



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 **Расчет среднегодовых раходов воды
за безледоставный период
при отсутствии данных гидрометрических
наблюдений**

Исполнитель Матвеева Анастасия Владимировна

Руководитель кандидат географических наук, доцент

Сикан Александр Владимирович

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой



(подпись)

канд. геогр. наук. Сикан Александр Владимирович

«20» 06 2016 г.

Санкт-Петербург
2016



ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СВЕДЕНИЯ О ВОДООХРАННЫХ ЗОНАХ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОЛОСАХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	6
1.1. Основные определения.....	6
1.2. Границы водоохраной зоны	7
1.3. Границы прибрежной защитной полосы	9
1.4. Ограничения на ведение хозяйственной деятельности в пределах водоохраных зон и прибрежных защитных полос	9
2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ РЕКИ	12
3. РАСЧЕТ СРЕДНИХ МНОГОЛЕТНИХ РАСХОДОВ ЗА БЕЗЛЕДОСТАВНЫЙ ПЕРИОД ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	16
3.1. Северный край.....	17
3.2. Карелия.....	19
3.3. Северо-Запад.....	21
3.4. Донский район.....	23
3.5. Верхне-Волжский район.....	25
3.6. Нижнее и среднее Поволжье.....	27
3.7. Западная Сибирь	29
3.8. Бассейн Енисея	31
3.9. Бассейн Ангары.....	33
3.10. Бассейн Лены.....	35
3.11. Бассейн Колымы и рек Магаданской области	37
3.12. Камчатка.....	39
3.13. Расчёт коэффициента водности за безледоставный период (k) и коэффициента относительной продолжительности безледоставного периода (kt).....	41

4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА СРЕДИХ МНОГОЛЕТНИХ УРОВНЕЙ ВОДЫ ЗА БЕЗЛЕДОСТАВНЫЙ ПЕРИОД ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа посвящена расчету средних многолетних расходов воды за безледоставный период. Имея эту характеристику, можно по кривой $Q = f(H)$ определить средний многолетний уровень воды за период, когда река не покрыта льдом, который в соответствии с Водным кодексом РФ, определяет границы водного объекта. От границ водного объекта устанавливаются ширины береговых полос, прибрежных защитных полос и водоохранных зон.

До последнего времени средний многолетний уровень воды за период, когда река не покрыта льдом, в практике гидрологических расчетов не использовался и методы его расчета при отсутствии данных гидрометрических наблюдений в нормативных документах не представлены. Учитывая это, в настоящей работе была поставлена задача: разработать методику для определения этой характеристики при отсутствии данных гидрометрических наблюдений.

Предполагается выполнить исследования для всех регионов РФ, где ежегодно наблюдается ледостав (деление на районы принято по справочникам ОГХ).

Работа состоит из введения, четырёх глав и заключения. В первой главе приводятся общие сведения о береговых полос, прибрежных защитных полос и водоохранных зон. Во второй главе излагается методика определения береговой линии. В третьей главе приводится описание режима региона, расчёт внутригодового распределения с наглядными графиками по 12 регионам РФ, а также методика расчёта коэффициента водности за безледоставный период (k) и коэффициента относительной продолжительности безледоставного периода (k_t). В четвёртой главе дано описание методики определения среднего многолетнего уровня за безледоставный период при различном объёме гидрометеорологической информации. В заключении представлена методика расчета средних многолетних уровней воды при отсутствии данных гидрометрических наблюдений.

Работа содержит 4 таблицы, 30 рисунков, 11 приложений и список литературы из 33 наименований и 75 страниц.

1. СВЕДЕНИЯ О ВОДООХРАННЫХ ЗОНАХ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОЛОСАХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

1.1. Основные определения

В соответствии с Водным кодексом РФ [2] вдоль береговой линии рек и других водных объектов выделяются специальные зоны, в пределах которых вводятся ограничения на ведение хозяйственной деятельности. К числу таких зон относят: береговые полосы, прибрежные защитные полосы и водоохранные зоны.

Береговая линия (граница водного объекта)

Береговая линия (граница водного объекта) определяется для:

1. моря – по постоянному уровню воды, а в случае периодического изменения уровня воды – по линии максимального отлива;
2. реки, ручья, канала, озера, обводненного карьера – по среднемуго-летнему уровню вод в период, когда они не покрыты льдом;
3. пруда, водохранилища – по нормальному подпорному уровню воды;
4. болота – по границе залежи торфа на нулевой глубине.

Порядок определения местоположения береговой линии (границы водного объекта), случаи и периодичность ее определения устанавливаются Правительством Российской Федерации. Требования к описанию местоположения береговой линии (границы водного объекта) устанавливаются уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

Береговая полоса

Полоса земли вдоль береговой линии (границы водного объекта) водного объекта общего пользования (береговая полоса) предназначается для общего

пользования. Ширина береговой полосы водных объектов общего пользования составляет двадцать метров, за исключением береговой полосы каналов, а также рек и ручьев, протяженность которых от истока до устья не более чем десять километров. Ширина береговой полосы каналов, а также рек и ручьев, протяженность которых от истока до устья не более чем десять километров, составляет пять метров.

Водоохранная зона

Водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии (границам водного объекта) морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

Прибрежная защитная полоса

В границах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.

1.2. Границы водоохранной зоны

Важной задачей в современном мире является определение линии водоохранной зоны. При этом «репером», от которого устанавливаются ширины береговых полос, прибрежных защитных полос и водоохранных зон является береговая линия водного объекта.

Необходимо учитывать, что в границах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.

За пределами территорий городов и других населенных пунктов ширина водоохранной зоны рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и ширина их прибрежной защитной полосы устанавливаются от соответствующей береговой линии, а ширина водоохранной зоны морей и ширина их прибрежной защитной полосы - от линии максимального прилива. При наличии централизованных ливневых систем водоотведения и набережных границы прибрежных защитных полос этих водных объектов совпадают с парапетами набережных, ширина водоохранной зоны на таких территориях устанавливается от парапета набережной.

При отсутствии набережной ширина водоохранной зоны, прибрежной защитной полосы измеряется от береговой линии (в ред. Федеральных законов от 14.07.2008 N 118-ФЗ, от 07.12.2011 N 417-ФЗ).

Ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается от их истока для рек или ручьев протяженностью:

- 1) до десяти километров - в размере пятидесяти метров;
- 2) от десяти до пятидесяти километров - в размере ста метров;
- 3) от пятидесяти километров и более - в размере двухсот метров.

Для реки, ручья протяженностью менее десяти километров от истока до устья водоохранная зона совпадает с прибрежной защитной полосой. Радиус водоохранной зоны для истоков реки, ручья устанавливается в размере пятидесяти метров.

Ширина водоохранной зоны озера, водохранилища, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 квадратного километра, устанавливается в размере пятидесяти метров. Ширина водоохранной зоны водохранилища, расположенного на водотоке, устанавливается равной ширине водоохранной зоны этого водотока (в ред. Федерального закона от 14.07.2008 N 118-ФЗ).

Ширина водоохранной зоны моря составляет пятьсот метров.

Водоохранные зоны магистральных или межхозяйственных каналов совпадают по ширине с полосами отводов таких каналов.

Водоохранные зоны рек, их частей, помещенных в закрытые коллекторы, не устанавливаются.

1.3. Границы прибрежной защитной полосы

Установление границ прибрежных защитных полос имеет важнейшее значение для обеспечения государственного регулирования хозяйственной и иной деятельности в прибрежных территориях и юридического обоснования решения вопросов землепользования хозяйствующими субъектами и гражданами.

Ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в зависимости от уклона берега водного объекта и составляет тридцать метров для обратного или нулевого уклона, сорок метров для уклона до трех градусов и пятьдесят метров для уклона три и более градуса.

Для расположенных в границах болот проточных и сточных озер и соответствующих водотоков ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в размере пятидесяти метров.

Ширина прибрежной защитной полосы реки, озера, водохранилища, имеющих особо ценное рыбохозяйственное значение (места нереста, нагула, зимовки рыб и других водных биологических ресурсов), устанавливается в размере двухсот метров независимо от уклона прилегающих земель (в ред. Федерального закона от 21.10.2013 N 282-ФЗ).

1.4. Ограничения на ведение хозяйственной деятельности в пределах водоохраных зон и прибрежных защитных полос

В границах водоохраных зон запрещаются:

1) использование сточных вод в целях регулирования плодородия почв (в ред. Федерального закона от 21.10.2013 N 282-ФЗ);

2) размещение кладбищ, скотомогильников, объектов размещения отходов производства и потребления, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ, пунктов захоронения радиоактивных отходов (в ред. Федеральных законов от 11.07.2011 N 190-ФЗ, от 29.12.2014 N 458-ФЗ);

3) осуществление авиационных мер по борьбе с вредными организмами (в ред. Федерального закона от 21.10.2013 N 282-ФЗ);

4) движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие;

5) размещение автозаправочных станций, складов горюче-смазочных материалов (за исключением случаев, если автозаправочные станции, склады горюче-смазочных материалов размещены на территориях портов, судостроительных и судоремонтных организаций, инфраструктуры внутренних водных путей при условии соблюдения требований законодательства в области охраны окружающей среды и настоящего Кодекса), станций технического обслуживания, используемых для технического осмотра и ремонта транспортных средств, осуществление мойки транспортных средств (п. 5 введен Федеральным законом от 21.10.2013 N 282-ФЗ);

6) размещение специализированных хранилищ пестицидов и агрохимикатов, применение пестицидов и агрохимикатов (п. 6 введен Федеральным законом от 21.10.2013 N 282-ФЗ);

7) сброс сточных, в том числе дренажных, вод (п. 7 введен Федеральным законом от 21.10.2013 N 282-ФЗ);

8) разведка и добыча общераспространенных полезных ископаемых (за исключением случаев, если разведка и добыча общераспространенных полезных ископаемых осуществляются пользователями недр, осуществляющими разведку и добычу иных видов полезных ископаемых, в границах предоставленных им в соответствии с законодательством Российской Федерации о недрах горных отводов и (или) геологических отводов на основании утвержденного технического проекта в соответствии со статьей 19.1 Закона Российской

Федерации от 21 февраля 1992 года N 2395-1 "О недрах") (п. 8 введен Федеральным законом от 21.10.2013 N 282-ФЗ).

В границах прибрежных защитных полос наряду с установленными частью 15 настоящей статьи ограничениями запрещаются:

1. распашка земель;
2. размещение отвалов размываемых грунтов;
3. выпас сельскохозяйственных животных и организация для них летних лагерей, ванн.

Установление на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов, в том числе посредством специальных информационных знаков, осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации (часть восемнадцатая в ред. Федерального закона от 14.07.2008 N 118-ФЗ).

2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ РЕКИ

Для определения границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос необходимо располагать данными о среднемноголетнем уровне воды за безледоставный период. На водных объектах, где отсутствуют данные гидрометрических наблюдений величину среднего многолетнего уровня воды за безледоставный период можно определить по кривой $Q = f(H)$ в зависимости от среднего многолетнего расхода за безледоставный период. При этом зависимость $Q = f(H)$ строится на основании гидравлического расчета с использованием данных полевых изысканий, с учетом гидравлических и морфометрических характеристик русла и поймы реки в рассматриваемом створе. Пример построения кривой $Q = f(H)$ показан на рисунке 2.1.

