



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

Кафедра водно-технических изысканий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему — Гидрологическая обеспеченность строительства
Беломоро-Балтийского канала

Исполнитель _____ Поплевкин Максим Сергеевич
(фамилия, имя, отчество)

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

_____ Вампилова Людмила Борисовна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

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

_____ Морев Дмитрий Моревич
(фамилия, имя, отчество)

«02» июня 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. Комплексная физико-географическая характеристика бассейна реки Выг.....	6
1.1 Тектоника, геология и рельеф региона исследования.....	6
1.2 Климатическая характеристика бассейна реки Выг.....	15
1.3 Гидрологическая характеристика водных объектов бассейна реки Нижний Выг.....	18
1.4 Почвенно – растительный покров бассейна реки Нижний Выг.....	22
Глава 2. Анализ основных гидрологических параметров реки Нижний Выг и его притоков.....	26
2.1 Дифференциация внутригодового распределения стока реки Нижний Выг.....	26
2.2 Водный баланс водохранилищ на реке Нижний Выг.....	37
Глава 3. Гидрологическая обеспеченность хозяйственной деятельности в бассейне реки Нижний Выг.....	39
3.1 Гидрологическая обеспеченность строительства гидроэлектростанций, водохранилищ и трассы канала (ББК).....	39
3.2 Гидрологическая обеспеченность функционирования водного транспорта в бассейне озера Выгозеро.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	47
П Р И Л О Ж Е Н И Я.....	53
Приложение 1.....	54
Приложение 2.....	57
Приложение 3.....	58
Приложение 4.....	60
Приложение 5.....	62
Приложение 6.....	63
Приложение 7.....	64
Приложение 8.....	68
Приложение 9.....	69

ВВЕДЕНИЕ

Гидротехнические сооружения, созданные человеком в бассейнах многочисленных рек, например, гидроэлектростанции, водохранилища, каналы – представляющие собой комплексные природно-технические системы, оказывают значительное влияние на модификацию и трансформацию ландшафтов. Причем строительство гидроэлектростанций приводит к существенным изменениям как в самих водных объектах, так и в прилегающих к ним территориях, которые подвергаются интенсивному воздействию, сопровождающемуся изменениями гидрометеорологических факторов. Водоохранилища, созданные в речных долинах, по многим параметрам – протяженности, глубине и объему — могут быть сопоставимы с крупными озерами, что в свою очередь так же способствует изменению локальных климатических условий и трансформации гидрологических параметров стока. Эти изменения имеют далеко идущие последствия для геосистемы в целом и многочисленных природных процессов в освоенных регионах.

Предметом настоящего исследования является проблема гидрологической обеспеченности строительства серии гидротехнических объектов в районе Беломоро-Балтийского канала. В условиях изменения климата, загрязнения природных ресурсов и увеличения антропогенной нагрузки на экосистемы анализ текущего состояния и перспективы использования водных ресурсов становятся особенно актуальными. Задача исследования включает в себя изучение различных параметров водных объектов: морфометрических характеристик, расходов, уровней, а также оценку влияния различных факторов на гидрологическую ситуацию в регионе.

При оценке современного состояния гидрологическая обеспеченность Беломорско-Балтийского канала высокая, так как он питается за счёт естественной приточности [4]. Основными водоёмами, питающими Волозеро,

являются Хижозерское водохранилище, находящееся в 5 км, и Верхневолозерское водохранилище, находящееся на расстоянии 23 км от впадения. Объём воды, накапливаемый в этих водоёмах, полностью обеспечивает шлюзование судов с 1-го по 9-й шлюзы в течение навигации [10]. Для обеспечения водой всего Северного склона канала используется Выгозеро, которое имеет сезонное регулирование и предназначено для судоходства и работы каскада Выгских ГЭС [10]. За все годы эксплуатации Беломорканала не было ни одного случая нарушения его нормальной работы из-за недостаточности воды.

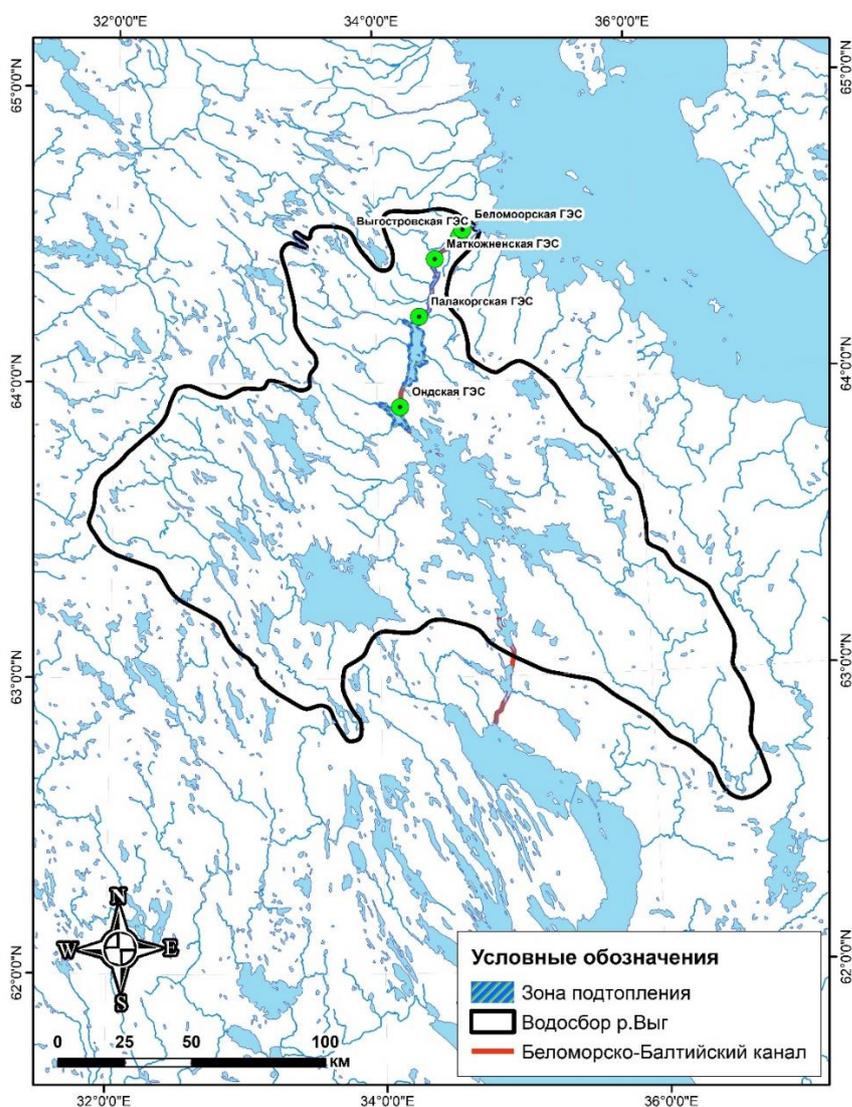


Рисунок 1. Положение объекта исследования на физико-географической карте Карелии (по Н. А. Решину)

На время планирования и проектирования Беломоро-Балтийского канала эти сведения отсутствовали. Поэтому перед началом исследования, в свете актуальности рассматриваемой темы, была сформулирована цель: провести сравнительный анализ гидрологических и климатических параметров реки Выг до и после осуществления строительства Беломоро-Балтийского канала и оценить степень гидрологической обеспеченности до начала гидротехнического освоения. При этом особое внимание было уделено выявлению негативных последствий, связанных с гидротехническим освоением водных ресурсов бассейна реки Выг. В соответствии с поставленной целью в рамках исследования были формулированы следующие задачи:

1. Определить роль каждого природного компонента в обеспечении проектируемого Беломоро-Балтийского канала водными ресурсами;
2. Провести сравнительный анализ климатических и гидрологических условий в низовьях реки Выг, оказывающих влияние на формирование стока, как до строительства, так и после создания Беломоро-Балтийского канала.
3. Выявить характер изменений гидрологических параметров реки Выг в результате сооружения Беломоро-Балтийского канала и серии гидротехнических сооружений (ГЭС и водохранилищ).

Объектом нашего исследования является часть бассейна реки Выг, в частности, Нижний Выг включая Беломоро-Балтийский канал, ГЭС (Маткожненская, Беломорская, Палокоторская, Выгостровская, Ондская) и водохранилища. Предметом анализа выступает изменение гидрологических параметров стока на участке нижнего течения реки Выг после реализации строительства Беломоро-Балтийского канала (рис.1).

Для выполнения исследования нами был использован следующий комплекс методов: Гидрологический анализ включал исследование внутригодового распределения стока, расчёт водного баланса и оценку среднемноголетних расходов воды с учётом их сезонной динамики. Климатический анализ

позволил выявить влияние температурных колебаний и осадков на гидрологический режим реки. Для понимания природных условий региона использовались геоморфологические и геологические методы, такие как анализ тектонических структур, рельефа и четвертичных отложений. Особое внимание уделялось гидротехническим аспектам: изучалась работа каскада ГЭС и шлюзовой системы, а также роль водохранилищ в регулировании стока. Статистическая обработка многолетних данных по расходам воды, уровням и осадкам дополнялась построением графиков и таблиц для наглядного представления результатов. Картографические материалы, включая геологические и почвенные карты, помогли визуализировать природные особенности бассейна. Литературный обзор научных публикаций и архивных данных обеспечил теоретическую основу исследования. В совокупности эти методы позволили провести оценку гидрологической обеспеченности изучаемого объекта.

Глава 1. Комплексная физико-географическая характеристика бассейна реки Выг.

