционной зависимости межгодовой изменчивости уровней оз. Аргаяш.

Корреляционные зависимости межгодовых изменений остаются значимы для всех месяцев года при сдвигах на три года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе выполнен анализ многолетних и внутригодовых колебаний уровня озер Аргаяш, Тургойак, Увильды и Смолино с использованием данных среднегодовых, среднемесячных уровней воды, а также извлеченных из них ежегодных последовательностей значений.

Привлекались данные по постам соответствующих озер. Период наблюдений составил с 1936 по 2010 годы. Естественный режим реки наблюдается только в оз. Аргаяш. В трех выше указанных озерах уровненный режим нарушен.

Многолетние колебания анализировались по традиционно используемым данным среднегодовых уровней воды, а также по ежегодным последовательностям значений для характерных месяцев года. Ежегодные последовательности рассматривались как стационарные случайные процессы. Для установления многоводных и маловодных лет в стоке анализируемой реки привлекался квантильный анализ данных. В качестве основных вероятностных характеристик использовались квантили X_{\min} , $X_{0.25}$, $X_{0.5}$, $X_{0.75}$, X_{\max} и основанные на них другие расчетные параметры.

Для выделения трендов на отрезках локальной нестационарности использовалась низкочастотная фильтрация Баттерворта.

Выполненный анализ показал, что на всех озерах группа многоводных и маловодных практически несогласованы.

Результаты низкочастотной фильтрации среднегодовых уровней воды показали, что на озере Аргаяш по данным наблюдений имеется тренд на повышение водности с середины 70-х до конца рассматриваемого периода. Для объяснения этой тенденции были использованы данные по значениям температуры воздуха и суммам атмосферных осадков. Анализ этих данных показал, что увеличение водности в основном связано с потеплением климата. Как видно из графика средних годовых сумм осадков (рисунок 2.7), фильтр Баттерворта в основном согласуется с ходом среднего уровня речного

стока на исследуемой территории за рассматриваемый отрезок времени. До 1969 года наблюдается спад температуры, а далее идет тенденция к повышению, что согласуется ходом уровня воды в оз. Аргаяш.

Внутригодовые колебания стока озера анализировались по реализациям среднемесячных уровней воды, которые рассматривались как периодически коррелированные случайные процессы. В качестве основных вероятностных характеристик внутригодичного хода использовались оценки математического ожидания $m(t)$, дисперсии $D(t)$, корреляционных зависимостей внутригодичной $K^*(t, \tau)$, при $\tau=1$ месяц и межгодовой $K^*(t, \tau)$, при $\tau=1$ год изменчивости.

Выполненный анализ показал, что для озера Аргаяш выделяются два основных сезона: теплый (апрель – октябрь) с высоким половодьем и дождевыми паводками, и холодный (ноябрь – март) – с устойчивой зимней меженью.

Последовательная фильтрация как низкочастотная так и высокочастотная позволила выделить квази 11-летние, 5-6-летние и 2-3-летние колебания.

Увеличение уровня озера Аргаяш связано преимущественно с увеличением осадков в зимний период. Для среднегодовых уровней в озере Аргаяш характерен тренд на увеличение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мякишева Н. В., Трапезников Ю. А. Авторегрессионная модель межгодовой изменчивости гидрометеорологических процессов // Вероятностный анализ и моделирование океанологических процессов. Л., 1984.
2. Давыдов Л. К., Дмитриева А. А., Конкина И. Г. Общая гидрология. Л., 1973.
3. Драган Я. П., Рожков В. А., Яворский И. Н. Методы вероятностного анализа ритмики океанологических процессов, Л., 1987.
4. Алексеева Т. Ю., Мякишева Н. В., Трапезников Ю. А. Специфика вероятностного моделирования межгодовой изменчивости гидрометеорологических процессов. М., 1985. Ч. 2.
5. Косолапов А.Е., Шефер Е. А., Дандара Н. Т., Лагута М. И., Калиманов Т. А., Коржов И. В. Проект правил использования водных ресурсов Верхне-Уральского, Магнитогорского и Ириклинского водохранилищ, Екатеринбург, 2013.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Среднемесячные уровни воды

Таблица А. 1. Оз. Аргаяш

годы	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1936	29	30	30	34	37	31	23	11	-3	-10	-8	-2
1937	-6	-7	-2	-1	3	9	14	12	4	-5	-7	-5
1938	1	1	2	3	5	11	8	4	-3	-5	-2	-1
1939	6	-3	-1	7	4	4	-5	-15	-22	-24	-26	-25
1940	-21	-20	-18	-11	-9	-9	-15	-25	-33	-35	-37	-40
1941	-43	-42	-38	-30	-12	-6	-8	-8	-18	-30	-28	-27
1942	-25	-23	-23	-19	-22	-25	-30	-34	-34	-32	-30	-25
1943	1	4	5	12	15	10	15	20	16	13	12	13
1944	14	16	20	24	24	18	10	9	3	-2	-3	-2
1945	-3	-3	-3	2	14	18	19	25	26	26	26	29
1946	34	36	39	52	62	60	56	58	56	59	62	64
1947	65	68	71	84	86	94	99	97	94	93	93	97
1948	101	104	106	115	124	123	118	114	108	108	106	106
1949	107	109	110	114	123	118	111	105	98	94	93	95
1950	100	102	102	106	108	103	103	104	101	106	110	113
1951	115	116	117	127	133	134	128	124	117	114	115	116
1952	118	119	120	124	127	122	119	107	99	95	96	96
1953	87	100	103	106	111	113	105	93	82	81	82	86
1954	88	89	88	91	90	97	90	82	79	71	70	72
1955	73	74	77	78	76	70	65	64	66	59	58	59
1956	61	64	65	69	71	68	63	53	47	44	46	51
1957	52	52	53	59	61	51	53	60	55	50	51	52
1958	50	55	56	59	62	57	49	38	31	29	28	29
1959	30	31	32	37	38	36	38	32	31	32	33	35
1960	34	35	31	31	35	36	38	36	34	30	33	34
1961	36	37	38	45	46	48	50	47	42	41	41	45
1962	47	48	50	54	54	52	51	44	38	33	33	35
1963	38	40	42	45	46	43	40	33	29	28	28	31
1964	34	34	34	36	41	42	47	45	44	39	38	39
1965	42	43	45	48	50	45	39	28	23	21	20	23
1966	26	28	32	37	42	41	39	31	22	17	18	19
1967	19	20	1	21	21	25	26	24	20	18	16	18
1968	21	20	22	26	30	30	34	29	23	20	22	19
1969	21	21	21	23	29	31	34	31	25	22	27	28
1970	31	32	32	40	48	50	49	50	45	41	40	42
1971	44	45	45	54	57	47	45	49	50	54	57	51
1972	64	62	61	69	74	76	76	77	70	66	67	69
1973	70	72	71	75	73	73	73	72	72	69	69	72
1974	73	75	78	62	84	84	83	70	69	64	62	63
1975	63	63	66	68	63	55	42	36	22	15	14	15
1976	17	20	20	22	20	13	8	4	-6	-12	-11	-9
1977	-7	-7	-6	-2	3	-3	-13	-20	-26	-28	-25	-21