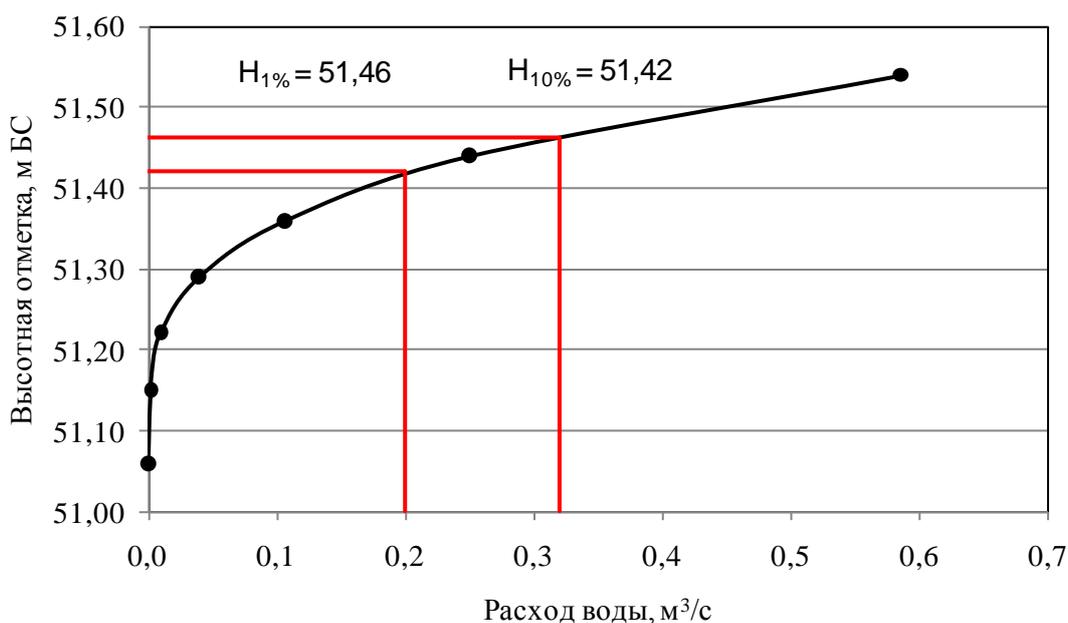


Рисунок 2.1 – Построение кривой зависимости расходов воды от уровня

Согласно СП 33-101-2003 при отсутствии данных гидрометрических наблюдений кривые расходов строят с помощью формулы:

$$Q = \frac{\omega}{n} h^{2/3} I^{1/2}, \quad (2.1)$$

где ω - площадь поперечного сечения русла или поймы при отметке уровня H , м²;

n - коэффициент шероховатости, с/м^{0,33};

h - средняя глубина воды в русле или пойме, м;

I - уклон водной поверхности.

Кривые $\omega = f(H)$ и $h = f(H)$ устанавливают путем промеров глубин в реке ниже уреза воды и нивелирования русла и береговых склонов выше уреза до предполагаемой высоты уровня воды 1 %-ной вероятности превышения плюс один метр. Пример построения поперечного профиля изображен на рисунке 2.2. Коэффициент шероховатости находят по таблице 2.1.

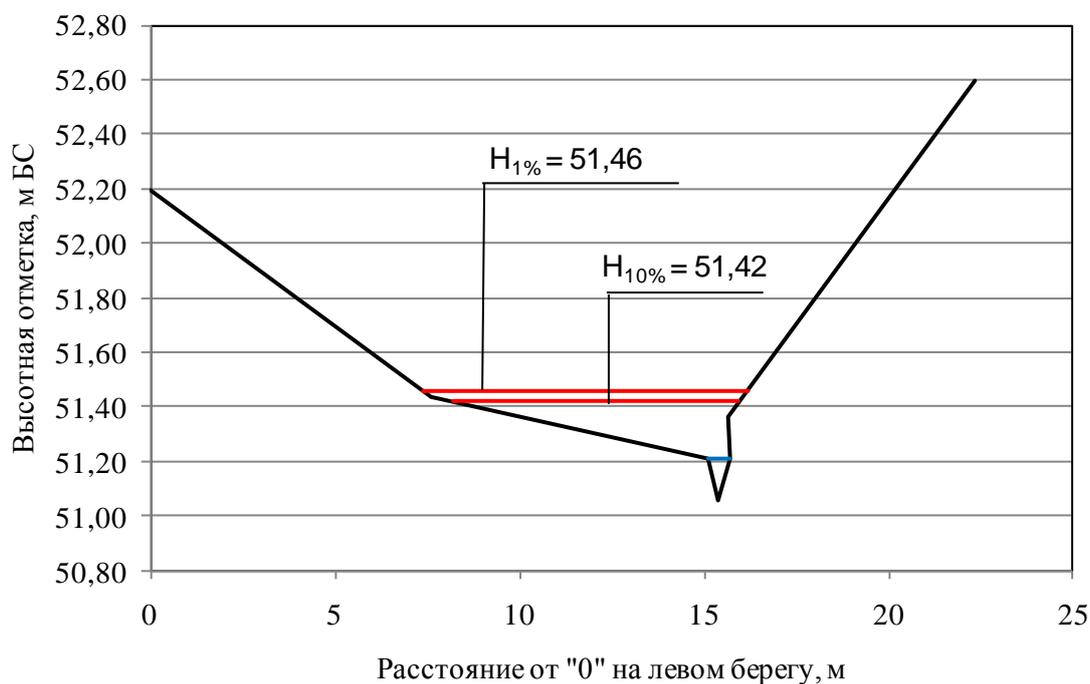


Рисунок 2.2 – Пример построения поперечного профиля

Таблица 2.1 - Шкала шероховатости речных русел и пойм по СП 33-101-2003

Характеристика русел и пойм			
<i>n</i>	Равнинные реки	Полугорные и горные реки	Поймы
0,020	Прямолинейные русла канализированных рек в плотных грунтах с тонким слоем илистых отложений	-	-
0,025	Естественные земляные русла в благоприятных условиях, чистые, прямые, со спокойным течением	Искусственные отводы русел, высеченные в скале	Ровная чистая пойма с низкой травой без сельскохозяйственного использования
0,030	Гравийно-галечные русла в тех же условиях	Гравийно-галечные русла в благоприятных условиях (чистые, прямые). $J = 0,8\% - 1,0\%$	Ровная пойма под пашней без посевов и пастбищем с низкой травой
0,040	Сравнительно чистые русла постоянных водотоков с некоторыми неправильностями в направлениях струй, неровностями дна и берегов и влечением донных наносов	Земляные русла периодических водотоков (сухих логов) в благоприятных условиях. Правильные хорошо разработанные галечные русла в нижнем течении. $J = 0,8\% - 1,0\%$	Ровная пойма, занятая зрелыми полевыми культурами, пастбищем с высокой травой и вырубками без побегов, небольшое количество староречий и мелких просек
0,050	Значительно засоренные русла больших и средних рек, частично заросшие или каменистые, с беспокойным течением. Чистые русла периодических водотоков	Значительно засоренные каменистые русла с бурным течением. Периодические водотоки с крупногалечным покрытием ложа. $J = 7\% - 15\%$	Пойма, поросшая редким кустарником и деревьями (весной без листвы), изрезанная староречьями
0,065	Скалистые русла больших и средних рек. Русла периодических водотоков, засоренные и заросшие	Галечно-валунные русла с бурным течением. Засоренные периодические водотоки. $J = 15\% - 20\%$	Пойма под редким кустарником и деревьями с листвой или вырубками с развивающейся порослью
0,080	Речные русла, значительно заросшие, с промоинами и неровностями дна и берегов	Валунные русла в средней и верхней частях бассейна и периодические водотоки с бурным течением и взволнованной водной поверхностью $J = 50\% - 90\%$	Поймы, покрытые кустарником средней и большой густоты (весной без листвы)
0,100	Русла рек, сильно заросшие, загроможденные стволами деревьев и валунами	Русла водопадного типа преимущественно в верховьях с крупновалунным ложем и бурным течением. $J = 90\% - 200\%$	Поймы, занятые лесом при уровне ниже ветвей и кустарником средней и большой густоты с листвой
0,140	Реки болотного типа (заросли, кочки, во многих местах почти стоячая вода)	Русла с завалами из валунов и обломков скал и валунами. $J = 90\% - 200\%$	Поймы, покрытые лесом при затоплении ветвей и густым ивняком
0,200	-	Русла с завалами из валунов и обломков скал	Глухие, сплошь заросшие, труднопроходимые поймы таежного типа

Таким образом, главной расчетной характеристикой для установления границ прибрежных защитных полос и водоохранных зон является средний многолетний расход воды за безледоставный период. Учитывая отсутствие методики расчета данной характеристики, следующая глава будет посвящена расчету средних многолетних расходов воды за безледоставный период.

3. РАСЧЕТ СРЕДНИХ МНОГОЛЕТНИХ РАСХОДОВ ЗА БЕЗЛЕДОСТАВНЫЙ ПЕРИОД ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Работа выполнена для 12 районов Российской Федерации: Северный край, Карелия и Северо-запад, Верхневолжский район, Нижнее Поволжье, Западная Сибирь, бассейн реки Енисей, бассейн р. Ангара, бассейн реки Лена, бассейн Колымы и рек Магаданской области, бассейн рек Камчатской области.

Таблица 3.1 – Сводная таблица

Район	Кол-во постов
Северный край	40
Северо-Запад	40
Северо-Запад и Карелия	46
Бассейн Дона	33
Верхнее течение Волги	44
Нижнее и среднее течение Волги	32
Западная Сибирь	42
Бассейн Енисея	36
Бассейн Ангары	33
Бассейн Лены	35
Бассейн Колымы и рек Магаданской области	25
Бассейн рек Камчатской области	31
Σ	397

3.1. Северный край

Рассматриваемая территория занимает северо-восточную окраину Европейской территории Российской Федерации. Охватывая около миллиона квадратных километров площади, Северный край простирается на 650 – 700 км в меридиональном и на 1000 км в широтном направлении. Крайние южная и северная точки расположены соответственно на 58° и 70° с.ш., а западная и восточная - на 38° и 65° в.д.

Для рек Северного края, основным источником питания которых являются талые снеговые воды, характерно неравномерное распределение стока воды в году. Так, за три весенних месяца обычно проходит более половины годового объема стока, тогда как в течение четырех зимних месяцев сток составляет не больше 15 % годового объема (рисунки 3.1 – 3.2).

В весенний сезон включены май-июль.

Летне-осенняя межень на реках юго-западной части территории обычно наступает во второй половине июня, на северо-востоке – в третьей декаде июля. Конец летне-осенней межени на юге края приходится обычно на первую декаду ноября, на северо-востоке края и на Урале на первую половину сентября. Продолжительность летне-осенней межени на реках большей части Северного края составляет в среднем 60 – 70 дней. Средняя величина слоя стока за этот период составляет 10 – 30 мм.