1.1 Тектоника, геология и рельеф региона исследования

Согласно схеме тектонического районирования бассейн реки Выг относится к восточной части Балтийского кристаллического щита, и, в частности, к геотектонической структуре, известной как Беломорский сегмент. Этот участок характеризуется крупноблоковым строением и дифференцированным режимом тектонических движений. Особое внимание следует обратить на то, что данный регион расположен на границе Русской плиты и Феноскандинавского щита, что обуславливает его многочисленные геологические особенности. В пределах водосборной площади реки Выг геологическую основу составляют древнейшие, докембрийские, твердые

кристаллические породы, представленные архейско-протерозойскими гнейсами, гранитами, гранодиоритами, а по генезису: изверженными и осадочными породами, большей частью метаморфизованными [2].

В районе Нижнего Выга широкое распространение имеют вулканогенные и терригенные сланцевые отложения верхнего архея (лопия). Саамский (Ребольский цикл) представлен областями сохранившихся раннеребольских структур в образованиях нижнего и нерасчлененного архея (2700 – 3000 млн. лет). Ближе к озеру Выг с севера распространены вулканогенные и осадочно-вулканогенные, диабазовые и порфиоровые толщи сумия и сариолия позднескладчатой стадии. Эти образования относятся к Карельскому циклу складчатого этапа ранних и поздних карелид с возрастом 2000 – 2700 млн. лет [2].

Геологическое строение региона исследования представлено гранитоидными породами архейского возраста, среди которых велика доля кварцевых конгломератов, доломитов, шунгитов, сланцев, гнейсов, амфиболитов ладожской, сегозерской, онежской серий, относящихся к нижнему (сумий, сариолий) и среднему (ятулий, суйсарий) карелию. Перечисленными породами представлена большая часть бассейна озера Выгозера. Часть долины Нижнего Выга сложена породами нижнего и среднего карелия. Нижняя часть долины реки Выг приурочена к интрузивным породам беломорской серии, которые образуют кристаллический фундамент Прибеломорской низменности. Тектонико-геологическое строение региона исследования рассматривается с позиции влияния пород на водность: большое количество разломов по природе своей представленные надвигами, связаны с палеопротерозойскими процессами. В нижнем течении реки Выг практически по ширине Прибеломорской низменности на тектонической карте показаны разломы, не классифицированные по возрасту, морфологии и кинематике [2].

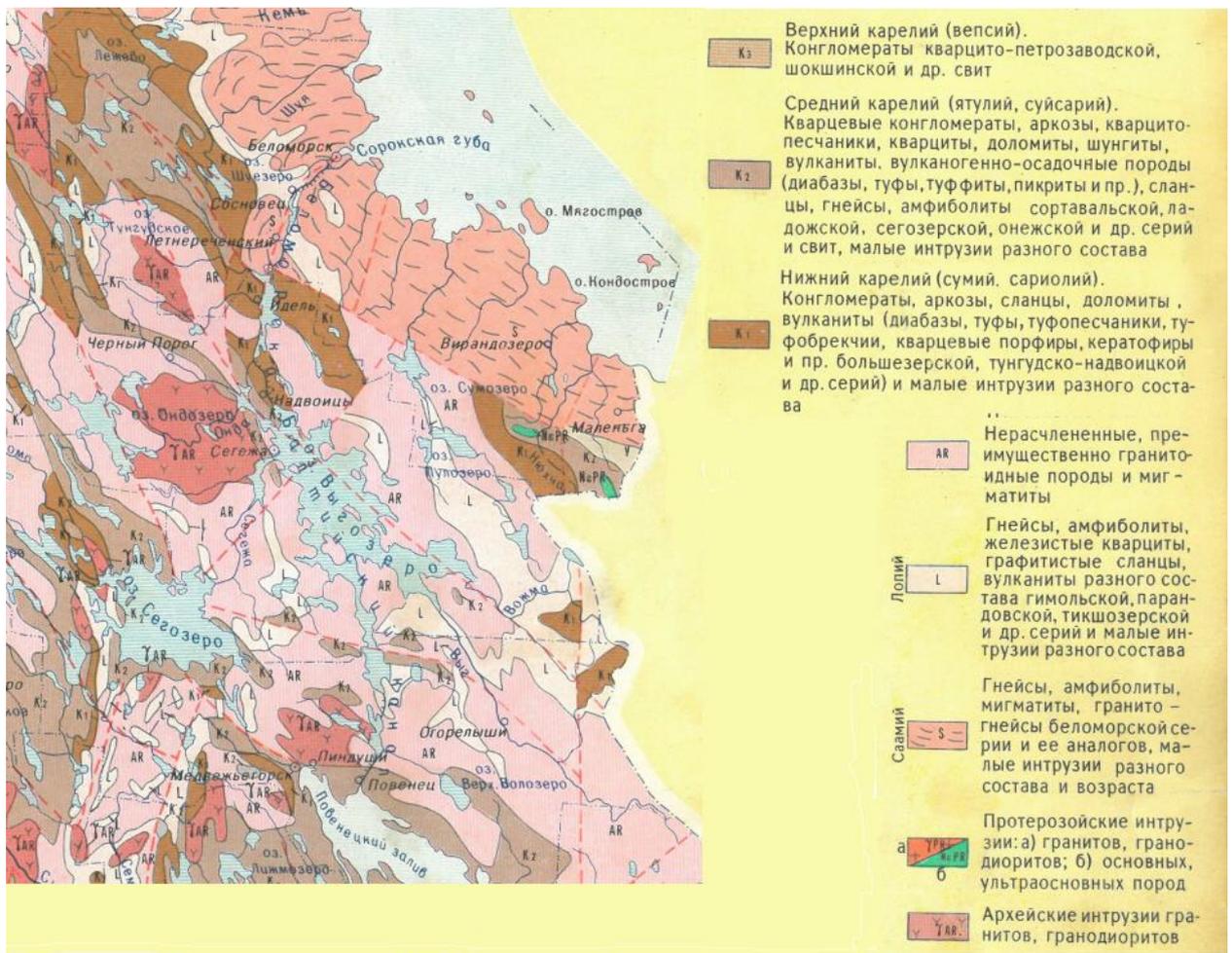


Рисунок 2. Геологическая карта бассейна р. Выг. [2]

Коренные породы перекрыты осадочными отложениями, представленными чехлом четвертичных отложений различного генезиса и разной мощности: большая часть бассейна занята ледниковыми валунными песками и супесями, реже суглинками и глинами. Причем распространение этих отложений в большей мере касается северного, западного, южного и частично восточного берегов озера Выг. Эти отложения распространены по Верхнему Выгу и в южной части Нижнего Выга. Характер отложений связан с историей оледенения, отсюда и приуроченность указанных площадей распространения к Центрально-Карельской моренной равнине. Значительные площади в бассейне Нижнего Выга заняты морскими верхнечетвертичными песками, супесями и глинами на границе между Прибеломорской низменностью и моренной равниной. Прибрежная часть Прибеломорской низменности представлена современными морскими отложениями и

биогенными, что свидетельствует о большом распространении болот. На карте четвертичных отложений (рис.3), прослеживаются все типы верхнечетвертичных и современных отложений, для которых характерна большая насыщенность грунтов влагой [3]. Наличие большого количества болот свидетельствует, что эти природные комплексы являются основными регуляторами влаги для реки Выг и ее притоков. Таким образом, одно из условий строительства гидротехнических сооружений было обеспечено природными литогенными факторами [3]. Большая часть бассейна реки Выг располагается в геоморфологической области, называемой Центрально-Карельской моренной равниной. Внутреннее строение Центрально-Карельской зоны формируется под влиянием структурных особенностей кристаллического фундамента, который дополнительно усложняется рядом локальных линейных структур, ориентированных на северо-запад. Для гидрографической сети этого региона характерно, что речные долины расположены параллельно друг другу, что подчеркивает уникальность топографии и геоморфологии данной местности [8].