Продолжение таблицы А. 1

1978	-19	-18	-17	-11	-10	-10	-4	-4	-6	-10	-8	-5
1979	-1	1	2	5	8	8	12	6	0	-3	-1	-1
1980	0	1	1	6	6	4	8	6	8	12	12	15
1981	17	18	19	22	27	28	21	14	7	5	5	6
1982	8	9	8	10	12	14	8	2	-4	-3	-4	-3
1983	-2	0	4	9	8	6	4	3	4	4	5	5
1984	8	8	8	9	9	10	6	6	2	4	4	9
1985	12	15	16	18	18	18	17	12	4	0	1	3
1986	6	7	10	13	13	9	7	6	3	1	2	4
1987	8	9	10	12	21	16	10	6	12	18	18	20
1988	21	22	24	27	31	28	21	15	3	4	4	7
1989	9	11	12	18	25	23	13	4	0	-2	1	4
1990	5	7	8	12	22	12	23	20	19	19	11	24
1991	24	25	26	30	30	22	21	20	18	15	15	16
1992	17	18	19	24	28	25	25	30	29	26	25	27
1993	28	29	30	34	39	45	48	51	50	48	50	51
1994	54	56	57	61	62	57	60	71	70	66	64	68
1995	69	70	70	75	74	68	60	49	43	38	38	42
1996	45	46	46	48	49	46	37	30	25	23	25	25
1997	28	29	31	38	43	42	35	28	22	19	22	25
1998	27	28	30	33	37	32	27	21	12	14	17	20
1999	22	25	28	30	32	33	34	40	41	41	43	45
2000	52	56	59	66	77	82	83	77	72	72	73	75
2001	78	80	82	93	102	105	103	97	95	96	100	103
2002	105	106	108	113	118	121	120	116	118	117	120	123
2003	124	126	127	132	139	145	144	140	135	131	131	132
2004	132	133	134	140	148	146	138	135	131	136	139	142
2005	144	144	147	155	163	166	168	160	153	150	147	148
2006	150	151	154	162	169	173	181	182	177	175	175	179
2007	181	186	187	191	194	184	173	156	143	132	127	127
2008	128	129	131	128	128	136	141	132	127	125	125	125
2009	127	129	126	127	131	130	130	130	124	109	111	115
2010	116	118	118	119	119	115	108	101	98	92	84	83

Таблица А. 2 оз. Смолино

годы	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1961	251	255	158	270	272	265	273	279	275	275	277	282
1962	285	288	291	297	297	291	285	275	269	265	267	269
1963	273	278	280	286	289	284	277	271	272	272	274	278
1964	283	285	284	292	297	294	299	304	307	303	304	308
1965	313	316	319	323	323	314	304	296	290	283	283	288
1966	290	294	301	304	308	302	301	291	281	273	275	279
1967	281	284	885	288	289	294	290	285	279	272	269	271
1968	275	279	283	287	289	290	293	288	283	283	282	285
1969	287	289	290	294	300	301	302	299	293	292	298	301
1970	306	308	309	321	330	328	327	329	328	325	327	330

Продолжение Таблицы А. 2

1971	331	333	337	346	331	348	349	351	349	348	349	354
1972	258	361	363	375	377	372	372	369	362	353	353	356
1973	358	358	358	360	358	353	348	346	346	346	345	346
1974	346	348	351	357	357	357	355	344	335	328	327	327
1975	329	329	330	333	331	323	315	302	291	284	283	284
1976	287	290	292	293	291	282	280	279	271	267	271	276
1977	277	279	281	287	292	288	280	273	270	268	271	277
1978	281	282	285	293	296	292	292	289	285	281	286	291
1979	294	297	301	306	309	309	312	306	301	299	302	305
1980	307	309	310	322	329	329	328	323	324	327	329	335
1981	337	340	342	347	352	355	351	346	342	341	341	341
1982	343	346	347	348	353	359	358	354	353	352	355	361
1983	363	367	373	380	384	383	383	383	383	385	385	386
1984	388	393	398	398	398	399	394	392	390	391	393	397
1985	405	406	410	420	422	421	421	420	415	409	410	413
1986	418	481	425	430	429	424	418	412	406	403	404	409
1987	416	413	418	426	434	430	422	421	421	428	428	431
1988	435	437	440	442	441	434	426	418	411	405	402	406
1989	408	414	416	421	428	426	418	403	399	395	399	403
1990	406	410	414	420	425	427	431	429	428	428	430	434
1991	437	439	441	447	446	439	431	423	416	413	413	414
1992	418	422	426	432	437	434	431	432	435	424	430	435
1993	441	444	444	450	456	460	470	477	484	486	489	482
1994	495	495	496	508	511	508	508	517	514	508	497	495
1995	490	484	479	476	470	455	436	416	398	390	391	394
1996	397	401	404	406	409	405	391	382	376	375	378	380
1997	383	389	391	397	401	399	394	389	385	381	380	384
1998	389	392	396	402	406	403	398	389	377	377	381	387
1999	389	392	394	399	402	402	400	404	399	396	396	399
2000	403	407	412	423	431	437	435	429	425	426	426	426
2001	433	435	441	443	441	438	436	428	423	423	429	431
2002	432	435	440	443	440	436	429	419	417	414	419	422
2003	495	428	430	431	430	437	430	421	412	407	407	408
2004	411	415	419	428	431	426	417	409	400	400	405	411
2005	415	417	42	423	426	426	427	418	410	407	405	406
2006	409	413	415	422	426	425	423	423	412	409	411	415
2007	418	420	423	430	440	439	441	428	417	413	412	413
2008	415	417	420	424	424	426	433	427	422	421	421	420
2009	421	423	426	429	432	426	417	413	412	407	405	405
2010	411	414	417	421	423	417	406	401	392	384	384	385