Зимняя межень, на большей части территории, устанавливается с 10 по 20/XI, на юге и западе в конце ноября - начале декабря, а на северо-востоке в середине октября. Заканчивается зимняя межень на реках юго-западной части края в первой половине апреля, на северо-востоке около середины мая.

Средняя продолжительность зимней межени 14 – 180 дней. Слой стока за зимнюю межень для большинства рек составляет обычно 20 – 40 мм.

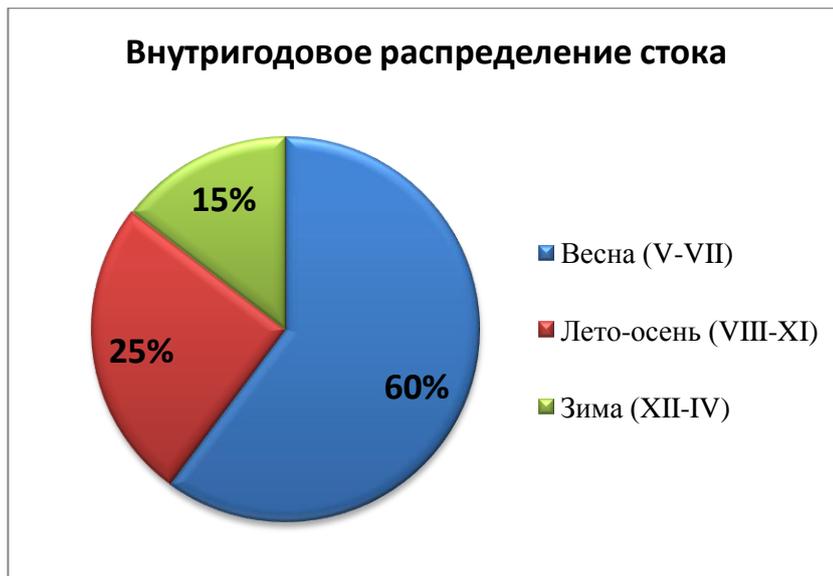


Рисунок 3.1 – Среднее распределение стока по сезонам года;
р. Яренга – с. Тохта

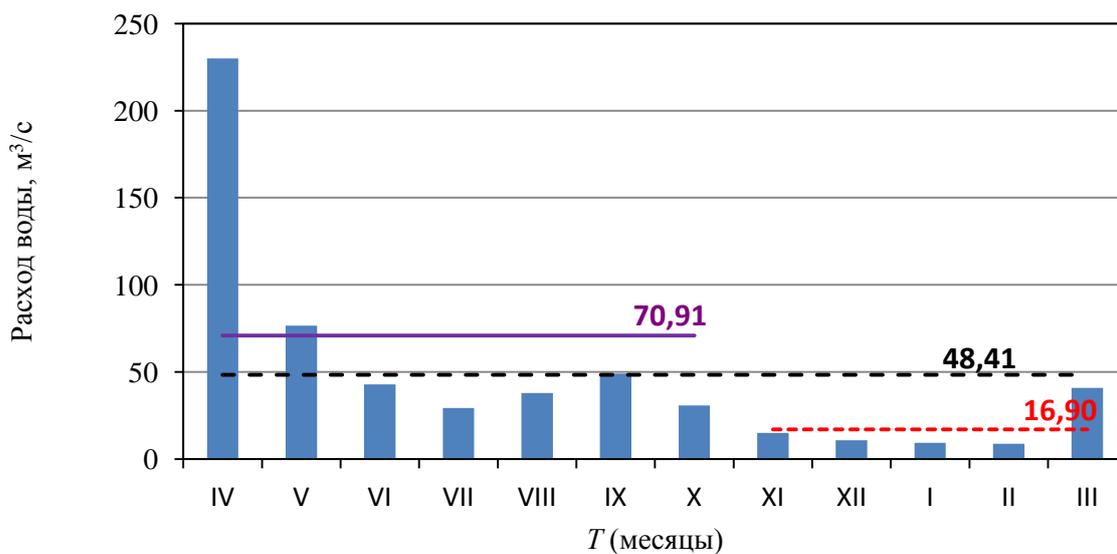


Рисунок 3.2 – Средние многолетние месячные расходы воды;
р. Яренга – с. Тохта

3.2. Карелия

Карелия расположена на северо-западе России, входит в состав Северного экономического района Российской Федерации.

Протяженность территории Карелии с севера на юг достигает 660 км. С запада на восток по широте г. Кеми протяженность составляет 424 км. На западе Карелия граничит с Финляндией, на юге - с Ленинградской и Вологодской областями, на севере - с Мурманской, на востоке - с Архангельской областью.

Средние многолетние величины весеннего стока на рассматриваемой территории колеблются от 120 до 260 мм. Это объясняется физико-географическими условиями Карелии и в первую очередь озерностью и особенно размером озер. Наименьшие колебания величины слоя стока за весенний сезон наблюдаются в истоках из озер и составляют 75 – 110 мм. Доля весеннего стока составляет 29 – 66 % (рисунки 3.3 – 3.4) годовой величины стока и зависит в основном от степени озерного регулирования.

Весеннее половодье сменяется летней меженью, в период которой питание реки осуществляется за счет грунтовых вод и сработки озер. Наступает обычно в конце июля и заканчивается в конце октября – начале ноября. Летне-осенняя межень нередко прерывается дождевыми паводками. Осенью за счет длительных дождей и уменьшения испарения с поверхности водосбора меженный сток значительно увеличивается.

Для большинства рек территории средняя продолжительность летне-осенней межени составляет 65 – 70 дней. Доля летне-осеннего стока составляет 31 – 45 % годового стока.

Для зимнего стока характерно постепенное истощение. Зимняя межень обычно устанавливается в конце ноября – середине декабря. Средняя продолжительность составляет 130 – 150 дней. Величина зимнего стока изменяется по территории в небольшом диапазоне (25 – 75 мм).

Доля зимнего стока в годовом составляет 3 – 10 % для рек с озерностью до 6 %, 20 – 25 % для рек с озерностью до 15 %.

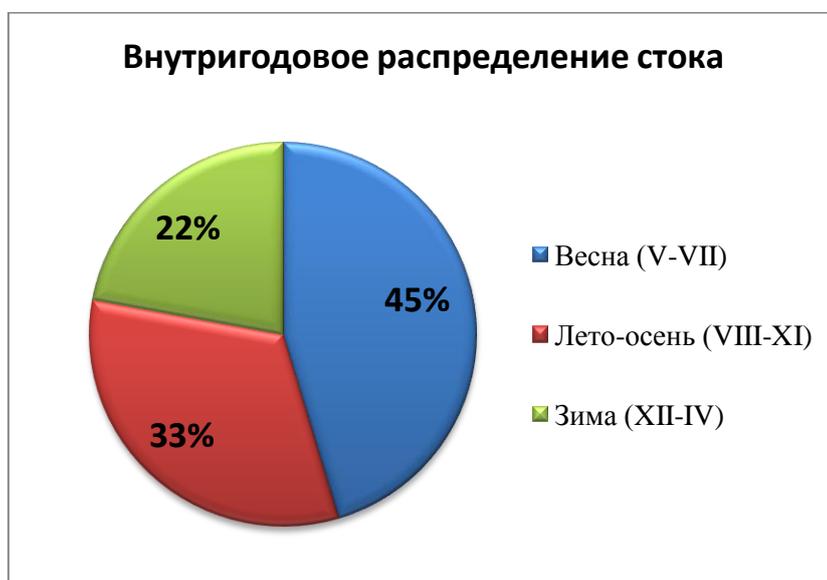


Рисунок 3.3 – Среднее распределение стока по сезонам года;
р. Чирко-Кемь – с. Андропова Гора

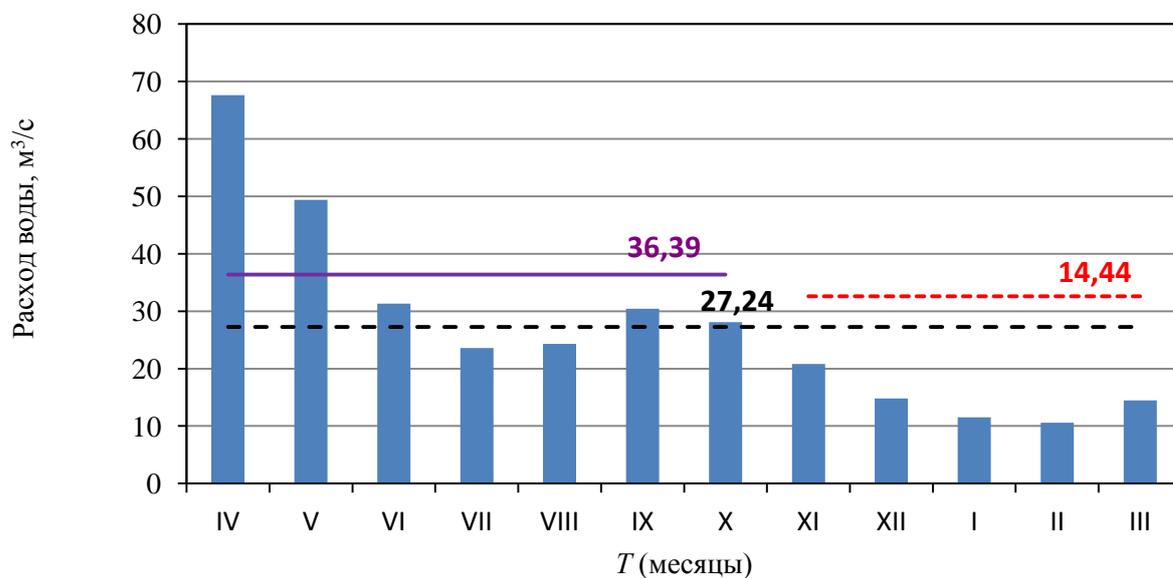


Рисунок 3.4 – Средние многолетние месячные расходы воды;
р. Чирко-Кемь – с. Андропова Гор

3.3. Северо-Запад

Наибольшая часть годового стока рек Северо-Запада приходится на весеннее половодье, его доля в годовом объеме стока составляет 38 – 68 %. Общая продолжительность весеннего половодья в среднем составляет 55-65 дней, наибольшая 89 – 105 дней.

Средняя продолжительность летне-осенней межени изменяется от 64 до 130 дней. Доля летне-осеннего стока составляет 18 – 44 % годового стока.