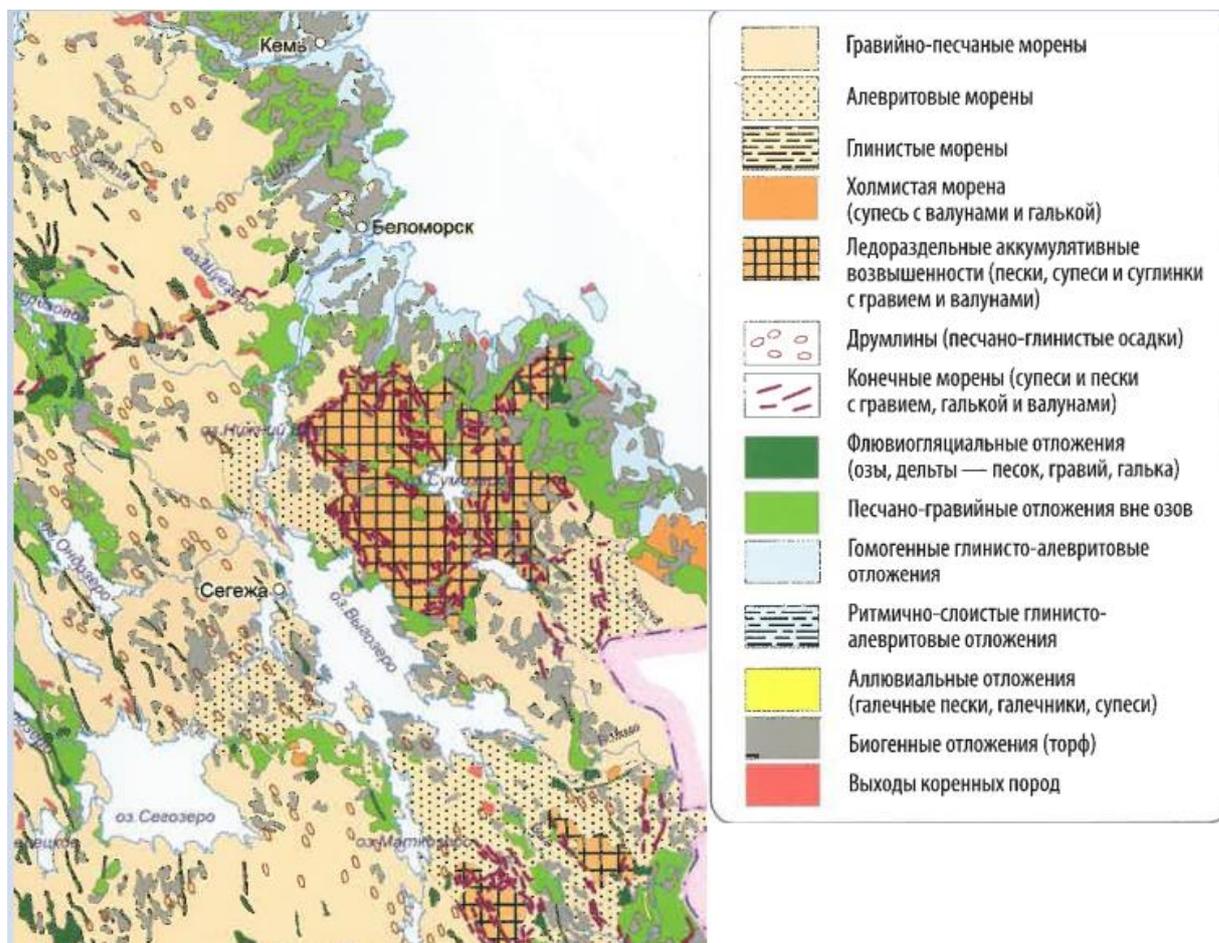


Рисунок 3. Карта четвертичных отложений бассейна р. Выг [3]

Специфической особенностью рельефа исследуемой территории является наличие в пределах бассейна крупных ледораздельных возвышенностей: в левобережной части Верхнего Выга – Волозерская ледораздельная возвышенность; в правобережной части Нижнего Выга – Сумозерская ледораздельная возвышенность. Ледораздельные возвышенности представляют собой разнообразные формы и комплексы рельефа, происхождение которых связано с деятельностью льда разного динамического состояния. Одна из самых северных ледораздельных островных возвышенностей – Сумозерская – расположена на северо-востоке Карелии и на северо-западном продолжении кряжа Ветреный Пояс. По данным И.М. Экмана [43], она имеет форму неправильного треугольника размером 75x50 км. Средняя абсолютная высота изменяется от 100 до 180 м над уровнем моря, максимальные высоты сосредоточены в северо-восточной части и составляют 200-220 м, относительные высоты над окружающими

низменностями от 20 до 120 м (табл.1). Характерная черта рельефа возвышенностей – ярусность. Первый ярус образован массивами, сформированными в трансгрессивную стадию продвижения ледника: масса морены наслаивалась над цоколем зарождающейся возвышенности. Это самые крупные и высокие формы рельефа [8].

Таблица 1

Характеристика литогенной основы Волозерской, Сумозерской ледораздельных (островных) возвышенностей [8, с. 159]

Геологическое строение	В основании залегают метаморфизованные докембрийские образования, среди которых преобладают архейские гранито-гнейсы, верхнеархейские основные вулканиты. Под четвертичными породами залегают нижнепротерозойские осадочно-вулканогенные образования: кварцито-песчаники, доломиты, шунгитовые сланцы и диабазы.
Характер четвертичных отложений	Песчано-супесчаная морена, пески, грубообломочный материал, алевролиты. Преобладание моренных отложений повышенной мощности.
Приуроченность к тектонической структуре	Водлозерское поднятие Центрально-Карельская антиклинорная зона Восточно-Карельская синклинорная зона Южно-Карельская зона дифференцированных движений.
Морфоструктура	Ледниково-аккумулятивная и водно-ледниковая; холмисто-кольцевидный комплекс рельефа ледораздельных возвышенностей; приподнятые ступенчато-ярусные равнины.

Рельеф	Сложно построенный (до пяти ярусов) холмисто-кольцевидный комплекс рельефа. Абс. отметки от 100 до 220 м. Массивы надвиго-чешуйчатого строения, грядовосерпо- и кольцевидного рельефа, сопряженного с холмистыми формами. Элементарные образования: извилисто-линейные, кольцевые и купольные формы. Рельеф сильно расчленён новейшей блоковой тектоникой.
Морфоскульптура	Сложное ярусное строение и разнообразие ледниковой морфоскульптуры холмистый и холмисто-грядовый моренный рельеф.

В этой части бассейна встречаются такие ледниковые формы рельефа как друмлины. Они не образуют параллельных серий, а расходятся веером по радиальным направлениям, среди них наблюдаются поперечные дугообразные полосы выраженные в рельефе заболоченными понижениями. Эти ледниковые отложения содержат большое количество глинистого материала, что способствует аккумуляции влаги, формированию типов еловых лесов с черничными и зеленомошными ассоциациями (рис. 4), являющимися гидроаккумуляторами влаги, питающими озерно- речную сеть [3].

связано с деятельностью приледникового озера, которое существовало в период, когда котловина Белого моря была занята ледниковым покровом. Процессы аккумуляции осадочного материала и воздействие вод приледникового водоёма сыграли ключевую роль в образовании современного рельефа низменности. Таким образом, низменность представляет собой результат взаимодействия ледниковых, водных и тектонических процессов, характерных для четвертичного периода [8].

1.2 Климатическая характеристика бассейна реки Выг

Как уже было отмечено бассейн реки Выг, расположен в средней части Республики Карелия и находится в зоне умеренно-континентального климата, формирующегося под влиянием воздушных масс Атлантического океана, Арктики, континентального воздуха умеренных широт (КУВ). Климатические условия данного региона характеризуются значительной влажностью, выраженной сезонностью и относительно низкими температурами на протяжении большей части года [39]. Факторы, формирующие климат Карелии: географическая широта и зависящие от нее радиационные условия, циркуляция атмосферы, типы воздушных масс. Одним из важных климатических факторов является количество солнечной радиации приходящееся на земную поверхность. Что касается средней Карелии, то для этой территории отмечается малое количество солнечного тепла, даже в летний период времени. Для бассейна реки Выг характерны умеренные значения суммарной солнечной радиации (2500–3000 МДж/м² в год) [42] и радиационного баланса (800–1200 МДж/м² в год) [42].

На климат территории Карелии оказывают влияние три центра действия атмосферы. Азорский максимум, место формирования которого в летний период времени - северная Атлантика. В течение всего года воздушные массы с Атлантики приносят на Европейскую территорию России большое количество осадков. Можно сказать, что это главный поставщик влаги.

Арктический максимум (антициклон) в течение всего года приносит континентальный и морской воздух, по своим характеристикам отличающийся низкими температурами, отсутствием влаги. Эти воздушные массы способствуют формированию суровых зимних климатических условий, а в летнее время при своем поступлении оказывают охлаждающее влияние и как следствие понижение летних температур воздуха.

Исландский минимум – «кухня европейской погоды». Место формирования циклона – указанный остров. Воздушные массы от этого центра

приносят в зимний период времени потепление, обилие осадков, метели, оттепели. Следовательно, небольшое количество осадков выпадающих на исследуемой территории поступает от Исландского минимума, но исключительно в зимний период времени.

Таким образом, на территорию Карелии оказывают влияние морские воздушные массы с Атлантики, морские и континентальные массы Арктики, континентальный воздух умеренных широт и региональное значение оказывают воздушные массы над Онежским и Ладожским озерами. Последние из названных очень часто меняют свои количественные значения (частые перепады давления) и в результате констатируются частые смены атмосферного давления, особенно в средней и южной частях Карелии. Перечень воздушных масс создают условия для различных ветровых режимов: в исследуемом районе отмечается преобладание западных и юго-западных ветров.

Среднегодовая температура воздуха в бассейне реки Выг колеблется в пределах от $+1^{\circ}\text{C}$ до $+3^{\circ}\text{C}$. Зимний период отличается продолжительностью и устойчивыми отрицательными температурами. Средняя температура января составляет от -10°C до -14°C , при этом в экстремальные периоды возможно понижение температур до -30°C и ниже. Летний сезон короткий и прохладный, со средней температурой июля от $+14^{\circ}\text{C}$ до $+17^{\circ}\text{C}$. Максимальные температуры в летний период редко превышают $+25^{\circ}\text{C}$, что обусловлено влиянием холодных воздушных масс с севера и значительной заболоченностью территории. Среднемесячные температуры воздуха в течение года представлены в таблице 2 [39].

Таблица 2

Среднемесячная температура воздуха (С°).

Метеостанция	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ст. Сегежа	-11,0	-10,6	-6,1	-0,2	7,1	13,2	16,1	14,2	8,6	2,4	-3,2	-7,7	1,9

Годовое количество осадков в бассейне реки Выг (в пределах Прибеломорской низменности) варьируется в пределах 500–550 мм. Максимум осадков наблюдается в летне-осенний период, что связано с активной циклонической деятельностью [39]. Зимой осадки выпадают преимущественно в виде снега, формируя устойчивый снежный покров, который сохраняется с ноября по апрель. Высокая влажность воздуха (70–80%) обусловлена близостью Балтийского моря, а также наличием многочисленных озёр и болот, характерных для данного региона. Наибольшее количество осадков приходится на август (табл. 3) [39].