Таблица А. 3 оз. Тургояк

годы	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1951	92	91	90	95	104	110	109	104	97	90	85	84
1952	82	80	80	81	87	99	100	90	80	71	66	60
1953	58	59	61	60	74	85	89	86	75	69	64	69
1954	70	72	72	73	84	94	96	91	85	80	77	74
1955	75	76	79	80	84	86	84	85	79	69	61	60
1956	62	64	64	69	79	85	89	89	84	80	77	79
1957	79	80	82	86	102	106	107	112	109	100	95	92
1958	94	96	100	101	112	116	110	102	97	95	92	91
1959	88	89	91	96	102	106	113	112	114	115	117	117
1960	114	114	114	115	124	137	144	147	144	135	130	126
1961	128	129	127	128	133	139	147	153	149	147	139	137
1962	138	137	135	136	143	150	151	150	149	144	137	132
1963	133	133	133	135	144	145	143	137	135	129	122	120
1964	119	118	115	112	116	123	135	134	130	123	116	115
1965	115	115	113	113	122	124	119	110	104	95	89	89
1966	87	88	91	92	97	100	102	96	85	75	68	65
1967	64	62	60	57	57	70	78	78	74	68	59	54
1968	53	53	51	52	63	70	73	69	61	53	43	41
1969	39	36	32	30	38	49	63	68	62	56	53	51
1970	48	46	43	46	65	73	75	73	67	60	50	47
1971	46	42	42	41	51	54	59	56	51	45	41	38
1972	30	35	35	40	49	53	53	49	40	33	29	26
1973	24	24	23	24	24	25	28	27	25	20	16	15
1974	14	13	12	12	18	25	27	19	10	3	-6	-11
1975	-13	-14	-15	-17	-17	-21	-30	-36	-44	-54	-60	-62
1976	-68	-67	-68	-69	-69	-71	-69	-68	-75	-87	-92	-93
1977	-93	-93	-93	-91	-87	-74	-73	-76	-77	-84	-87	-85
1978	-86	-87	-89	-86	-75	-65	-57	-55	-56	-63	-67	-68
1979	-69	-67	-66	-59	-59	-52	-43	-43	-48	-60	-73	-78
1980	-77	-74	-74	-79	-70	-66	-64	-64	-63	-64	-65	-70
1981	-71	-73	-74	-73	-61	-48	-49	-55	-61	-67	-72	-77
1982	-77	-78	-79	-48	-84	-83	-78	-83	-86	-89	-93	-101
1983	-104	-107	-109	-103	-99	-97	-96	-97	-97	-97	-102	-106
1984	-107	-109	-112	-115	-116	-106	-103	-102	-106	-108	-110	-114
1985	-113	-112	-112	-110	-103	-97	-89	-79	-86	-93	-101	-100
1986	-99	-100	-105	-99	-92	-89	-84	-84	-88	-95	-101	-106
1987	-105	-104	-105	-106	-94	-87	-81	-80	-77	-75	-73	-84
1988	-83	-84	-84	-82	-72	-67	-68	-68	-72	-75	-83	-91
1989	-93	-94	-94	-94	-79	-75	-78	-81	-84	-89	-93	-97
1990	-99	-100	-101	-97	-73	-61	-49	-51	-58	-54	-52	-60
1991	-62	-62	-61	-56	-44	-40	-37	-39	-40	-44	-49	-53
1992	-54	-56	-58	-59	-46	-44	-41	-34	36			
1993	-58	-59	-60	-58	-52	-46	-40	-33	-27	-27	-29	-31
1994	-34	-35	-36	-33	-23	-31	-7	10	13	11	9	3
1995	-1	-3	-4	-3	4	4	2	-4	-11	-18	-27	-34
1996	-35	-36	-36	-34	-29	-26	-29	-33	-38	-43	-48	-50
1997	-52	-52	-53	-44	-33	-28	-29	-29	-34	-41	-47	-52

Продолжение Таблицы А. 3

1998	-53	-54	-56	-59	-51	-45	-45	-43	-52	-60	-64	-65
1999	-65	-65	-65	-64	-48	-35	-24	-9	-7	-9	-8	-9
2000	-9	-7	-4	-1	15	29	47	50	44	39	37	37
2001	74	77	48	52	62	69	72	71	72	70	69	69
2002	70	71	71	75	95	110	113	113	111	107	105	103
2003	102	102	102	105	114	128	136	135	133	128	124	118
2004	114	114	114	119	129	133	129	127	124	124	122	119
2005	117	117	117	121	138	152	169	165	165	159	153	147
2006	141	138	137	138	146	152	164	168	168	167	161	155
2007	153	153	153	156	165	169	180	172	165	159	156	154
2008	154	154	154	155	157	160	169	166	165	162	158	154
2009	150	148	147	147	147	146	144	147	144	139	135	129
2010	127	127	127	125	124	114	103	102	101	98	95	85

Таблица А. 4 оз. Увильды

годы	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1943	-99	99	99	101	109	111	113	121	118	110	103	102
1944	105	105	108	110	114	113	109	111	105	96	90	87
1945								-31	-34	-41	-39	
1946	-35	-33	-32	-25	-14	-10	-12	-10	-13	-10	-16	-20
1947	-20	-18	-18	-13	-8	0	12	12	7	2	-4	-6
1948	-2	-2	-1	0	3	4	4	3	-4	-8	-15	-14
1949	-15	-13	-13	-11	-8	-5	-4	-8	-15	-24	-27	-25
1950	-22	-21	-21	-20	-19	-18	-17	-17	-14	-17	-19	-18
1951	-16	-16	-12	-8	-1	4	3	1	-7	-15	-20	-23
1952	-23	-23	-23	-20	-19	-18	-11	-24	-32	-39	-43	-43
1953	-44	-42	-38	-37	-32	-29	-28	-32	-43	-40	-50	-40
1954	-47	-46	-47	-47	-40	-34	-34	-41	-47	-56	-50	-59
1955	-55	-56	-52	-52	-50	-49	-49	-47	-47	-55	-60	-58
1956	-56	-53	-53	-50	-45	-41	-39	-42	-50	-56	-57	-53
1957	-51	-51	-60	-48	-47	-49	-51	-46	-47	-58	-64	-65
1958	-63	-58	-57	-56	-53	-54	-59	-65	-72	-76	-80	-82
1959	-81	-80	-79	-75	-73	-73	-72	-75	-75	-76	-77	-75
1960	-75	-74	-73	-74	-70	-63	-57	-54	-55	-65	-65	-65
1961	-63	-62	-62	-58	-52	-47	-40	-41	-48	-51	-56	-54
1962	-51	-51	-50	-48	-46	-42	-39	-37	-43	-51	-54	-54
1963	-51	-48	-47	-44	-40	-39	-42	-47	-49	-51	-54	-54
1964	-52	-52	-51	-50	-44	-40	-30	-27	-26	-35	-40	-41
1965	-39	-38	-37	-36	-33	-36	-40	-49	-57	-64	-70	-68
1966	-65	-62	-58	-56	-52	-51	-53	-62	-71	-78	-82	-83
1967	-82	-81	-81	-81	-78	-74	-68	-67	-70	-70	-80	-81
1968	-79	-77	-76	-73	-67	-62	-52	-56	-62	-66	-73	-71
1969	-70	-70	-70	-68	-60	-50	-38	-34	-38	-42	-41	-41
1970	-40	-38	-38	-53	-21	-14	-11	-4	-9	-14	-18	-18
1971	-18	-18	-16	-13	-6	-5	-1	6	1	-4	-7	-7