Зимняя межень обычно устанавливается в конце ноября – середине декабря. Наиболее ранние даты наступления межени приходятся на конец октября, начало ноября, наиболее поздние – на январь. Оканчивается обычно в конце марта, на северо-востоке территории – в начале апреля; крайние сроки – конец февраля, середина апреля. Средняя продолжительность зимней межени изменяется от 84 до 115 дней, увеличиваясь с юга и запада на северо-восток. Наибольшей прерывистостью и наименьшей продолжительностью межени характеризуются реки, впадающие в Финский залив, где в зимнее время наиболее часты оттепели. Зимний сток изменяется по территории от 11 до 95 мм и составляет от 7 до 29 % годового (рисунки 3.5 – 3.6). Наименьшие величины его наблюдаются в феврале (в юго-западной части территории) и в марте (на северо-востоке). В суровые зимы отдельные малые реки промерзают. При оттепелях зимняя межень нередко прерывается паводками, существенно повышающими сток зимнего периода.

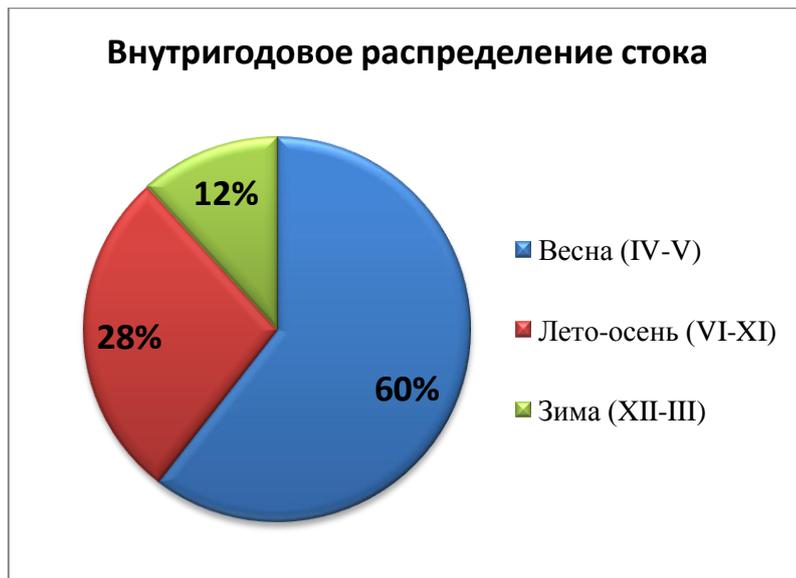


Рисунок 3.5 – Среднее распределение стока по сезонам года;
р.Тосна – ст. Тосно

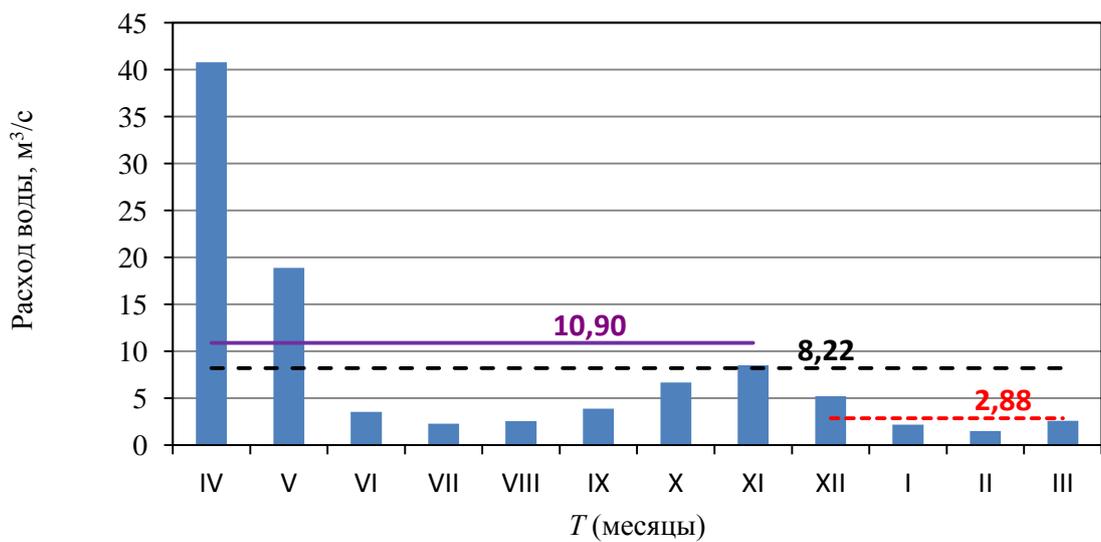


Рисунок 3.6 – Средние многолетние месячные расходы воды;
р.Тосна – ст. Тосно

3.4. Донский район

Река Дон и его притоки являются равнинными степными реками. Питание их в основном происходит водами, образующимися от таяния зимних запасов снега и в значительно меньшей степени - грунтовыми и дождевыми водами.

Годовой ход стока на реках рассматриваемой территории характеризуется обычно высоким весенним половодьем и низкой летне-осенней и зимней меженью. Доля весеннего стока на разных реках составляет 35 – 90 % общего годового объёма стока (рисунок 3.7).

Летне-осенняя межень на большей части рек наступает обычно в конце мая-начале июня. На реках Дона и его крупных притоках Хопре и Медведице она начинается позднее, в конце июня - в июле. Окончание этой межени приходится на конец октября - начало ноября. При отсутствии осенних паводков летне-осенняя межень плавно переходит в зимнюю. Продолжительность летне-осенней межени на притоках Дона от 90 – 100 до 170 – 180 суток.

Зимняя межень устанавливается обычно во второй половине - конце ноября, начале декабря. Заканчивается зимняя межень в первой декаде - середине марта, на юге и юго-востоке территории во второй и третьей декадах февраля. Продолжительность межени холодной части года от 60 – 70 до 120– 130 суток. Как и летняя, зимняя межень нередко прерывается двумя-тремя паводками. Изменение водности рек в зимний период происходит аналогично её изменению в летне-осеннее время.



Рисунок 3.7 – Среднее распределение стока по сезонам года;
р.Битюг – г. Бобров

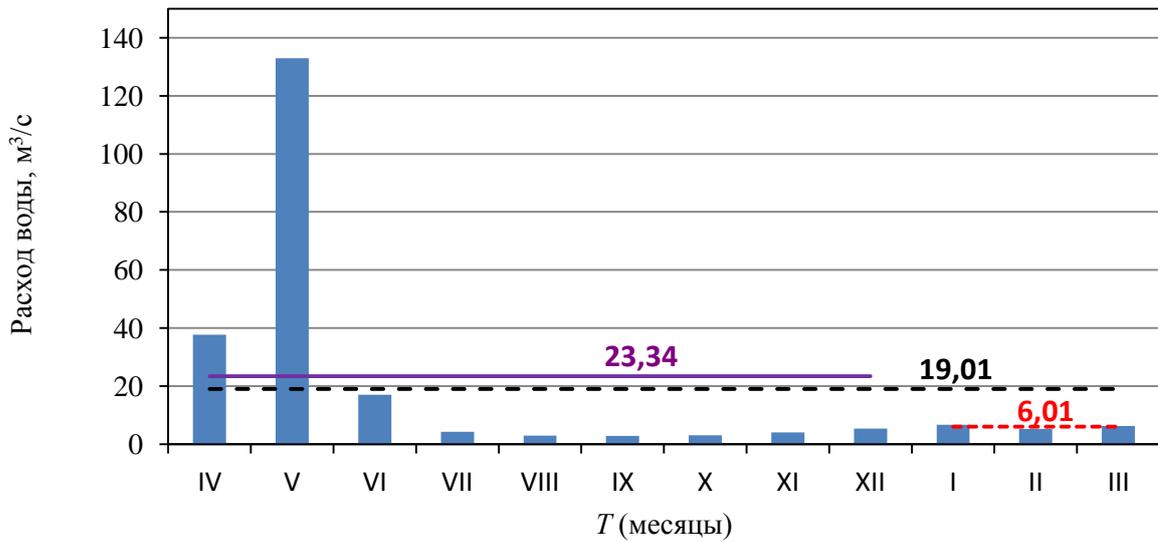


Рисунок 3.8 – Средние многолетние месячные расходы воды;
р.Битюг – г. Бобров

3.5. Верхне-Волжский район

Реки Верхневолжского района отличаются неравномерностью стока в течение года и по классификации Б.Д.Зайкова относятся к восточноевропейскому типу внутригодового распределения стока, который характеризуется высоким половодьем, низкой летней и зимней меженью и повышенным стоком в осенний период. От 50 до 90 % годового стока проходит весной в период снеготаяния (рисунок 3.9).

За весенним половодьем следует низкая летняя межень; средняя многолетняя величина суммарного стока за лето и осень изменяется от 100 мм на северо-западе до 10 мм на юго-востоке территории. Летне-осенняя межень начинается обычно в конце июня – середине июля и оканчивается в октябре-начале ноября. Средняя продолжительность межени изменяется от 50 – 60 до 140 – 160 дней. Доля летне-осеннего стока в годовом объеме на реках северо-западной части лесной зоны составляет 25 – 30 % .

Зимний сток на большинстве рек территории меньше летне-осеннего и составляет 4 – 15 % годового. Зимняя межень устанавливается в конце ноября – начале декабря и заканчивается в конце марта - начале апреля. Средняя продолжительность межени для преобладающей части района 120 – 140 дней, лишь на юге она уменьшается до 90 – 100 дней.

Таким образом, распределение сезонного стока по территории в общих чертах следует закону географической зональности, однако влияние местных аazonальных факторов (озерности, карста, песчаных почв и т.д.) нередко нарушает эту закономерность.



Рисунок 3.9 – Среднее распределение стока по сезонам года;
р. Колпь – д. Верхний Двор

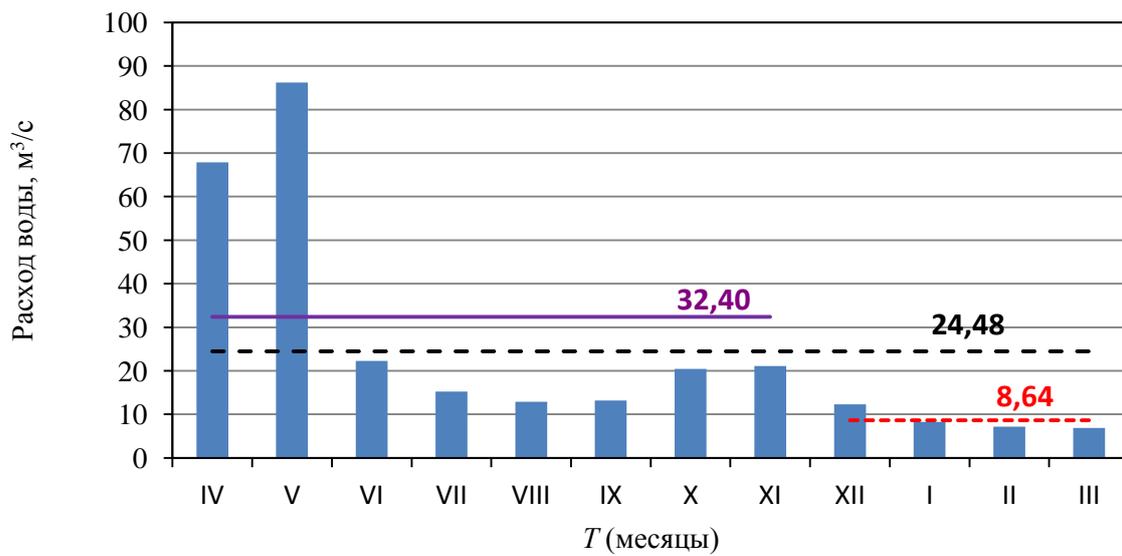


Рисунок 3.10 – Средние многолетние месячные расходы воды;
р. Колпь – д. Верхний Двор

3.6. Нижнее и среднее Поволжье

Рассматриваемая территория включает бассейн р. Волги в ее среднем и нижнем течении от г. Чебоксары до устья. Общая площадь территории 249000 км², протяженность с запада на восток составляет около 580 км, с севера на юг – около 1500 км.