Таблица 3.

Среднее месячное и годовое количество осадков (мм).

Метеостанция	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ст. Сегежа	37	33	31	38	43	61	69	76	61	61	48	41	491

Гидрологический режим реки Выг находится в прямой зависимости от климатических условий. Весеннее половодье, вызванное таянием снега и льда является основным источником пополнения водного стока. Летняя межень выражена слабо, что связано с повышенным количеством осадков в этот период. Зимой река покрывается льдом, толщина которого может достигать 50–70 см. Ледовый покров устанавливается в ноябре и сохраняется до конца

апреля – начала мая.

Особенностью климата бассейна реки Выг является также влияние местных факторов, таких как наличие крупных водоёмов (включая Выгозеро) и больших лесных массивов. Эти факторы способствуют формированию локального микроклимата, характеризующегося меньшими амплитудами температур и повышенной влажностью в прибрежных зонах (Приложение 8,9).

1.3 . Гидрологическая характеристика водных объектов бассейна реки Нижний Выг

Гидрологическое районирование территории России проводится с учётом климатических, геоморфологических и гидрологических особенностей регионов. Вся территория страны разделена на гидрологические области, районы и подрайоны, которые объединяют водные объекты со схожими характеристиками стока, питания и режима. Республика Карелия, где расположен бассейн реки Нижний Выг, относится к гидрологической области Северо-Запада Европейской части России. Эта область характеризуется: умеренно-континентальным климатом с влиянием Атлантики, высокой густотой речной сети и обилием озёр, преобладанием снегового питания рек с ярко выраженным весенним половодьем, значительной заболоченностью территории. Бассейн реки Нижний Выг входит в гидрологический район Баренцево-Беломорского бассейна, который охватывает водные объекты, впадающие в Онежское озеро и Белое море. Для этого района характерны: высокая водоносность рек, обусловленная значительным количеством осадков, наличие крупных озёр и водохранилищ, которые регулируют сток, сезонные изменения водного режима с преобладанием снегового питания, влияние ледникового рельефа, что отражается на форме речных долин и наличии многочисленных порогов и перекатов.

Река Выг – располагается в средней части республики Карелии, имеет протяженность – 237 км, площадь бассейна реки – 27,1 тыс. км²[11]. Водосборный бассейн реки от створа Ондской ГЭС до Белого моря увеличился после строительства ББК от 22,03 до 27,10 км² (рис. 1) [40]. Исток реки – озеро Верхотинное в Пудожском районе Карелии, в 10 км к юго-западу от озера Нельмозеро.

Река состоит из двух частей: Верхний Выг, длиной 135 км, вытекает из озера Верхотинное и впадает в Выгозеро, а Нижний Выг, протяженностью 102 км, вытекает из Выгозера и впадает в Онежскую губу Белого моря у города Беломорск. Верхний Выг лежит в заболоченной местности, протекая через систему небольших озёр. Водный баланс формируется под влиянием климатических, гидрологических и антропогенных факторов. Ниже приведена детальная характеристика основных элементов водного баланса для бассейна реки Выг.

Основным источником питания реки Выг являются атмосферные осадки. Для бассейна реки характерно значительное количество осадков, что обусловлено климатическими особенностями северо-западного региона России. Среднегодовое количество осадков составляет около 600 мм, причём большая их часть выпадает в виде дождя в тёплый период года и снега — в холодный. Осадки играют ключевую роль в формировании поверхностного и подземного стока [39]. Испарение с поверхности воды, почвы и растительности в бассейне реки Выг умеренное и составляет 300–400 мм в год. Летом испарение усиливается благодаря повышению температуры, а зимой значительно снижается из-за низких температур и ледостава [39]. Поверхностный сток реки Выг формируется преимущественно за счёт осадков и таяния снега. Средний годовой сток реки оценивается в 20–25 км³[39]. Весеннее половодье, которое наблюдается в апреле–мае, обеспечивает основной объём стока благодаря интенсивному таянию снежного покрова. В летне-осенний период сток поддерживается дождевыми осадками, а зимой его величина уменьшается из-за ледостава и снижения активности

поверхностного питания. Подземный сток в бассейне реки Выг формируется за счёт инфильтрации осадков и питания из водоносных горизонтов. Его доля в общем водном балансе составляет 10–20%. Подземные воды играют важную роль в поддержании устойчивого стока реки в периоды межени, когда поверхностное питание сокращается.

Течение Нижнего Выга зарегулировано гидротехническими сооружениями Беломорканала, а также каскадом гидроэлектростанций [35]. Водный режим Нижнего Выга формируется не только за счёт атмосферных осадков и подземного питания, но и под влиянием притоков. Крупнейшие из них — Тугунда (Бохта), Идель и Летняя — вносят немалый вклад в общий сток реки, определяя её сезонную динамику и гидрологические особенности. Притоки Нижнего Выга отличаются разнообразием параметров: длиной, площадью водосбора, расходом воды и типом питания. В период весеннего половодья они существенно увеличивают водность основной реки за счёт талых вод, а в межень поддерживают базовый сток благодаря дождевому и грунтовому питанию. Кроме того, их влияние распространяется на русловые процессы, транспортировку наносов и поддержание судоходных глубин в системе Беломорско-Балтийского канала (табл. 4).

Таблица 4. Основные гидрологические параметры притоков Нижнего Выга [12].

Название реки	Длина (км)	Площадь водосбора (км ²)	Средний расход воды (м ³ /с)	Тип питания	Влияние на водный режим
Тугунда (Бохта)	128	1830	17,49	Смешанное (преобладает снеговое)	Обеспечивает значительный сток, особенно в период половодья.
Идель	51	562	-	Смешанное (снеговое и дождевое)	Поддерживает базовый сток в межень, влияет на сезонные колебания уровня воды.
Летняя	55	572	-	Смешанное (характерное для северных рек)	Участвует в формировании стока и транспорте наносов.

Таким образом, хотя притоки и не являются единственным источником водности Нижнего Выга, их вклад в формирование гидрологического режима системы остается значительным и требует учета при эксплуатации канала.

1.4 Почвенно – растительный покров бассейна реки Нижний Выг

Бассейн реки Выг, характеризуется сложной структурой почвенно-растительного покрова, что оказывает значительное влияние на гидрологический режим реки. Данный регион относится к зоне северной тайги, где преобладают подзолистые и болотные почвы, формирующиеся в условиях избыточного увлажнения и низких температур. Растительный покров представлен преимущественно хвойными лесами (сосна, ель), значительными по площади массивами вторичных мелколиственных лесов, а также большими массивами различного типа болот с характерной для них мохово-кустарничковой растительностью [9]. Почвенный покров бассейна реки Выг отличается высокой степенью гидроморфизма, что обусловлено близким залеганием грунтовых вод и широким распространением болот. Подзолистые почвы, занимающие возвышенные участки, характеризуются низким плодородием и высокой кислотностью, что ограничивает их водопроницаемость (рис. 6). В то же время болотные почвы, занимающие значительные площади, обладают высокой влагоемкостью и способностью аккумулировать влагу, что играет важную роль в регулировании стока. [8]

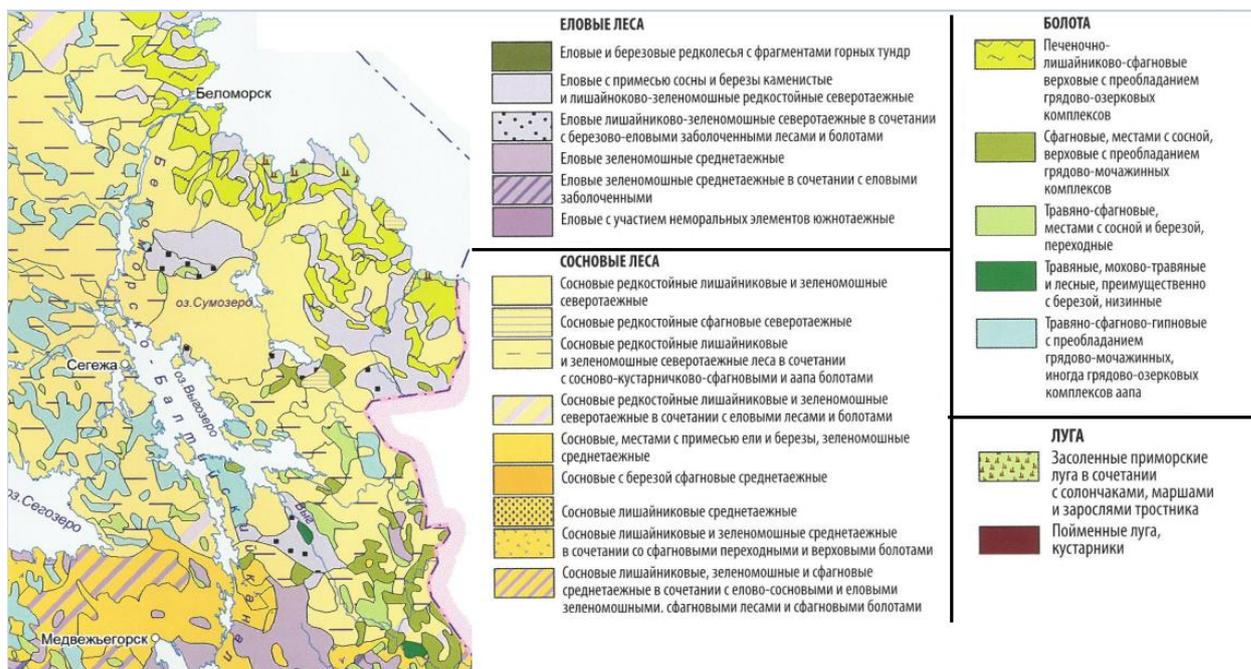


Рисунок 7. Коренная растительность бассейна р. Выг [3].