Продолжение Таблицы А. 4

1972	-8	-7	-8	-6	-1	6	10	9	2	-4	-8	-6
1973	-6	-5	-5	0	2	3	0	0	2	-7	-12	12
1974	-6	-6	-6	-8	-8	-5	-3	-15	-25	-30	-37	-39
1975	-39	-38	-30	-35	-37	-40	-40	-54	-63	-111	-177	-217
1976	-245	-257	-257	-255	-255	-272	-287	-308	-353	398	-432	-453
1977	-456	-451	-448	-441	-430	-426	-431	-434	-439	-445	-446	-442
1978	-440	-439	-433	-433	-430	-426	-419	-421	-426	-419	-421	-433
1979	-430	-425	-421	-421	-420	-411	-401	-401	-406	-411	-413	-412
1980	-412	-411	-408	-408	-405	-401	-395	-398	-400	-401	-400	-400
1981	-396	-393	-391	-386	-380	-381	-370	-373	-380	-384	-385	-387
1982	-384	-383	-383	-382	-376	-379	-377	-377	-380	-388	-384	-385
1983	-384	-382	-379	-377	-374	-372	-369	-364	-363	-365	-367	-367
1984	-365	-364	-364	-364	-362	-351	-362	-349	-354	-354	-351	-349
1985	-359	-347	-345	-373	-340	-336	-336	-338	-347	-354	-358	-354
1986	-351	-350	-317	-347	347	-341	-340	-342	-345	-350	-352	-351
1987	-348	-348	-349	-346	-334	-351	-327	-321	-315	-310	-312	-312
1988	-369	-349	-307	-305	-286	-232	-244	-297	-301	-301		
1989	-298	-296	-296	-289	-283	-286	-289	-273	-298	-303	-302	-304
1990	-299	-298	-297	-295	-280	-277	-272	-275	-274	-275	-277	-278
1991	-278	-278	-276	-275	-270	-270	-270	-270	-271	-276	-280	-281
1992	-380	-279	-278	-276	-271	-268	-265	-259	-261	-269	-275	-273
1993	-271	-269	-269	-268	-261	-252	-246	-241	-241	-245	-247	-246
1994	-244	-241	-241	-239	-236	-237	-227	-214	-213	-218	-222	-221
1995	-217	-218	-218	-215	-214	-212	-217	-225	-231	-238	-244	-243
1996	-243	-242	-242	-242	-238	-235	-240	-245	-251	-256	-258	-258
1997	-255	-252	-247	-242	-238	-239	-244	-251	-257	-258	-259	-261
1998	-259	-258	-256	-255	-250	-249	-249	-250	-258	-261	-258	-258
1999	-256	-253	-251	-249	-242	-239	-235	-230	-227	-227	-226	-226
2000	-225	-225	-222	-216	-172	-767	-163	-162	-168	-178	-179	-182
2001	-171	-179	-179	-177	-159	-146	-142	-143	-142	-144	-142	-146
2002	-144	-142	-142	-137	-129	-118	-105	-105	-105	-108	-109	-108
2003	-107	-107	-106	-103	-97	-89	-84	-86	-90	-95	-98	-101
2004	-102	-103	-103	-99	-93	-89	-92	-95	-98	-98	-98	-98
2005	-95	-94	-93	-92	-84	-74	-68	-69	-75	-79	84	88
2006	-88	-89	-89	-82	-74	-69	-61	-58	-63	-63	-71	-70
2007	-69	-64	-62	-59	-33	-24	-19	-24	-30	-34	-45	-47
2008	-47	-45	-42	-39	-36	-29	-23	-27	-31	-33	-37	-41
2009	-41	-39	-38	-36	-31	-30	-33	-33	-34	-41	-48	-51
2010	-51	-51	-51	-50	-45	-44	-51	-57	-65	-72	-76	-76

Приложение Б

Среднегодовые уровни воды

годы	Оз. Увильды	Оз. Аргаяш	Оз. Смолино	Оз. тургояк
1936	-	-9	-	-
1937	-	-	-	-
1938	-	-24	-	-
1939	-	-26	-	-
1940	-	11	-	-
1941	-	11	-	-
1942	-	15	-	-
1943	107	53	-	-
1944	104	87	-	-
1945	-	111	-	-
1946	-9	106	-	-
1947	-4	105	-	-
1948	-3	121	-	-
1949	-14	112	-	-
1950	-19	97	-	-
1951	-9	84	-	98
1952	-27	68	-	81
1953	-39	58	-	71
1954	-46	54	-	91
1955	-53	45	-	76
1956	-50	34	-	77
1957	-52	34	-	96
1958	-65	43	-	100
1959	-76	45	-	105
1960	-66	37	-	129
1961	-53	39	269	138
1962	-47	36	282	142
1963	-47	29	278	134
1964	-41	21	297	121
1965	-47	25	304	109
1966	-64	26	292	87
1967	-77	42	282	65
1968	-68	50	285	57
1969	-52	69	296	48
1970	-22	72	322	58
1971	-7	74	345	41
1972	-2	43	363	40
1973	3	7	352	23
1974	-16	-13	344	11
1975	-75	-11	311	-32
1976	-314	3	282	-75
1977	-440	7	279	-84
1978	-	16	288	-71
1979	-414	5	304	-59
1980	-404	4	323	-69
1981	-383	7	345	-65
1982	-381	14	352	-82