В связи с тем, что все реки района получают преимущественно снеговое питание, для них характерно крайне неравномерное распределение стока в течение года. Годовой сток в целом уменьшается в широтном направлении, в соответствии с изменением засушливости климата.

Попадающая часть годового стока от 50 до 97 %, а нередко и весь сток проходит в весенний период, при снеготаянии (рисунок 3.11). Средние величины слоя весеннего стока уменьшаются от 120 – 130 мм в северных до 40 мм в южных районах территории.

Половодье сменяется устойчивой меженью, в период которой источником питания являются грунтовые воды. Межень продолжается с июня по февраль следующего года.

Величина речного стока в летне-осенний сезон (июль – ноябрь) на непрерывающихся водотоках составляет: по правобережью р. Волги и в бассейнах рек левобережья, впадающих в Куйбышевское водохранилище, от 10 до 35 % годового объема (на малых водосборах этого района от 1 до 10 %, в бассейне р. Шешмы с повышенным грунтовым питанием в ряде случаев достигает 30 – 35 %), в бассейне р. Самары от 5 до 25 %, в южных районах Заволжья, как правило, менее 10 %.

Самым маловодным является зимний сезон, на долю которого приходится повсеместно не более 14 % годового объема, а на юге территории не более 2 – 3 %. Начало зимней межени на севере территории обычно приходится на первую декаду ноября, в южных районах несколько позднее – в конце первой – начале второй декады ноября. Наиболее ранние сроки наступления межени на-

блюдаются в конце октября, а поздние даты приходятся на середину – конец декабря. Средняя продолжительность межени на преобладающей территории составляет 140 – 155 дней.



Рисунок 3.11 – Среднее распределение стока по сезонам года; р. Боровка – х. Паника

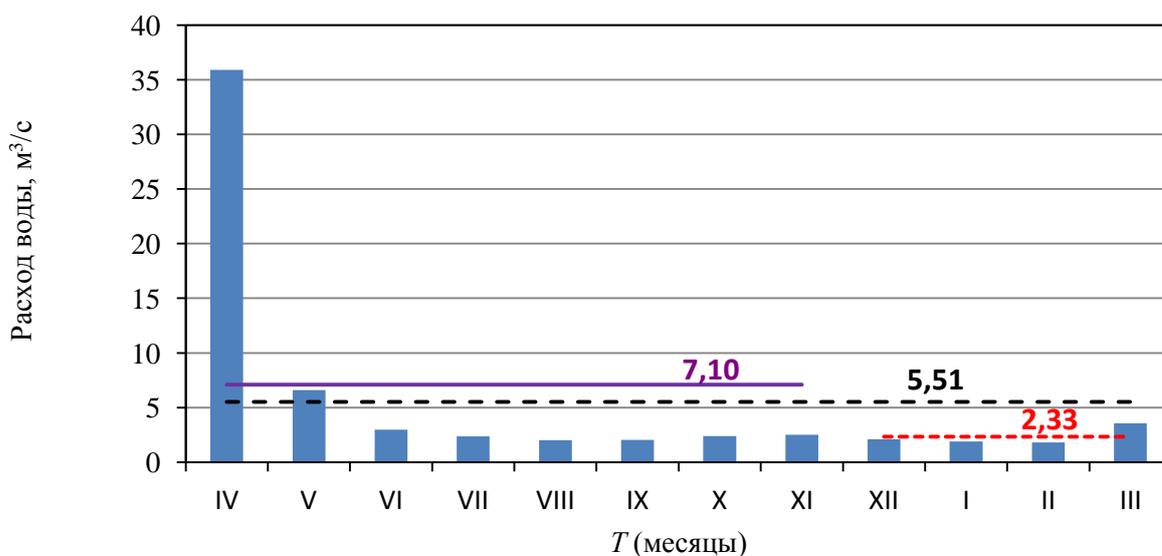


Рисунок 3.12 – Средние многолетние месячные расходы воды; р. Боровка – х. Паника

3.7. Западная Сибирь

Рассматриваемая территория общей площадью 840 тыс. км² охватывает бассейн Средней Оби от Новосибирского водохранилища до р. Иртыша (реки Бердь, Иня, Томь, Чулым, Чая, Кемь, Парабель, Васюган, Тым, Вах, Аган, Большой Юган, Назым и др.) и Обско – Иртышское междуречье (реки Каргат, Чулым, Сума)

По характеру водного режима реки рассматриваемой территории относятся к следующим типам:

1. Реки с весенне-летним половодьем и паводками в теплое время года;
2. Реки с весенним половодьем и паводками в теплое время года.

Несмотря на различия условий питания и формирования стока основной фазой всех рек бассейна Средней Оби является половодье, в период которого проходит 60 – 90 % годового стока (рисунок 3.13), а также наблюдаются максимальные расходы и наибольшие уровни воды.

Начало половодья на реках южных районов приходится на начало апреля, северных – на конец апреля – начало мая. Продолжительность половодья зависит главным образом от длины реки, заболоченности и озерности водосбора. На больших реках (Обь, Чулым, Васюган, Кеть, Тым) средняя продолжительность половодья – 83 – 140 дней, на реках лесостепной зоны и горного района – 40 – 90 дней, на реках лесной зоны со значительной заболоченностью 66 – 112 дней.

После прохождения половодья на всех реках территории на 3 – 4 месяца (с июля по ноябрь) устанавливается летне-осенняя межень и продолжается до начала ледовых явлений.

Зимняя межень обычно устанавливается в конце ноября – начале декабря. Продолжительность колеблется от 100 дней на горных реках до 170 дней на реках лесной зоны. По отношению к годовому стоку доля зимней межени 0,5 – 10 %.



Рисунок 3.13 – Среднее распределение стока по сезонам года;
р. Бердь – пгт Маслянино

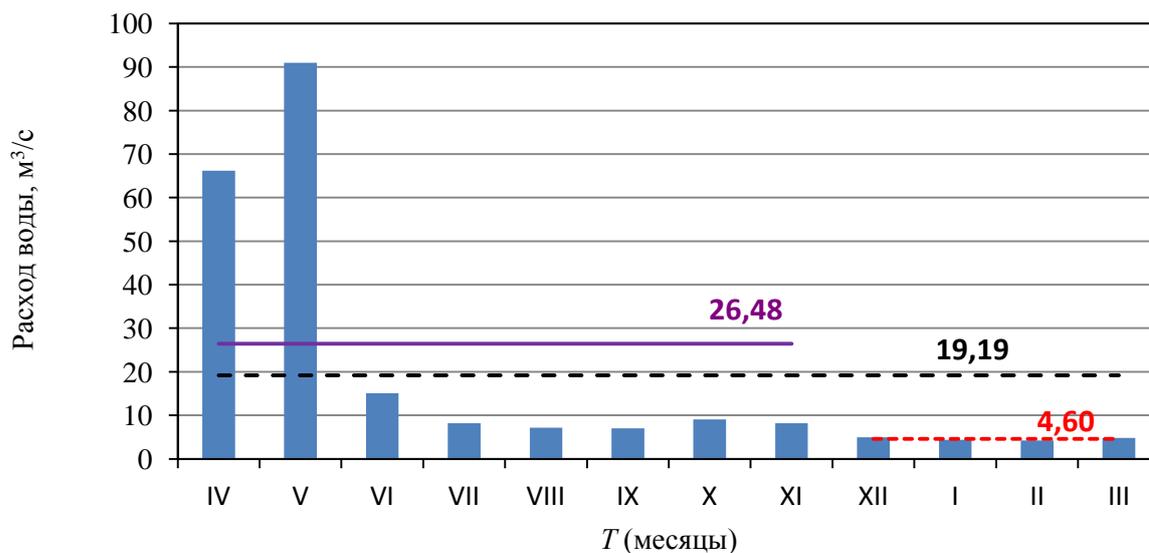


Рисунок 3.14 – Средние многолетние месячные расходы воды;
р. Бердь – пгт Маслянино

3.8. Бассейн Енисея

Описываемая территория расположена в средней части Азиатского материка в центральной области Российской Федерации. Общая площадь ее 1981500 км², протяженность с севера на юг около 3200 км, ширина колеблется от 100 до 1200 км. Самая северная точка – мыс Челюскин – находится на 77,8° с.ш., наиболее южная – истоки р. Тесхем на 49,7° с.ш.

Распределение стока в течение года отличается большой неравномерностью. Около 70 – 95 % его объема проходит в теплую часть года (рисунок 3.15). В зимние месяцы реки маловодны, иногда сток отсутствует вследствие промерзания. Большое влияние на характер внутригодового распределения стока рек оказывает значительная протяженность изучаемой территории, вытянутой в меридиональном направлении от 78 до 50° с.ш. Это обстоятельство, а также различия природных условий и типов водного режима, обусловили необходимость разделения ее на три большие области: южная (охватывает южную часть изучаемой территории до устья Большого Пита), центральная (часть бассейна Енисея между устьями Большого Пита и Нижней Тунгуски) и северная область.

На реках южной и северной областей основная часть стока (65 – 90 %) проходит за весенне-летний период. На реках же центральной области высокий сток (около 50 – 70 %) наблюдается только весной.

Минимальный сток рек рассматриваемой территории изменяется в широких пределах, что главным образом объясняется существенными различиями условий увлажнения отдельных частей территории. Самые низкие расходы воды в реках приурочены к зимнему времени. На многих малых водотоках зимой сток почти ежегодно отсутствует вследствие промерзания.