Характеристика почвенно – растительного покрова Прибеломорской цокольной морской аккумулятивной и абразионной таежной-озерной низменности приведена в таблице 4 [8, с. 107]. Основными лесообразующими породами в прошлом служили елово-сосновые и сосново-еловые леса, которые пострадали от антропогенного влияния. Ельники располагались вдоль речных долин и занимали фрагменты морских отложений. Часть этого флористического района представляет собой сильно заболоченную низменность с облесенными островками среди болот. Сосняки приурочены к повышенным участкам рельефа и скальным выходам. Начиная от XII – XIII веков на побережье Белого моря получило развитие солеварение, в результате которого хвойные леса постоянно вырубались и заменялись мелколиственными. Параллельно с солеварением на границе моренной равнины и морской низменности население занималось железоделательным промыслом, который также требовал большого количества древесины. Наконец, к XVII –XVIII векам интенсивно развивается лесопромышленная деятельность, в частности, продажа леса за рубеж, благодаря морскому транспорту. Таким образом, леса Прибеломорья за всю историю освоения этой

территории человеком испытали значительную трансформацию. В пределах Прибеломорской низменности широкое распространение имеют болота различных типов. Характерно преобладание олиготрофных болот грядово-мочажинных и грядово-озерных.

Таблица 4.

Особенности почвенно-растительного покрова Прибеломорской низменности [8, с. 107].

Северная тайга	
Растительность	Почвы
Северная часть	
Сосновые, елово-сосновые лишайниковые и зеленомошные северотаежные леса в сочетании с еловыми и аапа-болотами. Субдоминируют сосновые редкостойные лишайниковые и зеленомошные северотаежные леса	Подзолы торфянисто- и торфяно-глеевые иллювиально-гумусовые на песках и супесях в сочетании с болотными и торфяными
Средняя часть	
Болота печеночно-лишайниково-сфагновые верховые с преобладанием грядово-озерковых комплексов, а по долинам рек еловые леса с примесью сосны и березы, лишайниковые каменистые зеленомошные редкостойные леса	Торфяные и торфяно-глеевые в сочетании с подзолами иллювиально-гумусовыми на валунных супесях
Южная часть	
К лесным комплексам, характерным для средней части,	Торфяные и торфяно-глеевые иллювиально-гумусовые на

примешиваются еловые и сосновые редкостойные лишайниковые и зеленомошные леса	песках и супесях, подзолы иллювиально-гумусовые на валунных супесях
---	---

Влияние почвенно-растительного покрова на гидрологическую обеспеченность реки Выг проявляется в нескольких аспектах, в частности, в регулировании стока. Лесные и болотные экосистемы способствуют сглаживанию пиков паводков и поддержанию устойчивого базового стока в меженные периоды. Почвенно-растительный покров играет важную роль в задержании загрязняющих веществ, осуществляя фильтрацию и очистку вод, что улучшает качество воды в реке. Растительность предотвращает размыв почв, снижает активность эрозионных процессов, что уменьшает поступление взвешенных веществ в речную сеть. Наконец, лесные массивы осуществляют климатическую регуляцию, способствуют поддержанию влажного микроклимата, что положительно сказывается на водном балансе бассейна.

Глава 2. Анализ основных гидрологических параметров реки Нижний Выг и его притоков

2.1 Дифференциация внутригодового распределения стока реки Нижний Выг.

Изучение годового стока и его внутригодового распределения на реке Нижний Выг представляет собой важный этап анализа гидрологической обеспеченности строительства и эксплуатации канала. Понимание особенностей водного режима реки позволяет оценить объемы доступных водных ресурсов, их изменчивость в течение года, а также выявить потенциальные риски, связанные с сезонными колебаниями стока. Стоком реки называют количество воды, протекающее в реке через данный створ за определенный период времени [1]. Годовой сток реки Нижний Выг формируется под влиянием природных факторов, таких как климатические

условия, рельеф водосборного бассейна и характер питания реки, а также антропогенных факторов, включая регулирование стока через Выгозеро и Ондский гидроузел. Внутригодовое распределение стока характеризуется ярко выраженной сезонностью: весенним половодьем, обусловленным таянием снега и льда, летне-осенней меженью с периодическими дождевыми паводками, и зимним периодом минимального стока, когда основное питание реки осуществляется за счет грунтовых вод.

Среднегодовое количество воды в реке Нижний Выг составляет 262 м³/с [40]. Этот показатель был рассчитан нами на основе многолетних наблюдений и отражает среднюю интенсивность стока за длительный период. Для расчета годового объема стока используется формула:

$$W=Q \times T,$$

где:

- W — годовой сток (в м³),
- Q — среднегодовое количество воды (в м³/с),
- T — количество секунд в году (31 536 000 секунд).

Подставив значение среднегодового расхода, получаем:

$$W=262 \times 31536000=8262432000 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Таким образом, среднегодовое количество воды реки Нижний Выг составляет около 8,26 км³/год. Внутригодовое распределение стока реки Нижний Выг характеризуется выраженной сезонностью, что типично для рек северных регионов России. На формирование стока в течение года влияют климатические условия, особенности водосборного бассейна, а также антропогенное регулирование через Выгозеро и Ондский гидроузел [1]. Рассмотрим основные периоды внутригодового распределения стока.

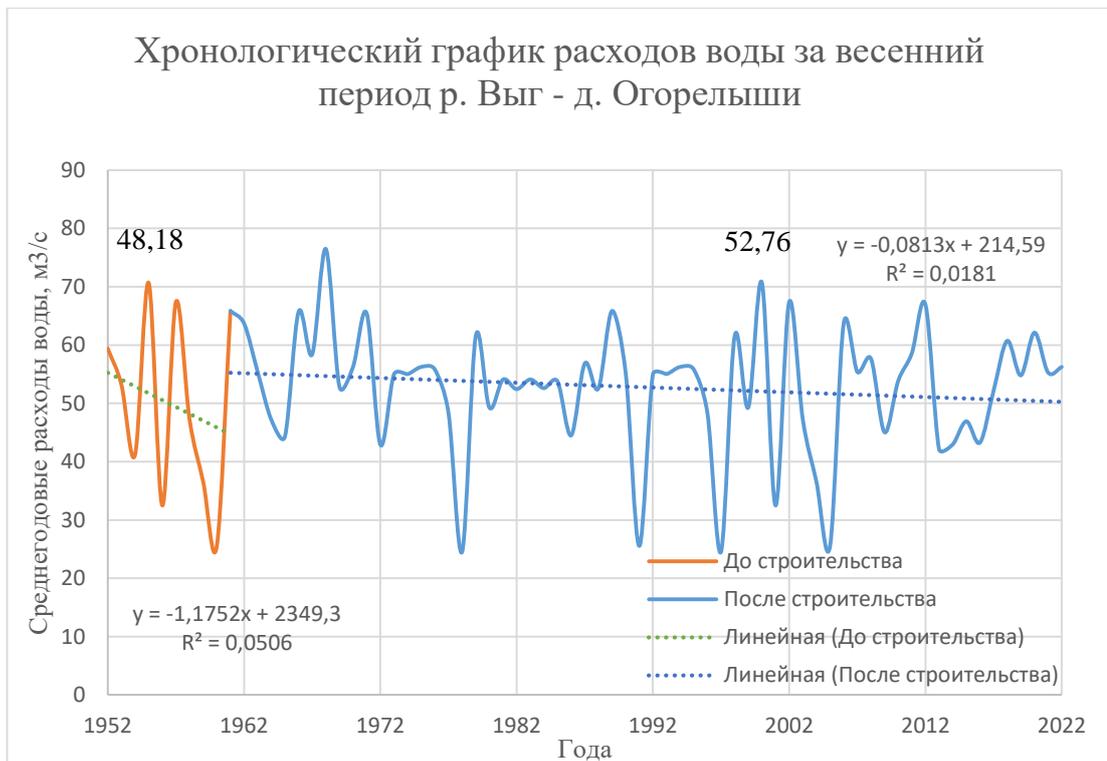


Рисунок 8. Хронологические графики за весенний период [Приложение 1,2,7]
График хронологических расходов воды за весенний период показывает, что до строительства расходы демонстрировали значительные сезонные колебания с тенденцией к снижению, при среднем значении 48,18 м³/с. После строительства на графике сохраняется тенденция к уменьшению расходов, но среднее значение увеличилось до 52,76 м³/с. При этом на графике уровней

воды наблюдается повышение, связанное с таянием снега и сезонными осадками (Рисунок 8).