Продолжение Приложения Б

1983	-378	7	380	-101
1984	-397	13	394	-109
1985	-345	18	414	-100
1986	-347	10	417	-95
1987	-324	14	435	-90
1988	-302	22	425	-87
1989	-294	24	411	-88
1990	-283	42	424	-71
1991	-274	62	436	-49
1992	-271	58	430	-
1993	-255	37	466	-43
1994	-229	30	504	-12
1995	-224	25	446	-8
1996	-240	35	392	-36
1997	-250	70	390	-41
1998	-255	95	391	-54
1999	-238	115	398	-34
2000	-180	134	423	23
2001	-156	138	434	62
2002	-121	154	429	95
2003	-97	169	422	119
2004	-97	165	414	122
2005	-88	130	417	143
2006	-73	124	417	153
2007	-43	106	425	161
2008	-36	-	423	159
2009	-38	-	418	144
2010	-57	-	405	111

Приложение В

Месячные суммы осадков

Таблица В. 1. Оз. Аргаяш

годы	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1938	6	11	11	20	59	48	71	51	31	27	31	4
1939	5	8	10	12	19	60	33			9	3	12
1940	6	3	17	14	49	50	86	9	13	34	25	22
1941	2	8	27	25	61	41	97	40	15	25	8	6
1942	9	3	11	14	28	106	34	51	161	39	20	25
1943	12	3	14	22	21	120	110	127	27	11	4	9
1944	11	19	17	5	26	11	126	26	24	16	14	2
1945	5	2	31	35	71	32	162	63	86	17	8	44
1946	2	19	8	14	32	37	99	66	60	62	18	5
1947	8	4	20	5	54	104	85	48	43	36	16	20
1948	32	7	18	13	15	65	103	16	49	16	7	12
1949	2	21	1	34	26	24	38	77	28	9	4	20
1950	15	3	6	8	31	37	119	94	71	20	37	14
1951	5	3	11	2	89	10	62	60	56	19	6	15
1952	1	6	2	13	13	37	36	20	34	29	9	7
1953	9	15	6	3	53	58	16	2	50	37	29	9
1954	7	1	2	39	48	62	39	71	35	22	29	16
1955	7	21	5	5	23	30	132	144	12	8	16	36
1956	16	17	9	37	12	56	35	25	46	43	50	22
1957	9	8	20	12	2	11	162	107	4	39	14	3
1958	28	44	10	12	21	5	34	13	62	21	11	17
1959	6	20	7	36	8	98	50	66	69	56	5	9
1960	9	11	8	3	77	56	79	73	22	44	26	23
1961	23	2	9	26	30	76	120	31	52	19	35	28
1962	4	12	22	4	40	61	76	38	22	28	13	16
1963	58	4	27	4	29	62	47	67	69	26	21	31
1964	15	1	3	24	39	105	83	89	35	12	13	31
1965	12	12	17	24	21	36	45	41	20	18	44	8
1966	22	63	23	23	26	72	67	24	40	47	15	16
1967	25	2	7	1	85	46	178	47	32	24	3	22
1968	26	16	6	27	65	82	87	15	51	4	14	32
1969	3	6	7	26	52	94	154	16	22	48	32	20
1970	11	5	19	29	70	56	92	117	20	31	20	6
1971	7	15	37	7	23	37	140	112	20	47	17	29
1972	14	5	15	31	7	108	116	21	28	23	33	7
1973	12	4	12	12	32	109	75	63	61	13	26	15
1974	11	6	16	23	39	79	63	48	13	16	13	1
1975	9	10	17	12	30	34	23	35	10	22	8	27
1976	37	7	1	17	17	53	133	29	10	19	20	3
1977	7	17	9	50	42	35	27	68	29	45	14	49
1978	12	17	5	26	41	74	185	72	20	34	23	34
1979	20	19	5	31	32	91	73	44	30	21	17	11

Продолжение таблицы В1

1981	8	6	23	13	52	56	51	43	65	18	20	8
1982	25	8	6	16	45	118	32	17	38	53	4	19
1983	10	33	11	12	32	76	73	110	62	13	13	41
1984	6	2	3	6	61	75	68	64	50	68	24	5
1985	13	21	1	18	20	101	71	12	29	31	15	30
1986	22	26	2	14	31	65	83	53	53	20	19	22
1987	41	3	7	42	47	9	101	68	172	13	18	9
1988	8	4	8	33	49	12	82	16	37	6	47	11
1989	20	13	16	56	51	5	31	76	25	62	28	11
1990	22	8	20	30	109	50	140	49	63	40	17	6
1991	9	4	22	0	1	32	138	79	31	15	9	15
1992	11	12	6	49	32	50	149	98	2	25	20	6
1993	13	4	11	26	77	63	130	111	33	16	11	16
1994	14	18	5	22	25	48	147	97	15	14	28	28
1995	1	6	7	17	17	33	21	46	18	20	25	37
1996	11	8	5	16	43	16	38	48	46	51	8	13
1997	29	9	30	56	55	66	16	35	19	34	42	25
1998	17	22	3	26	23	62	36	42	22	75	48	14
1999	31	20	21	6	57	66	131	110	65	51	17	24
2000	29	19	17	57	99	92	34	71	42	29	7	59

Приложение Г

Среднемесячные температуры воздуха

Таблица А. 1. Оз. Аргаяш

годы	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1960	-14,6	-11,6	-11,4	4,9	7,2	18,4	16,4	14,6	10,4	0,3	-8,1	-8,8
1961	-12,3	-10,2	-3,6	3,8	12,4	16	18,2	15,6	9,4	1,8	-6,7	-8,9
1962	-10	-9	-3,5	5,6	14,6	15,3	20,9	14,4	10,3	2,2	-4,4	-10,7
1963	-15,1	-9	-11,3	3,2	11,8	17,2	19,5	15	10,6	3,9	-3	-11,3
1964	-14,2	-18,7	-9,1	1,2	12	15,4	18,5	15,4	10,7	1,6	-3,9	-6,9
1965	-13,2	-13,1	-4,1	1,7	13,2	17,8	19,6	14,6	11,5	1,6	-8,8	-9,4
1966	-14,8	-15,9	-5,6	4,2	11,8	15	20,5	17,2	11,5	1,3	-3,3	-22,6
1967	-15,6	-15,3	-4,2	8,8	12,6	15,3	18,5	17,6	8,3	5,7	-1,8	-9,2
1968	-15,8	-12,1	-5	2,2	13	14,3	16	15,1	7,7	0,9	-6,8	-18,4
1969	-24,7	-17,7	-10,9	3,7	6	13,2	17,9	14,5	10,1	-1,1	-3,7	-15,8
1970	-15,2	-11,4	-4,4	4,5	10,6	14,8	17,8	14,7	12,3	2,7	-7,1	-13,3
1971	-8,7	-18,7	-9,5	2	10	15,4	19,5	14	13,4	2	-0,7	-10,9
1972	-24,1	-12,7	-8,8	4,7	11,5	14,4	16,5	16,8	7,5	2,6	-4,8	-9,6
1973	-19,9	-12	-5,6	5,9	12,5	16,7	14,9	14,6	6,1	1,3	-4	-7,8
1974	-19,7	-14,3	-3,2	5,3	12,3	15,6	20,2	14,5	12,5	6,4	-6,4	-11,5

Продолжение таблицы Г.1.