Рисунок 3.15 – Среднее распределение стока по сезонам года;
р. Кебеж – с. Григорьевка

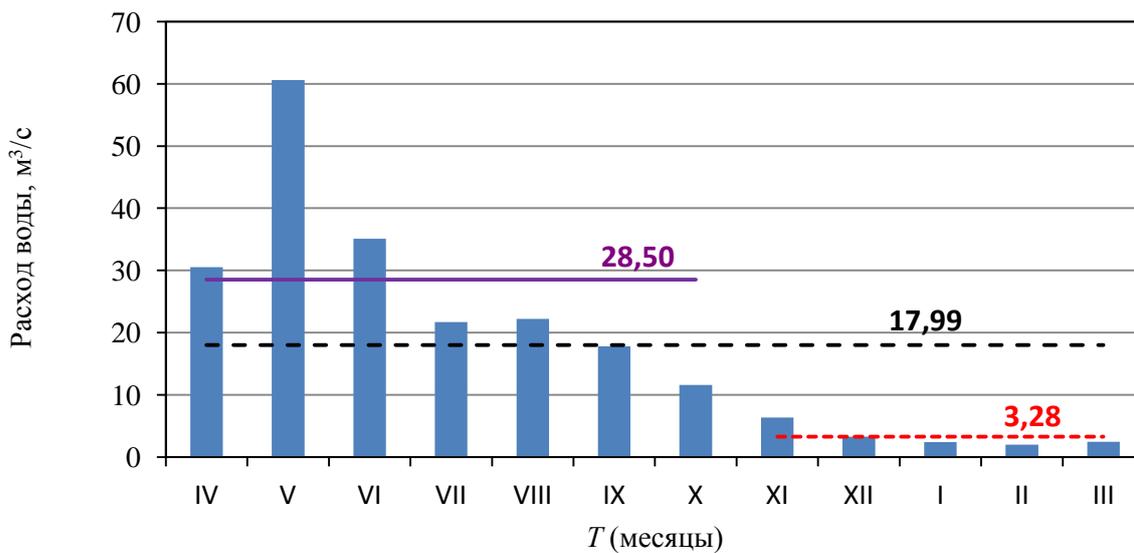


Рисунок 3.16 – Средние многолетние месячные расходы воды;
р. Кебеж – с. Григорьевка

3.9. Бассейн Ангары

Внутригодовое распределение стока изменяется в пределах равнинной части бассейна в широтном направлении, в горной его части – с высотой местности. На реках северной равнинной части весенний сток составляет 69–73 % годового (рисунок 3.17). Весеннее половодье сменяется низкой летне-осенней меженью, периодически прерываемой кратковременными дождевыми паводками. Основным источником питания в этот период являются грунтовые воды. За период летне-осенней межени проходит 16 – 24 % годового стока. На реках южной и юго-западной частей бассейна, большинство которых протекает в пределах Восточного Саяна, основная доля (80 – 90 %) годового стока проходит в тёплый период, во время выпадения жидких осадков. После прохождения паводков наступает осенняя очень непродолжительная межень, в течение которой сток постепенно уменьшается. Средний сток за этот сезон составляет 6 – 10 %.

Зимний сток рек бассейна Ангары составляет 3 – 13 % годового и в течение всего периода постепенно снижается, достигая наименьших значений в феврале или марте. В суровые зимы отдельные реки центральной части бассейна промерзают и сток прекращается.

Отмеченные закономерности изменения сезонного стока по территории под влиянием а зональных гидрогеологических условий (например, карста) нередко нарушаются.



Рисунок 3.17 – Среднее распределение стока по сезонам года;
р. Зима – пос. Зулумай

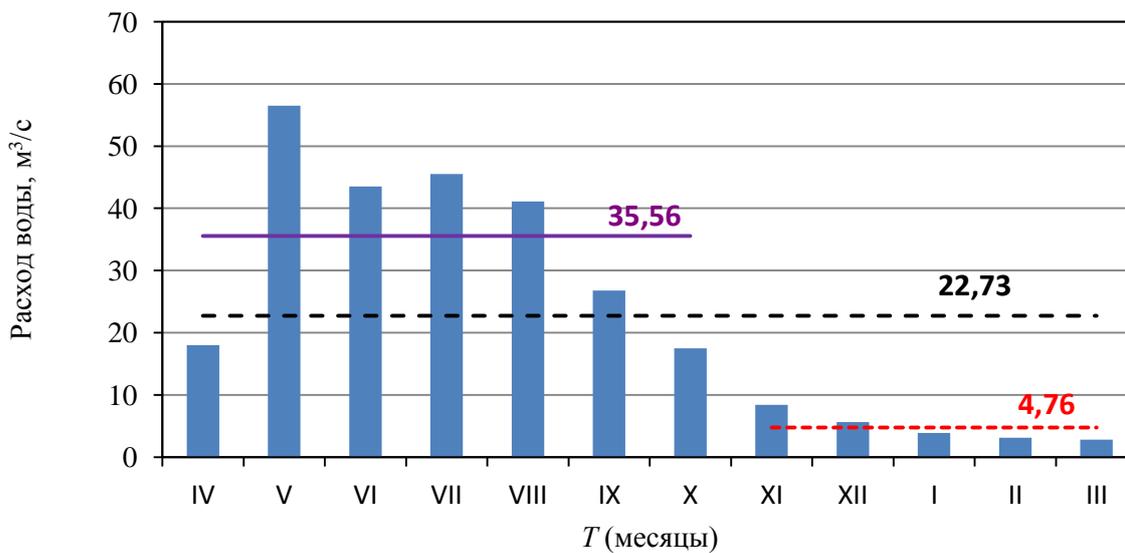


Рисунок 3.18 – Средние многолетние месячные расходы воды;
р. Зима – пос. Зулумай

3.10. Бассейн Лены

Рассматриваемый Лено-Индибирский регион расположен в северо-восточной части Азиатского материка между $52^{\circ} 00'$ и $77^{\circ} 30'$ с.ш. и $92^{\circ} 30'$ и $160^{\circ} 00'$ в.д. на площади более 4,2 млн км². Наибольшая протяженность этой территории с севера на юг около 2740 км, с запада на восток более 2300 км.

Характерной особенностью всей территории является суровый и резко континентальный климат.

Речной сток на рассматриваемой территории в основном проходит в теплую часть года (75 – 95%), причем на равнинных реках западной ее части преимущественно в период весеннего половодья (до 70 – 90%) (рисунок 3.19).

Половодье на реках обычно начинается в конце апреля – начале мая на юге, в конце мая – начале июня на севере, а заканчивается соответственно в первой половине июня и примерно в середине июля. Продолжительность его на большинстве рек чаще всего 35 – 50 дней. Около 20 – 30% объема весеннего стока обычно приходится на жидкие осадки.

Минимальный сток рек рассматриваемой территории формируется в условиях многолетней мерзлоты и сурового климата. Самый малый сток приходится на зиму. На большей части рек он наблюдается в первые 1 – 2 зимних месяца. В дальнейшем сток прекращается под влиянием истощения запасов подземных вод и аккумуляции их в мощных наледях. Величины минимального зимнего суточного стока изменяются по территории от 0 до 2,5-3,0 л/сек км².

Межень теплой части года отчетливо наблюдается лишь на реках с преобладанием стока в весеннее половодье, на которых она продолжается в среднем около 40 дней и до 80 – 90 дней.

Межень холодной части года на всех реках территории продолжительна (6-8 месяцев) и в общем маловодна.



Рисунок 3.19 – Среднее распределение стока по сезонам года;
р. Намана – с. Мекимдя

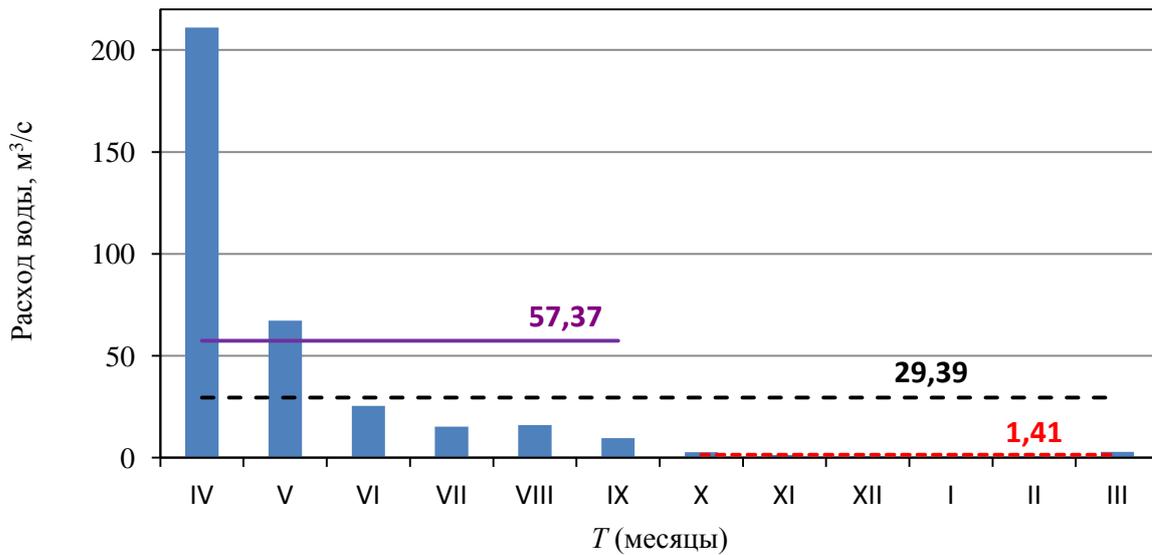


Рисунок 3.20 – Средние многолетние месячные расходы воды;
р. Намана – с. Мекимдя

3.11. Бассейн Колымы и рек Магаданской области

Описываемая территория, условно названная Северо-Восток, располагается в северо-восточной части Азиатского материка на площади свыше 1,5 млн. км². Она охватывает всю Магаданскую область, северную часть Хабаровского края и северо-восточные районы Якутии.

В тёплую часть года (V – X) протекает основная масса воды (94 – 99%) (рисунок 3.21). В зимние месяцы (XI – IV) на многих водотоках сток прекращается совсем.

Летняя межень наблюдается, как правило, между двумя паводками, а в дождливые годы – после паводочного периода, перед появлением осенних ледяных образований. По времени образования летние меженные периоды можно объединить в три группы: летний, летне-осенний и осенний.

Летний меженный период, как правило, начинается во второй половине лета и заканчивается перед подъёмом осеннего паводка. Продолжительность его полностью зависит от продолжительности бездождного периода между паводками и, как правило, небольшая.

Летне-осенний меженный период наблюдается в засушливые годы с длительным отсутствием дождей в течение лета и осени. Начинается он обычно во второй половине лета (август) и продолжается до появления ледяных образований на реке.

Осенний меженный период наблюдается в дождливые годы, когда в течение всего лета имеют место паводки и поступление жидких осадков в реку прекращается лишь с наступлением отрицательных температур воздуха. Осенний меженный период отмечается в конце сентября и в начале октября. Продолжительность небольшая, в среднем 15 – 20 дней.

В зимний период многие реки зоны многолетней мерзлоты промерзают. На некоторых реках после прекращения поверхностного стока

сохраняется подрусловой сток, который также связан со слоем аллювиальных отложений.

Таким образом, зимой реки питаются исключительно подземными водами, разгружающимися в подрусловые аллювиальные отложения и через них в реки.