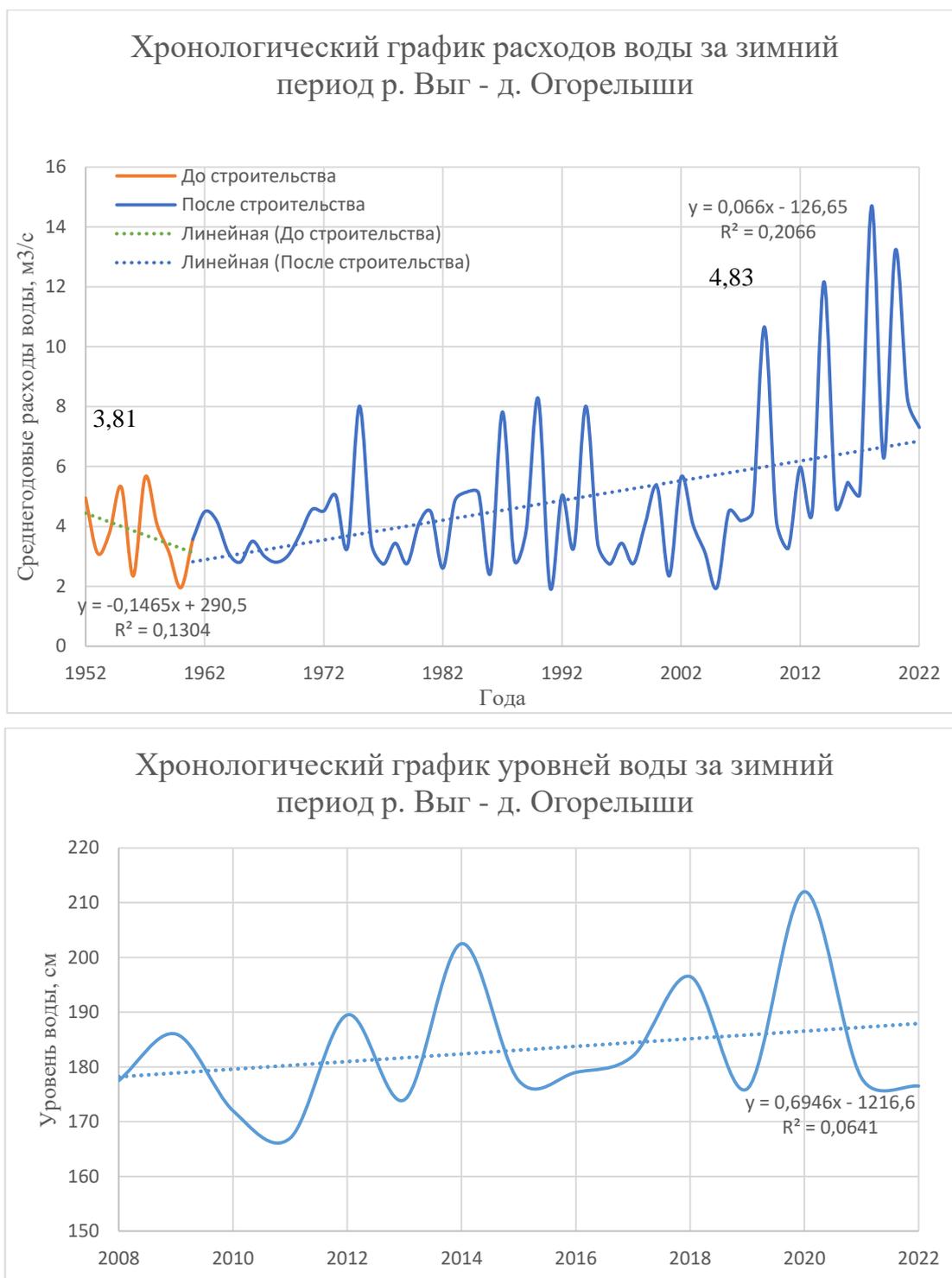


Рисунок 9. Хронологические графики за зимний период [Приложение 1,2,7]

График хронологических расходов воды за зимний период показывает, что до строительства наблюдалась тенденция к снижению расходов со средним

значением 3,81 м³/с. После строительства ситуация изменилась: расходы стали увеличиваться, достигнув среднего значения 4,83 м³/с, что, вероятно, связано с использованием воды для судоходства. Уровень воды остаётся стабильным, с незначительной тенденцией к повышению. Это объясняется регулирующим влиянием водохранилищ ГЭС, которые сглаживают естественные колебания, обеспечивая стабильный сток для гидроэнергетики и судоходства (Рисунок 9).



Рисунок 10. Хронологические графики за летне-осенний период
[Приложение 1,2,7]

Анализ графика хронологических расходов воды за летне-осенний период выявил следующие изменения: до строительства наблюдалась тенденция к снижению водных расходов со средним значением 16,79 м³/с, тогда как после строительства отмечен рост показателей до 17,08 м³/с. При этом уровни воды

сохраняют относительную стабильность с незначительной тенденцией к снижению (Рисунок 10).

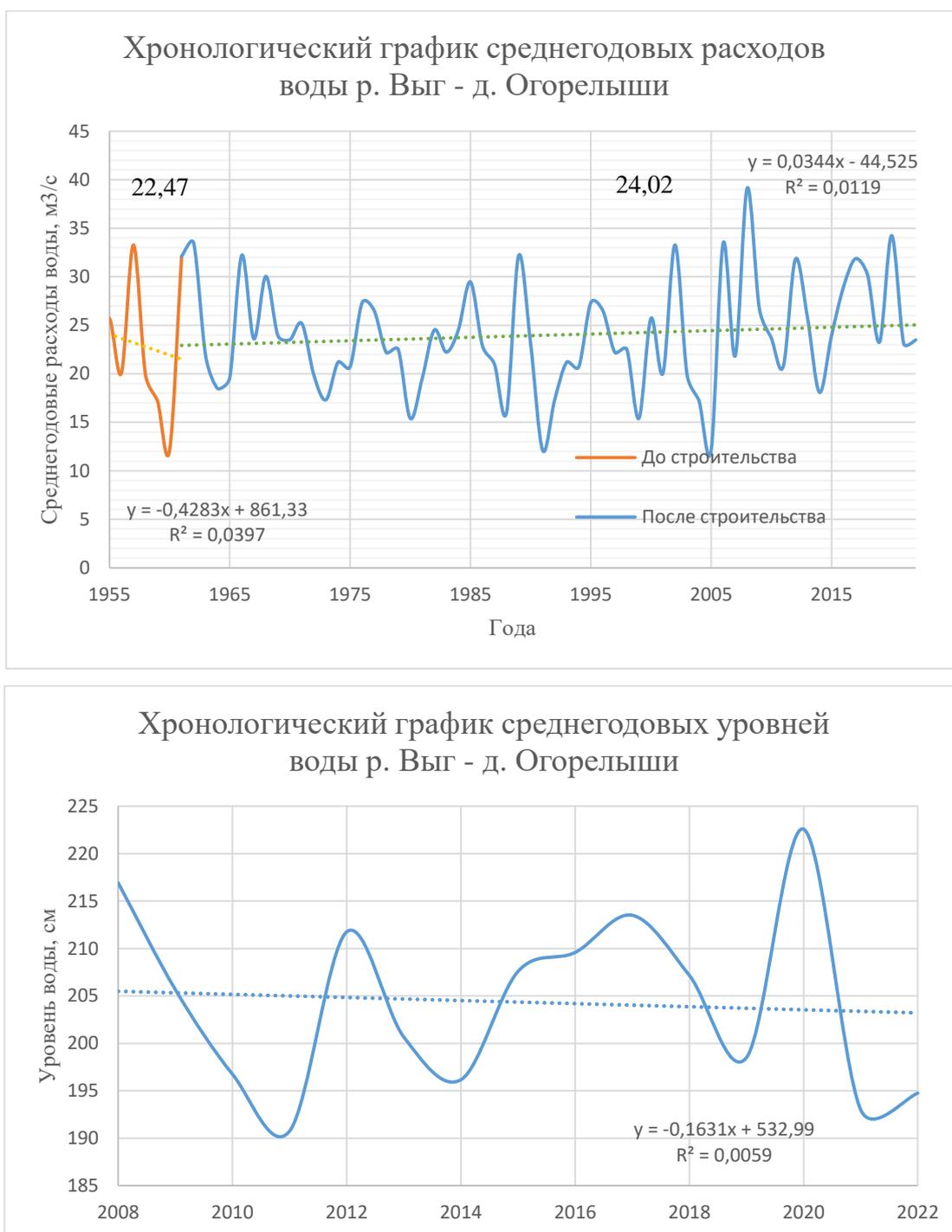


Рисунок 11. Хронологические графики среднегодовых расходов и уровней [Приложение 1,2,7]

Анализ графика среднегодовых расходов воды показывает, что до строительства наблюдалась тенденция к снижению расходов со средним значением $22,47 \text{ м}^3/\text{с}$, вероятно связанная с климатическими изменениями или антропогенным воздействием. После строительства ситуация изменилась — расходы воды увеличились до среднего значения $24,02 \text{ м}^3/\text{с}$ благодаря регулируемому влиянию водохранилищ и целенаправленному распределению водных ресурсов для нужд канала и ГЭС. При этом отмечается общее снижение уровня воды, поскольку часть стока накапливается в водохранилищах для дальнейшего использования (Рисунок 11).

Проведенный анализ гидрологических характеристик Беломорско-Балтийского канала показал существенные изменения в режиме водных расходов после строительства гидротехнических сооружений. В весенний период отмечается увеличение средних расходов воды с $48,18$ до $52,76 \text{ м}^3/\text{с}$ при росте уровней, обусловленном сезонными факторами. Зимой наблюдается смена тенденции с уменьшения ($3,81 \text{ м}^3/\text{с}$) на увеличение расходов ($4,83 \text{ м}^3/\text{с}$) благодаря регулируемому воздействию водохранилищ ГЭС. Летне-осенний период демонстрирует аналогичную динамику с ростом средних расходов с $16,79$ до $17,08 \text{ м}^3/\text{с}$. Наибольшие изменения проявились в среднегодовых показателях, где после строительства зафиксирован рост расходов с $22,47$ до $24,02 \text{ м}^3/\text{с}$ при общем снижении уровней воды. Полученные результаты свидетельствуют о значительном влиянии гидротехнических сооружений на гидрологический режим канала, обеспечивающем стабильное водоснабжение для судоходства и гидроэнергетики в течение всего года.