1975	-10,5	-13,2	-2,2	9,4	12,2	17,6	19	15,6	12,9	0,3	-6,2	-11
1976	-12,7	-17,5	-9,5	5,8	12,2	18,5	15,9	17	9,1	-5,3	-8,8	-14,3
1977	-19,9	-15,7	-3,6	7,1	14,1	18,4	18,9	14,8	9,6	-1,1	-4,6	-14
1978	-11,1	-11,2	-2,7	2,5	10,4	16,1	16,6	13,8	10,2	1,9	-5,1	-16,6
1979	-16,1	-10,8	-3,5	-0,7	13,4	11,8	18,8	15,9	11,2	1,1	-6,1	-8,8
1980	-17,1	-15,8	-10,3	2,7	13,6	15,1	16	12,1	9,8	2,5	-5,7	-7,3
1981	-11,9	-10,1	-7	1,6	9,1	17,8	19,7	19,5	10,2	5,7	-3,2	-9,1
1982	-14,3	-14,1	-9	6,7	11,2	15,5	18,3	16,1	11,5	2	-3,3	-8,5
1983	-9,1	-8,9	-5,7	8	8,8	16,5	19,9	15,5	8,6	4,4	-5	-6,8
1984	-12,6	-13,3	-4,2	1,2	12,1	16,9	19,4	15,5	9,2	2,2	-11,1	-17
1985	-12,8	-17,5	-7	3,9	9	15,8	16,4	17,3	11,3	0,8	-7,5	-10,9
1986	-12,9	-15,7	-5,1	8,1	8	15,9	16	14	9,3	2,4	-5,6	-16,9
1987	-18,2	-9	-10,7	0,6	14,7	19,8	18,8	15,9	9,3	2,3	-11,5	-11,6
1988	-15,5	-16,6	-8,1	6,1	11,8	21,6	21,3	19,4	12,2	3,9	-6,4	-10,9
1989	-15,1	-11,6	-3,8	0,7	11,9	21	22,3	14,8	10,3	3,4	-4,1	-10,3
1990	-13,8	-8,9	-1,4	5,4	-	-	-	15,6	9,6	1,8	-4,6	-8,4
1991	-12	-12,6	-6,8	8,5	15,3	20,6	17,7	14,2	10,8	7,3	-4,1	-13,8
1992	-10,6	-10,6	-5,9	3,1	10,2	14,2	16,8	14,5	11,3	2,9	-4,4	-11,8
1993	-9,6	-13,1	-7,9	2,6	11,3	17,5	18,8	15,4	6,4	2,7	-13,2	-11,7
1994	-11,7	-18,2	-7,9	5,3	11,4	17,7	15,5	15,2	11	6,4	-6,2	-12,7
1995	-12,6	-5,2	-1	9,9	12,6	17,9	19,6	16,9	11	4,3	-3,7	-13,6
1996	-16,2	-14	-7,9	-0,1	13	19,6	19,8	13,8	8,6	1,4	-4	-10,4
1997	-19,6	-10,1	-2,9	6	12,1	16,9	15,9	14,9	11	6,6	-7,5	-14,3
1998	-12,2	-15,2	-6,5	-1	12,7	19,6	21,5	17,8	9,2	4,1	-11,8	-6,7
1999	-12	-10	-10,7	5,1	9,7	14,6	19,2	15,6	9,5	6,2	-10,4	-7,5
2000	-13,7	-9,9	-3,7	7,4	8,2	18,2	19,2	15,8	8,7	2,2	-6,2	-11,7

Приложение Д

Расчет вероятностных характеристик внутригодовой изменчивости речного стока для каждого месяца года.

Таблица Д 1. Оценка математического ожидания и дисперсии (оз. Аргаяш)

Месяцы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
МО	45	47	47	52	56	54	52	48	44	41	42	44
Д	2182	2233	2246	2251	2278	2354	2352	2290	2284	2263	2245	2244

Продолжение таблицы Д 1. Матрица корреляционных зависимостей
внутригодовой изменчивости среднемесячных расходов воды

Месяцы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
-12	0,38	0,33	0,38	0,22	0,06	0,13	0,18	0,35	0,29	0,13	0,24	0,44
-11	0,45	0,18	0,34	0,34	0,10	0,20	0,27	0,49	0,22	0,12	0,32	0,37
-10	0,37	0,13	0,45	0,22	0,26	0,20	0,33	0,41	0,14	0,11	0,26	0,41
-9	0,30	0,08	0,48	0,25	0,25	0,32	0,32	0,29	0,10	0,13	0,24	0,29
-8	0,31	0,31	0,48	0,28	0,48	0,35	0,15	0,25	0,20	0,08	0,28	0,15
-7	0,43	0,35	0,59	0,28	0,48	0,20	0,11	0,27	0,12	0,39	0,27	0,20
-6	0,46	0,41	0,61	0,39	0,25	0,16	0,09	0,22	0,48	0,29	0,21	0,37
-5	0,58	0,39	0,58	0,23	0,18	0,10	0,07	0,44	0,34	0,25	0,35	0,35
-4	0,57	0,44	0,50	0,26	0,12	0,21	0,36	0,40	0,32	0,30	0,37	0,56
-3	0,53	0,74	0,43	0,21	0,14	0,26	0,24	0,57	0,41	0,47	0,62	0,57
-2	0,78	0,79	0,49	0,21	0,30	0,32	0,35	0,64	0,61	0,73	0,67	0,58
-1	0,85	0,75	0,38	0,35	0,54	0,72	0,54	0,71	0,83	0,89	0,70	0,88
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,85	0,75	0,38	0,35	0,54	0,72	0,54	0,71	0,83	0,89	0,70	0,88
2	0,79	0,49	0,21	0,30	0,32	0,35	0,64	0,61	0,73	0,67	0,58	0,78
3	0,43	0,21	0,14	0,26	0,24	0,57	0,41	0,47	0,62	0,57	0,53	0,74
4	0,26	0,12	0,21	0,36	0,40	0,32	0,30	0,37	0,56	0,57	0,44	0,50
5	0,18	0,10	0,07	0,44	0,34	0,25	0,35	0,35	0,58	0,39	0,58	0,23
6	0,16	0,09	0,22	0,48	0,29	0,21	0,37	0,46	0,41	0,61	0,39	0,25
7	0,11	0,27	0,12	0,39	0,27	0,20	0,43	0,35	0,59	0,28	0,48	0,20
8	0,25	0,20	0,08	0,28	0,15	0,31	0,31	0,48	0,28	0,48	0,35	0,15
9	0,10	0,13	0,24	0,29	0,30	0,08	0,48	0,25	0,25	0,32	0,32	0,29
10	0,11	0,26	0,41	0,37	0,13	0,45	0,22	0,26	0,20	0,33	0,41	0,14
11	0,32	0,37	0,45	0,18	0,34	0,34	0,10	0,20	0,27	0,49	0,22	0,12
12	0,44	0,38	0,33	0,38	0,22	0,06	0,13	0,18	0,35	0,29	0,13	0,24