Рисунок 3.21 – Среднее распределение стока по сезонам года; р. Аян-Юрях – пос. Эмтегей

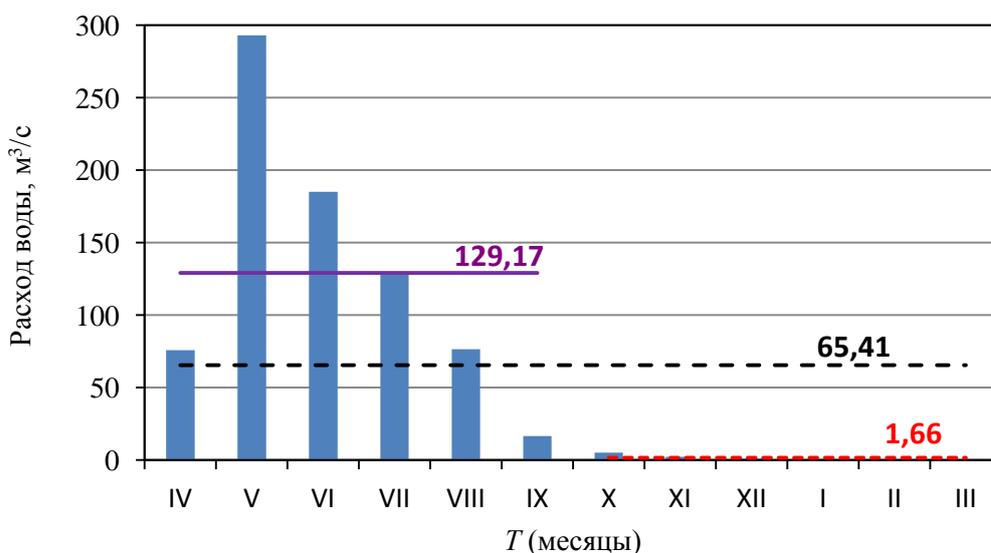


Рисунок 3.22 – Средние многолетние месячные расходы воды; р. Аян-Юрях – пос. Эмтегей

3.12. Камчатка

Рассматриваемая территория включает п-ов Камчатку и бассейны рек, впадающих в Пенжинскую губу (от м. Тайгонос на западе до Рекиннинской губы на востоке) и Берингово море. К северу от границы этой территории расположены бассейны рек Колымы, Анадыря и Хатырки.

Общая площадь территории составляет 490,8 тыс.км².

Территория Камчатки вытянута сравнительно узкой полосой в северо-восточном направлении на 1200 км. Наибольшая ширина полуострова не превышает 470 км. Полуостров Камчатка и материковая (северная) часть рассматриваемой территории соединяется между собой узким перешейком, Парапольским долом, имеющим ширину около 100 км.

Реки Камчатки в основном принадлежат к типу горных водотоков с преобладанием в их питании подземного стока, доля которого в общем годовом объёме составляет 50 – 70 % (рисунок 3.23). Для большинства рек основная масса стока воды проходит в весеннее-летний период во время половодья. Начинается оно обычно в апреле-мае и продолжается 4-5 месяцев (до середины – конца августа). Исключение составляют реки северной (материковой) части области, весеннее половодье проходит здесь в апреле-мае и заканчивается в июне.

Даты наступления и окончания летне-осенней межени изменяются в значительных пределах. Наиболее раннее её наступление наблюдалось во второй декаде июня, наиболее позднее – в первой декаде октября. Раннее и позднее окончание межени приурочено соответственно к концу августа и середине ноября. Продолжительность летне-осенней межени колеблется в среднем от 30 до 115 дней.

Осенний и зимний меженные периоды отличаются многоводностью и значительной зарегулированностью стока, что объясняется продолжительным таянием снежников в горах и обильным подземным питанием. Эти общие закономерности во внутригодовом распределении стока нередко нарушаются влия-

нием местных факторов, обуславливающих специфические черты режима отдельных рек.

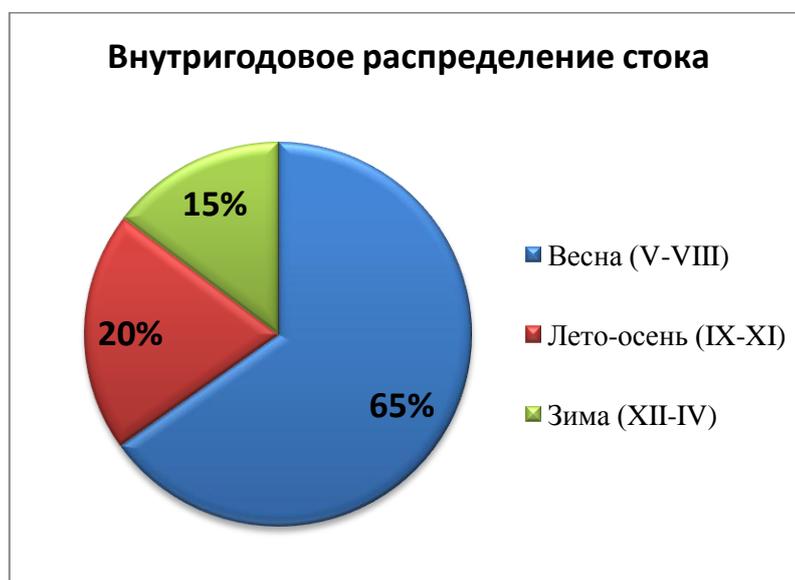


Рисунок 3.23 – Среднее распределение стока по сезонам года;
р. Кирганик – с. Кирганик

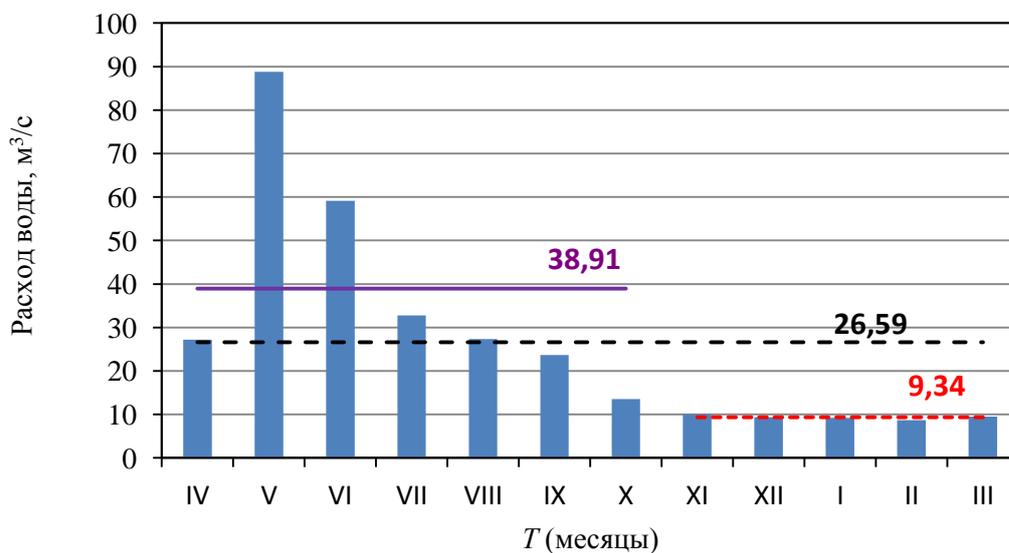


Рисунок 3.24 – Средние многолетние месячные расходы воды;
р. Кирганик – с. Кирганик

3.13. Расчёт коэффициента водности за безледоставный период (k) и коэффициента относительной продолжительности безледоставного периода (kt)

В качестве исходных данных приняты средняя продолжительность зимней межени, среднемноголетний расход за меженный период и норма годового стока.

Расчетные створы выбирались на реках с площадью водосбора не более 50 000 км², также с условием максимального периода наблюдений на них в данном районе и с учетом равномерности расположения выбранных створов по территории.

В процессе исследований анализировались следующие характеристики: продолжительность безледоставного периода, средний расход за безледоставный период, объём стока за безледоставный период, модуль стока за безледоставный период, а также коэффициент k , который представляет собой отношение среднего многолетнего расхода воды за безледоставный период ($Q_{\bar{\sigma}/л}$) к норме годового стока (\bar{Q}):

$$k = \frac{Q_{\bar{\sigma}/л}}{\bar{Q}} \quad (3.1)$$

Для каждого исследуемого района были составлены таблицы, расчет в которых состоял из пяти этапов:

1. Определение объема и модуля стока за зимнюю межень;
2. Определение годового объема и модуля стока;
3. Расчет объема, модуля и среднего многолетнего расхода воды за безледоставный период;
4. Расчет отношения среднего многолетнего расхода воды за безледоставный период к норме годового стока;

5. Расчет отношения количества дней за безледоставный период к общему количеству дней в году.

Для каждого исследуемого региона была сформирована таблица для расчета коэффициентов водности за безледоставный период (переходный коэффициент k) и относительной продолжительности безледоставного периода (k_t).

Коэффициенты были рассчитаны для каждого поста и средние по району. Кроме того для рядов коэффициентов были рассчитаны основные статистические характеристики. Таблицы приводятся в приложении А.

Как показал анализ, коэффициент k оказался достаточно устойчивым в пределах довольно крупных территорий. Его коэффициент пространственной вариации невелик и составил:

1. 0,07 для Северного края
2. 0,06 для Северо-запада и Карелии
3. 0,06 для бассейна реки Дон
4. 0,06 для верхнего течения р. Волга
5. 0,08 для нижнего и среднего течения р. Волга
6. 0,05 для Западной Сибири
7. 0,11 для бассейна р. Енисей
8. 0,10 для бассейна р. Ангара
9. 0,12 для бассейна р. Лена
10. 0,10 для бассейна р. Колыма и рек Магаданской области
11. 0,14 для Камчатки

Таблица 3.2 – Таблица коэффициентов водности за безледоставный период и относительной продолжительности безледоставного периода

Район	Переходный коэффициент k	Относ. прод . БЛ периода k_t
Северный край	1,51	0,59
Северо-Запад	1,26	0,73
Карелия	1,27	0,71

Район	Переходный коэффициент k	Относ. прод . БЛ периода kt
Бассейн Дона	1,27	0,73
Верхнее течение Волги	1,35	0,68
Нижнее и среднее течение Волги	1,49	0,59
Западная Сибирь	1,60	0,58
Бассейн Енисея	1,73	0,53
Бассейн Ангары	1,75	0,51
Бассейн Лены	2,42	0,41
Бассейн Колымы и Магаданска	2,27	0,39
Бассейн рек Камчатской обл.	1,59	0,52

4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА СРЕДИХ МНОГОЛЕТНИХ УРОВНЕЙ ВОДЫ ЗА БЕЗЛЕДОСТАВНЫЙ ПЕРИОД ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Анализ, выполненный в предыдущих главах, показал, что с увеличением относительной продолжительности безледоставного периода уменьшается значение коэффициента (k). Это наглядно представлено на рисунке 4.1.