Особый интерес представляют выявленные изменения гидрологической динамики в последние десятилетия, включая увеличение зимнего стока, трансформацию характера половодья и учащение экстремальных паводковых явлений. Эти тенденции требуют особого внимания при планировании режимов эксплуатации Беломорско-Балтийского канала, так как непосредственно влияют на обеспеченность его водными ресурсами. Существующая система антропогенного регулирования стока через Выгозеро

и Ондский гидроузел, хотя и позволяет частично сглаживать естественные колебания водности, не в полной мере компенсирует наблюдаемые изменения гидрологического режима. Полученные результаты подчеркивают необходимость учета современных особенностей формирования стока при разработке стратегий управления водными ресурсами канала, особенно в условиях меняющегося климата (табл. 5).

Для определения внутригодового распределения стока был проведен анализ данных за период 1952-1960 гг (до строительства) и с 1960-2022 гг (после строительства). Сначала для каждого года вычислялся годовой объем стока как сумма месячных значений расхода воды. Затем для каждого месяца каждого года рассчитывался процентный вклад в годовой объем стока. На завершающем этапе по всем годам наблюдений вычислялось среднее значение процента для каждого месяца, что позволило получить характерное распределение стока в многолетнем разрезе. На основе данных вычислений была построена таблицы 5,6.

Таблица 5.

Итоговая таблица расчетов (среднее за 1952–1960 гг.) [Приложение 1-3]

Месяц	% от годового стока
I	1,60%
II	1,20%
III	1%
IV	6,30%
V	47%
VI	6,90%
VII	3,10%
VIII	4,20%
IX	7,90%
X	11,50%
XI	7,20%
XII	2,10%

Таблица 6.

Итоговая таблица расчетов (среднее за 1960–2022 гг.) [Приложение 1-3]

Месяц	% от годового стока
I	2,10%
II	1,50%
III	1,30%
IV	10,10%
V	41,20%
VI	6%
VII	4,60%
VIII	5,50%
IX	7,40%
X	10,40%
XI	9,20%
XII	2,70%

Анализ внутригодового распределения стока выявил значительные изменения гидрологического режима после строительства гидротехнических сооружений. В период до 1960 года наблюдалась выраженная сезонность с абсолютным доминированием мая (47% годового стока), что характерно для весеннего половодья. После 1960 года доля майского стока снизилась до 41,2%, при этом увеличился вклад апрельского (с 6,3% до 10,1%) и осенних месяцев (октябрь — с 11,5% до 10,4%, ноябрь — с 7,2% до 9,2%).

Эти изменения свидетельствуют о сглаживании сезонных пиков стока благодаря регулирующему влиянию водохранилищ. Увеличение доли стока в зимние (декабрь–февраль) и ранневесенние месяцы (март–апрель) подтверждает эффективность управления водными ресурсами для

обеспечения круглогодичной навигации и работы ГЭС. Таким образом, гидротехнические сооружения канала не только изменили естественное распределение стока, но и повысили устойчивость водоснабжения, минимизировав зависимость от сезонных колебаний. Полученное распределение типично для рек с ярко выраженным весенним половодьем и отражает климатические особенности региона, в частности, расчет осадков по месяцам (табл. 6).

Таблица 6.

Итоговая таблица расчетов осадков (среднее за 1952–2022 гг.) [Приложение 7]

Месяц	% от годовых осадков	Характеристика периода
I	5.2%	Зимний минимум
II	4.8%	
III	4.1%	
IV	7.5%	Начало снеготаяния
V	6.9%	Пик весеннего половодья
VI	8.3%	
VII	9.1%	Летние дожди (максимум)
VIII	8.6%	
IX	7.4%	Осенние дожди
X	7.0%	
XI	6.2%	

XII	5.9%	Зимний минимум
-----	------	-------------------

Анализ расчета осадков выявил выраженную сезонную неравномерность их выпадения. Наибольшая доля - 26.0% годового объема - приходится на летний период (июнь-август), достигая максимума в июле (9.1%). Весенние месяцы (апрель-май) обеспечивают 14.4% годовых осадков, играя ключевую роль в формировании половодья за счет снеготаяния. Напротив, зимние месяцы (декабрь-март) характеризуются минимальными значениями - суммарно лишь 20.0% годовой суммы, с абсолютным минимумом в марте (4.1%). Осенний период (сентябрь-ноябрь) демонстрирует относительно равномерное распределение (20.6%), поддерживая водность реки в межень. Полученное распределение отражает характерный для северных регионов баланс между летними дождями и зимними снегозапасами, определяющими гидрологический режим реки.

2.2 Водный баланс водохранилищ на реке Нижний Выг

Водный баланс Выгозерско-Ондского водохранилища, ключевого элемента гидросистемы Беломоро-Балтийского канала, играет важную роль в обеспечении устойчивого водопользования. Анализ его компонентов за 1978–1980 годы позволяет оценить влияние природных и антропогенных факторов на гидрологический режим, что особенно актуально для управления водными ресурсами в условиях изменяющегося климата и возрастающих потребностей судоходства и гидроэнергетики (Таблица 7).

Таблица 7.

Водный баланс Выгозерско-Ондского водохранилища за 1978–1980 годы.

вдхр Выгозерско-Ондское	1978	1979	1980	
Приход				
Поверхностный приток	6090	6174	7810	
Осадки	740	766	833	
Итого	6830	6940	8643	
Расход (млн м ³)				
Поверхностный сток	6008	5858	7250	
Испарение	502	602	625	
Итого	6510	6460	7875	
Изменение объемов воды и невязки				
Изменение объёма в чаше водоема	-24,5	53	174	
Невязка баланса	объем	355	427	586
	проценты	5,2	6,1	6,8

Исследование водного баланса Выгозерско-Ондского водохранилища за 1978–1980 годы выявило стабильность его гидрологического режима, несмотря на межгодовые колебания. Основной приход воды обеспечивался поверхностным притоком (до 90%), а расход — стоком и испарением. Наблюдаемые невязки баланса (5,2–6,8%) находятся в пределах допустимых значений, что подтверждает надежность работы водохранилища как регулирующего объекта. Полученные данные подчеркивают его ключевую роль в поддержании устойчивого водоснабжения Беломоро-Балтийского канала и эффективного функционирования связанных с ним гидротехнических сооружений.

Глава 3. Гидрологическая обеспеченность хозяйственной деятельности в бассейне реки Нижний Выг

3.1 Гидрологическая обеспеченность строительства гидроэлектростанций, водохранилищ и трассы канала (ББК)

Гидрологическая обеспеченность Беломорско-Балтийского канала в значительной степени зависит от работы гидроэлектростанций и шлюзовой системы, которые совместно регулируют водный режим этой важной судоходной артерии. В бассейне канала, особенно на реке Нижний Выг, расположен Выгский каскад ГЭС, включающий Ондскую, Палокоргскую, Маткожненскую, Выгостровскую и Беломорскую станции, играющие ключевую роль в управлении стоком (табл. 7).

Таблица 7.

Основные характеристики ГЭС бассейна Беломорско-Балтийского канала [34].

Наименование показателей	Ондская ГЭС	Палакоргская ГЭС	Маткожненская ГЭС	Выгостровская ГЭС	Беломорская ГЭС
Год пуска в эксплуатацию	1956	1967	1953	1961	1963
Класс	III	III	III	III	III
Установленная мощность, МВт	80	30	63	40	27
Среднемноголетняя годовая выработка	416	165	375	233	131
Расчётные напор, м	26	8	20,5	12	7,15
Характер регулирования	Суточное	Суточное	Суточное	Суточное	Суточное

Ключевую роль в поддержании стабильного водного режима играют гидроэлектростанции Выгского каскада - Ондская (самая мощная, 80 МВт), Палакоргская, Маткожненская (старейшая, введена в 1953 г.), Выгостровская и Беломорская ГЭС, работающие в режиме суточного регулирования [34]. Эти станции совместно с водохранилищами, особенно Выгозерским (площадь 1143 км², объём 7,2 км³) [13], обеспечивают сезонное регулирование стока, накапливая паводковые воды весной и поддерживая уровни в межень, а также

гарантируют судоходные глубины за счёт дополнительных сбросов воды зимой. Эти гидроузлы с их водохранилищами, в том числе Выгозерским, обеспечивают многолетнее и сезонное регулирование водности, накапливая паводковые воды весной и поддерживая достаточные уровни в период межени. Особенно важна их роль зимой, когда дополнительные сбросы воды позволяют поддерживать судоходные глубины. Шлюзовая система канала, состоящая из 19 гидротехнических сооружений, компенсирует суммарный перепад уровней в 102 метра между Белым морем и Онежским озером, обеспечивая безопасное судоходство[5] (рис. 12 и 13).



Рисунок 12. Расположение шлюзов на канале [5].

Шлюзы не только позволяют судам преодолевать перепады высот, но и оперативно регулируют уровни воды на отдельных участках, предотвращая

как обмеление, так и паводковые подтопления. Согласованная работа ГЭС и шлюзов создает устойчивый гидрологический режим, необходимый для круглогодичного функционирования канала, защиты от экстремальных явлений и обеспечения энергоснабжения региона (рис. 12).