Продолжение таблицы Д 1. Матрица корреляционных зависимостей
межгодовой изменчивости среднемесячных расходов воды

Месяцы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
12	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	0,91	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91
24	0,77	0,77	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,80	0,79
36	0,63	0,63	0,63	0,64	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
48	0,45	0,46	0,46	0,47	0,47	0,47	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
60	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
72	0,16	0,17	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,18	0,19	0,17	0,18	0,18
84	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06

Приложение Е

Вспомогательные таблицы для квантильного анализа

Таблица Е 1. Квантильный анализ среднегодовых уровней воды (оз. Аргаяш)

	год	Уровень,м	Уровень после фльтрации,м	ранж.уровни,м	ранж.после филтр.,м.
1	1936	-9	2,05	-26	2,05
2	1937	-17	7,13	-24	7,13
3	1938	-24	11,92	-17	11,92
4	1939	-26	16,41	-13	16,41
5	1940	11	20,59	-11	20,59
6	1941	11	24,46	-9	24,46
7	1942	15	28,02	3	28,02
8	1943	53	31,25	4	31,25
9	1944	87	34,17	5	32,33
10	1945	111	36,77	7	32,33
11	1946	106	39,05	7	32,51
12	1947	105	41,02	7	32,51
13	1948	121	42,69	7	32,84
14	1949	112	44,07	10	32,87
15	1950	97	45,15	11	33,32
16	1951	84	45,97	11	33,41
17	1952	68	46,52	13	33,94
18	1953	58	46,83	14	34,14
19	1954	54	46,92	14	34,17
20	1955	45	46,79	15	34,67
21	1956	34	46,47	16	35,06
22	1957	34	45,98	18	35,52
23	1958	43	45,34	21	36,17
24	1959	45	44,57	22	36,45
25	1960	37	43,69	24	36,77
26	1961	39	42,73	25	37,44
27	1962	36	41,70	25	37,46
28	1963	29	40,64	26	38,49
29	1964	21	39,56	29	38,91
30	1965	25	38,49	30	39,05
31	1966	26	37,44	34	39,56
32	1967	42	36,45	34	40,54
33	1968	50	35,52	35	40,64
34	1969	69	34,67	36	41,02
35	1970	72	33,94	37	41,70
36	1971	74	33,32	37	42,31
37	1972	43	32,84	39	42,69
38	1973	7	32,51	42	42,73
39	1974	-13	32,33	42	43,69
40	1975	-11	32,33	43	44,07

Продолжение таблицы Е1

41	1976	3	32,51	43	44,23
42	1977	7	32,87	45	44,57
43	1978	16	33,41	45	45,15
44	1979	5	34,14	50	45,34
45	1980	4	35,06	53	45,97
46	1981	7	36,17	54	45,98
47	1982	14	37,46	58	46,27
48	1983	7	38,91	58	46,47
49	1984	13	40,54	62	46,52
50	1985	18	42,31	68	46,79
51	1986	10	44,23	69	46,83
52	1987	14	46,27	70	46,92
53	1988	22	48,43	72	48,43
54	1989	24	50,67	74	50,67
55	1990	42	52,99	84	52,99
56	1991	62	55,37	87	55,37
57	1992	58	57,78	95	57,78
58	1993	37	60,20	97	60,20
59	1994	30	62,61	105	62,61
60	1995	25	64,98	106	64,98
61	1996	35	67,30	106	67,30
62	1997	70	69,54	111	69,54
63	1998	95	71,68	112	71,68
64	1999	115	73,68	115	73,68
65	2000	134	75,54	121	75,54
66	2001	138	77,23	124	77,23
67	2002	154	78,72	130	78,72
68	2003	169	80,01	134	80,01
69	2004	165	81,05	138	81,05
70	2005	130	81,85	154	81,85
71	2006	124	82,38	165	82,38
72	2007	106	82,63	169	82,63

Таблица Е 2. Квантильный анализ среднегодовых сумм осадков (оз. Аргаяш)

N	год	$\Sigma P, \text{мм}$	ΣP после фильтр, мм	Ранж. $\Sigma P, \text{мм}$	Ранж. ΣP после фильтр., мм
1	1940	328	368	599	353
2	1941	355	396	556	353
3	1942	501	421	554	353
4	1943	480	439	543	353

Продолжение таблицы Е 2.