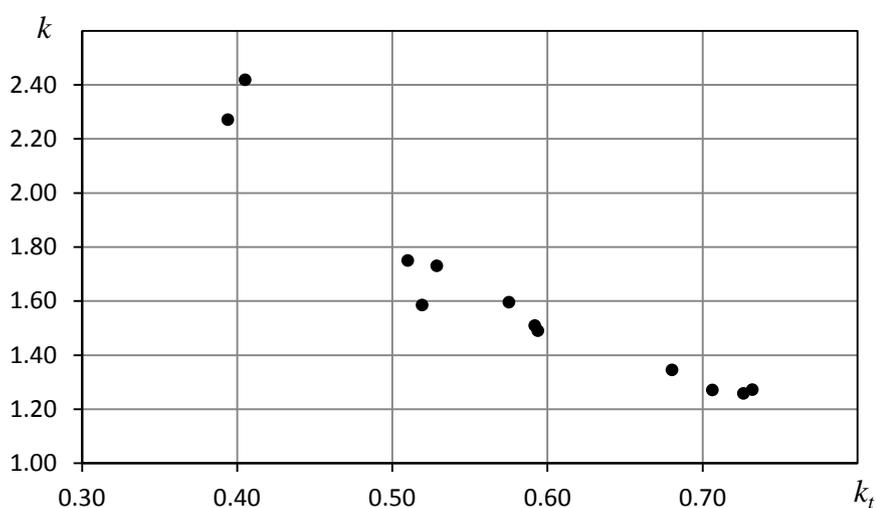


Рисунок 4.1 – График зависимости коэффициента (k) от относительной продолжительности безледоставного периода (k_t)

Как видно на рисунке связь имеет нелинейный характер. Для линеаризации связи была построена логарифмическая зависимость $\lg(k) = f[\lg(k_t)]$ (рис.4.2). При построении зависимости была добавлена точка с координатами ($k = 1$; $k_t = 1$). Таким образом, в явном виде был зафиксирован факт, что на реках, где отсутствует ледостав, средний многолетний расход за безледоставный период равен норме годового стока. Аппроксимация исследуемой зависимости выполнена многочленом второй степени при нулевом свободном члене, так как

при $k = 1$ и $k_t = 1$ и соответствующие логарифмы равны нулю: $\lg(k) = 0$; $\lg(k_t) = 0$.

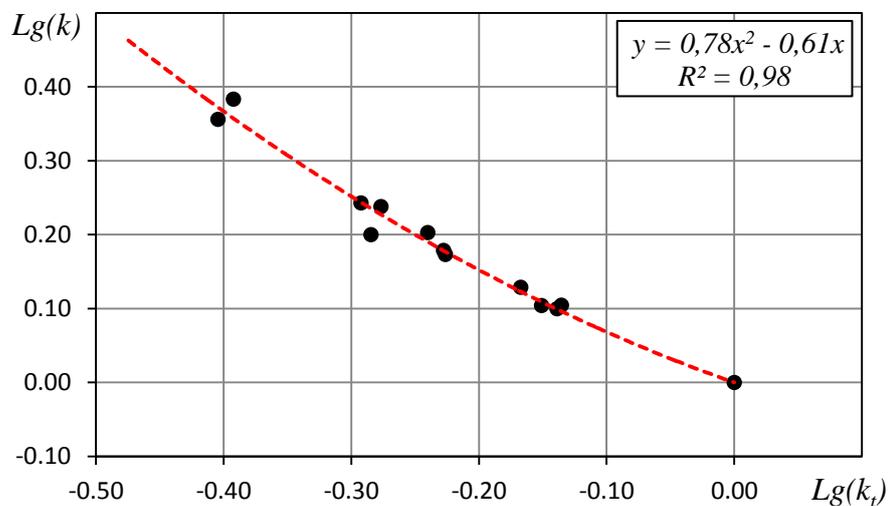


Рисунок 4.2 – График зависимости $\lg(K) = f[\lg(k_t)]$

Как видно на рисунке 4.2, связь является надежной, коэффициент детерминации равен 0,98. Расчетное уравнение имеет вид:

$$\lg(k) = 0,78[\lg(k_t)]^2 - 0,61 \quad (4.1)$$

После потенцирования получаем

$$k = k_t^{0,78\lg(k_t) - 0,61} \quad (4.2)$$

На рисунке 4.3 представлена зависимость $K = f(k_t)$ и ее аппроксимация с помощью выражения (4.2). Как видно на рисунке аппроксимация выполнена корректно. Средняя ошибка аппроксимации 2,25%, максимальная 8,8%

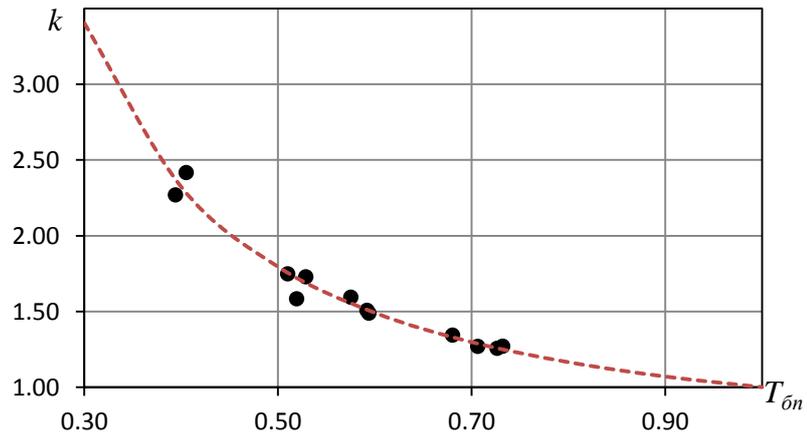


Рисунок 4.3 – Зависимость коэффициента (k) от продолжительности безледоставного периода (k_i); сплошная линия – аппроксимация по формуле (4.2)

Формулу (4.2) можно рекомендовать для расчета коэффициента (k) для всей территории Российской Федерации. При этом относительную продолжительность безледоставного периода следует определять по ближайшим рекам-аналогам.

В первом приближении k_i можно также определить с использованием карты, представленной на рисунке 4.4.



Начало ледостава на реках: I – в октябре; II – в ноябре; III – в декабре; IV – ледостава обычно не бывает. Подписи у изолиний – даты начала весеннего ледохода на реках.

Рисунок 4.4 – Районирование территории Российской Федерации по датам начала и окончания ледостава

Значение среднего многолетнего уровня воды за безледоставный период можно определить по кривой $Q = f(H)$ в зависимости от среднего многолетнего расхода за безледоставный период.

Зависимость $Q = f(H)$ строится на основании гидравлического расчета с использованием данных полевых изысканий, и с учетом гидравлических и морфометрических характеристик русла и поймы реки в рассматриваемом створе (см. раздел 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главной задачей данной выпускной квалификационной работы была разработка методики расчета средних многолетних расходов воды за безледоставный период при отсутствии гидрометрических наблюдений в створе проектирования.

В ходе работы были обработаны данные по 12 районам Российской Федерации. Для каждого исследуемого региона была сформирована таблица для расчета коэффициентов водности за безледоставный период (переходный коэффициент k) и относительной продолжительности безледоставного периода (k_t). Коэффициенты были рассчитаны для каждого поста и средние по району. Кроме того для рядов коэффициентов были рассчитаны основные статистические характеристики.

Далее были построены график зависимости коэффициента (k) от относительной продолжительности безледоставного периода (k_t) и график зависимости $\lg(k) = f[\lg(k_t)]$. С помощью последней зависимости выведено уравнение тренда: $y = 0,78x^2 - 0,61x$. После потенцирования этого выражения получена формула:

$$k = k_t^{0,78\lg(k_t) - 0,61}$$

Полученная формула может быть использована для расчета коэффициента водности (k) для всей территории Российской Федерации.

Общая схема для определения среднего многолетнего уровня воды за безледоставный период при отсутствии данных гидрометрических наблюдений будет иметь вид:

- 1) Определение нормы годового стока по стандартным методам, изложенным в СП-33-101-2003;

- 2) Определение средней продолжительности безледоставного периода по ближайшим рекам-аналогам или по карте;
- 3) По выведенной в работе формуле определение коэффициента водности безледоставного периода (k);
- 4) Умножение среднего многолетнего расхода воды на соответствующий коэффициент (k);
- 5) Определение по кривой $Q = f(H)$ среднего уровня воды за безледоставный период.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Владимиров, А. М. Гидрологические расчеты [Текст]. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 365 с.
2. Водный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон № 74-ФЗ от 03.06.06;
3. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейн Дона. Вып. 3. – Л.: Гидрометеиздат, 1986
4. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейн Лены (среднее и нижнее течение), Хатанги, Анабара, Оленёка, Яны, Индигирки. Вып. 16. – Л.: Гидрометеиздат, 1987
5. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейн Енисея (без бассейна Ангары и Пясины). Вып. 12. – Л.: Гидрометеиздат, 1985
6. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейн Ангары. Вып. 13. – Л.: Гидрометеиздат, 1986
7. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейны Колымы и рек Магаданской области. Вып. 17. – Л.: Гидрометеиздат, 1985
8. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейн Волги (верхнее течение). Вып. 23. – Л.: Гидрометеиздат, 1986

9. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейны Оби (без бассейна Иртыша), Надыма, Пура, Таза. Вып. 10. – Л.: Гидрометеиздат, 1984
10. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейны рек Камчатской области. Вып. 18. – Л.: Гидрометеиздат, 1987
11. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейн Волги (среднее и нижнее течение) и Урала. Вып. 24. – Л.: Гидрометеиздат, 1985
12. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейны Онеги, Северной Двины и Мезени. Вып. 8. – Л.: Гидрометеиздат, 1986
13. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Том I. РСФСР. Бассейн рек западного побережья Белого моря. Вып. 7. – Л.: Гидрометеиздат, 1987
14. Догановский, А.М. Гидрология суши (общий курс). Учебник – СПб.: РГГМУ, 2012. – 524 с.
15. Догановский, А.М. Сборник практических задач по определению основных характеристик водных объектов суши (практикум по гидрологии) [Текст]. Учеб. пособие для вузов/Догановский А.М., Орлов В.Г. – СПб.: РГГМУ, 2011. – 315 с.
16. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – Нижний Новгород: Вектор-ТиС. 2007. – 134 с.

17. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений. – СПб, 2007. – 67 с. (Ротапринт ГНЦ РФ ААНИИ).
18. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. – СПб, изд. «Нестор-История», 2009. – 193 с.
19. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. – М., 2004. – 72 с.
20. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: 1984.– 448 с.
21. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 2. Карелия и Северо-Запад. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1965.
22. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 10. Книга 1. Верхне - Волжский район. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1973
23. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Вып. 2. Алтай и Западная Сибирь. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1972
24. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 16. Вып. 1. Ангаро-Енисейский район. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1973
25. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 16. Вып. 2. Ангаро-Енисейский район. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1972
26. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 19. Северо - Восток. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1969
27. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 3. Северный край. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1972
28. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 7. Донской район. Внутриго-

- довое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1973
29. Ресурсы поверхностных вод СССР.Т. 12. Вып. 1. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1971
 30. Ресурсы поверхностных вод СССР.Т. 20. Камчатка. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1973
 31. Руководство по гидрологической практике. Том II. Управление водными ресурсами и практика применения гидрологических методов. (ВМО-№ 168). 2012.
 32. Сикан А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации [Текст]. Учебник – СПб.: РГГМУ, 2007. – 279 с.
 33. Федеральный закон «Об охране окружающей природной среды» № 7-ФЗ от 10.01.02;