5	1944	297	448	530	353
6	1945	556	446	511	353
7	1946	422	433	501	353
8	1947	443	411	491	353
9	1948	353	384	490	353
10	1949	284	358	486	353
11	1950	455	335	480	353
12	1951	338	321	480	353
13	1952	207	317	476	353
14	1953	287	323	472	353
15	1954	371	336	461	353
16	1955	439	354	460	353
17	1956	368	372	455	353
18	1957	391	386	451	353
19	1958	278	395	450	353
20	1959	430	399	445	353
21	1960	431	398	443	353
22	1961	451	396	439	353
23	1962	336	395	438	353
24	1963	445	399	434	353
25	1964	450	408	432	353
26	1965	298	422	431	353
27	1966	438	437	430	353
28	1967	472	450	425	353
29	1968	425	457	422	353
30	1969	480	456	416	353
31	1970	476	447	410	353
32	1971	491	430	408	353
33	1972	408	410	394	353
34	1973	434	391	394	353
35	1974	328	377	392	353
36	1975	237	371	391	353
37	1976	346	375	390	353
38	1977	392	385	381	353
39	1978	543	399	371	353
40	1979	394	414	368	353
41	1980	490	425	363	353
42	1981	363	430	362	353
43	1982	381	430	355	353
44	1983	486	427	355	353
45	1984	432	423	353	353
46	1985	362	421	346	353
47	1986	410	422	338	353
48	1987	530	426	336	353
49	1988	313	432	328	353

Продолжение таблицы Е 2

50	1989	394	436	328	353
51	1990	554	437	313	353
52	1991	355	432	303	353
53	1992	460	421	298	353
54	1993	511	408	297	353
55	1994	461	395	287	353
56	1995	248	389	284	353
57	1996	303	393	278	353
58	1997	416	409	248	353
59	1998	390	439	237	353
60	1999	599	479	207	353

Таблица Е 3. Квантильный анализ среднегодовых температур воздуха
(оз.Аргаяш)

N	год	Уровни,м	Фiltrация,м	Ранж.уровни,м
1	1940	328	368	599
2	1941	355	396	556
3	1942	501	421	554
4	1943	480	439	543
5	1944	297	448	530
6	1945	556	446	511
7	1946	422	433	501
8	1947	443	411	491
9	1948	353	384	490
10	1949	284	358	486
11	1950	455	335	480
12	1951	338	321	480
13	1952	207	317	476
14	1953	287	323	472
15	1954	371	336	461
16	1955	439	354	460
17	1956	368	372	455
18	1957	391	386	451
19	1958	278	395	450
20	1959	430	399	445
21	1960	431	398	443
22	1961	451	396	439
23	1962	336	395	438
24	1963	445	399	434
25	1964	450	408	432
26	1965	298	422	431
27	1966	438	437	430

Продолжение таблицы Е 3.

28	1967	472	450	425
29	1968	425	457	422
30	1969	480	456	416
31	1970	476	447	410
32	1971	491	430	408
33	1972	408	410	394
34	1973	434	391	394
35	1974	328	377	392
36	1975	237	371	391
37	1976	346	375	390
38	1977	392	385	381
39	1978	543	399	371
40	1979	394	414	368
41	1980	490	425	363
42	1981	363	430	362
43	1982	381	430	355
44	1983	486	427	355
45	1984	432	423	353
46	1985	362	421	346
47	1986	410	422	338
48	1987	530	426	336
49	1988	313	432	328
50	1989	394	436	328
51	1990	554	437	313
52	1991	355	432	303
53	1992	460	421	298
54	1993	511	408	297
55	1994	461	395	287
56	1995	248	389	284
57	1996	303	393	278
58	1997	416	409	248
59	1998	390	439	237
60	1999	599	479	207

Таблица Е 4. Квантильный анализ среднегодовых уровней воды (оз.Смолино)

год	Уровни,м	Фильтрация,м	Ранж.Уровни,м	Ранж.фильтр.,м
1961	269	268	504	421
1962	282	273	466	421
1963	278	279	446	420
1964	297	284	436	420
1965	304	289	435	420
1966	292	295	434	420
1967	282	300	430	419
1968	285	305	429	419
1969	296	311	425	418
1970	322	316	425	418
1971	345	321	424	417
1972	363	326	423	417
1973	352	331	423	416
1974	344	337	422	416
1975	311	342	418	415
1976	282	347	417	414
1977	279	351	417	412
1978	288	356	417	410
1979	304	361	414	408
1980	323	366	414	405
1981	345	370	411	403
1982	352	374	405	400
1983	380	378	398	397
1984	394	382	394	393
1985	414	386	392	390
1986	417	390	391	386
1987	435	393	390	382
1988	425	397	380	378
1989	411	400	363	374
1990	424	403	352	370
1991	436	405	352	366
1992	430	408	345	361
1993	466	410	345	356
1994	504	412	344	351
1995	446	414	323	347
1996	392	416	322	342
1997	390	417	311	337
1998	391	418	304	331
1999	398	419	304	326
2000	423	420	297	321
2001	434	420	296	316
2002	429	421	292	311
2003	422	421	288	305
2004	414	420	285	300
2005	417	420	282	295
2006	417	419	282	289
2007	425	418	282	284
2008	423	417	279	279
2009	418	416	278	273
2010	405	415	269	268

Таблица Е 5. Квантильный анализ среднегодовых уровней воды (оз.Тургояк)

год	Уровень,м	Ранж.уровень,м	Фильтрация,м	Ранж.фильтр.,м
1951	98	99	161	99
1952	81	95	159	95
1953	71	92	153	92
1954	91	88	144	88
1955	76	83	143	83
1956	77	79	142	79
1957	96	74	138	78
1958	100	70	134	74
1959	105	65	129	73
1960	129	60	122	70
1961	138	55	121	67
1962	142	49	119	65
1963	134	44	111	62
1964	121	39	109	60
1965	109	34	105	56
1966	87	28	100	55
1967	65	23	98	50
1968	57	18	96	49
1969	48	13	95	45
1970	58	8	91	44
1971	41	4	87	39
1972	40	-1	81	39
1973	23	-5	77	34
1974	11	-9	76	34
1975	-32	-12	71	28
1976	-75	-15	65	28
1977	-84	-18	62	23
1978	-71	-21	58	22
1979	-59	-23	57	18
1980	-69	-25	48	17
1981	-65	-26	41	13
1982	-82	-27	40	12
1983	-101	-28	23	8
1984	-109	-28	23	7
1985	-100	-28	11	4
1986	-95	-27	-8	2
1987	-90	-26	-12	-1
1988	-87	-24	-32	-2
1989	-88	-22	-34	-5
1990	-71	-20	-36	-6
1991	-49	-17	-41	-9
1992	-46	-14	-43	-10
1993	-43	-10	-46	-12
1994	-12	-6	-49	-14
1995	-8	-2	-54	-15
1996	-36	2	-59	-17
1997	-41	7	-65	-18
1998	-54	12	-69	-20
1999	-34	17	-71	-21
2000	23	22	-71	-22
2001	62	28	-75	-23

Продолжение таблица Е 5.

2002	95	34	-82	-24
2003	119	39	-84	-25
2004	122	45	-87	-26
2005	143	50	-88	-26
2006	153	56	-90	-27
2007	161	62	-95	-27
2008	159	67	-100	-28
2009	144	73	-101	-28
2010	111	78	-109	-28