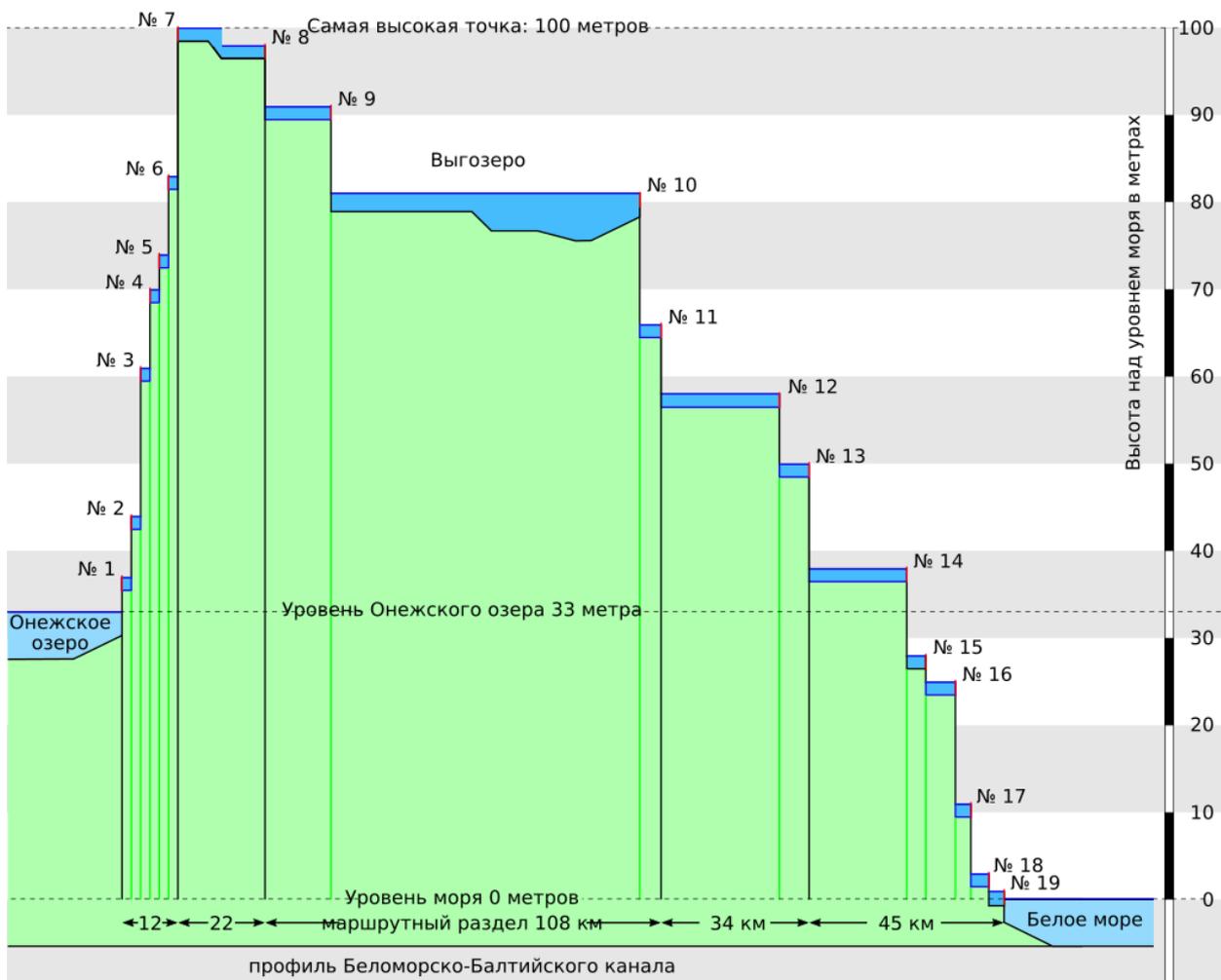


Рисунок 13. Профиль канала[5].

Этот сложный гидротехнический комплекс требует постоянного мониторинга и точного управления, особенно в условиях изменения климата, когда увеличивается частота и интенсивность как паводков, так и маловодных периодов. Ключевую роль в поддержании стабильного водного режима играют водохранилища, интегрированные в систему канала. Наиболее значимым является Выгозерское водохранилище площадью около 1 143 км² [13], созданное в 1933 году специально для нужд канала и ставшее основным регулирующим резервуаром всей системы. Важными элементами водного баланса выступают Ондское водохранилище, образованное плотиной

одноимённой ГЭС на реке Нижний Выг и Палокоргское водохранилище, входящее в состав Выгского каскада, которые совместно обеспечивают сезонное регулирование стока и поддержание судоходных глубин [13]. В трассу канала также включены естественные озёра, среди которых особое значение имеет Маткозеро, выполняющее функции промежуточного водоёма, и искусственно созданный водораздельный бьеф между бассейнами Белого и Балтийского морей, поддерживаемый системой из шести шлюзов (№6-№11) [13]. В совокупности эти водоёмы, образуют единый гидрологический комплекс, обеспечивающий стабильные судоходные глубины 4-5 метров, защиту от паводковых явлений и водоснабжение каскада ГЭС. Согласованная работа 19 шлюзов канала с водохранилищами и гидроэлектростанциями позволяет эффективно распределять водные ресурсы между различными участками системы, компенсировать сезонные колебания стока и поддерживать бесперебойное судоходство в условиях меняющегося климата и возрастающих антропогенных нагрузок на водную систему.

3.2 Гидрологическая обеспеченность функционирования водного транспорта в бассейне озера Выгозеро

Историю развития всех видов водного транспорта: речного, озерного и морского в пределах бассейна озера Выгозера следует отнести скорее всего к неолиту. В раннем средневековье на Карельском севере уже существовали торговые водные пути, о которых знали жители Швеции, Финляндии и многие южные соседи зарождающегося Русского государства. Однако все суда были исключительно гребные и не могли оказывать негативного влияния на водные ресурсы.

Исторические сведения свидетельствуют о развитии судоходства по озеру от 1929 года. Первоначально действовала линия Повенец –Медгора – Надвоицы, а к 1935 году уже проложена туристическая линия по Беломорско-Балтийскому каналу. На озере Сегозеро работала пассажирская линия Великая Губа –Паданы – Каличный остров, перевозки осуществлялись Беломорско-Онежским паромством. Позже в 1950-60-х годах линия обслуживается

четырьмя теплоходами, к 1980 – 90 годам число линий увеличивается и обслуживание осуществляется судами Беломорско-Онежского пароходства. Самая большая активность в развитии водного транспорта в указанном регионе характерна для Советского времени, когда был востребован путь ББК для перевозки грузов не только с территории Карелии, но и с берегов Финского залива. Значительная доля зарубежной торговли осуществлялась через Белое море со странами Скандинавии и другими Европейскими государствами.

На период перестройки ситуация с пассажирскими, грузовыми туристскими перевозками много раз менялась. В связи с экономическими проблемами в конце XX начале XXI веков многие пассажирские водные маршруты прекратили свое существование.

В отличие от пассажирского водного транспорта грузовые перевозки осуществлялись более стабильно, поскольку на берегах озера Выгозера функционировали два довольно «восстребованных» промышленных предприятия: Сегежский целлюлозно-бумажный комбинат и Надвоицкий алюминиевый завод. Основные факторы, влияющие на интенсивность движения: грузовые перевозки (лес, руда, нефтепродукты, контейнеры). Туристические круизы (особенно в навигационный период с мая по октябрь). Размеры судов – канал имеет ограничения по габаритам (длина до 135 м, ширина до 14,3 м, осадка до 4 м). На период интенсивного лесохозяйственного использования в послевоенные годы и вплоть до 1980-х гг. здесь работали буксиры для лесосплава Беломорско-Онежского пароходства и Паданского леспромхоза, осуществлялась транспортировка древесины плотами, что способствовало загрязнению вод озера – водохранилища. Наряду с перевозкой леса на протяжении всей истории освоения курсировали рыболовецкие суда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объектом настоящего исследования являлся бассейн реки Нижний Выг, включая Беломоро-Балтийский канал и связанные с ним гидротехнические сооружения. В ходе работы была достигнута поставленная цель: проведён сравнительный анализ гидрологических и климатических параметров реки Выг до и после строительства Беломоро-Балтийского канала.

Для достижения этой цели были проанализированы основные гидрологические параметры, такие как внутригодовое распределение стока, водный баланс бассейна, а также климатические условия, влияющие на формирование стока. Построены хронологические графики расходов воды, которые позволили выявить сезонные колебания и изменения, вызванные регулированием стока гидротехническими сооружениями. В ходе исследования были выявлены значительные изменения гидрологического режима реки Нижний Выг после строительства Беломоро-Балтийского канала и сопутствующих гидротехнических сооружений. До строительства река характеризовалась резко выраженной сезонностью с преобладанием весеннего половодья, на которое приходилось большая часть годового стока, и минимальными расходами в зимний период. После ввода в эксплуатацию каскада ГЭС и системы водохранилищ, особенно Выгозерского, сток стал более равномерным в течение года благодаря искусственному регулированию. Среднемноголетний расход воды в Нижнем Выге после строительства составил $262 \text{ м}^3/\text{с}$ при годовом объёме около $8,26 \text{ км}^3$.

Особое внимание было уделено роли водохранилищ, таких как Выгозерское и Ондское, которые обеспечивают сезонное регулирование стока и поддерживают судоходные глубины. Водоохранилища обеспечили накопление паводковых вод весной и их постепенный сброс в меженные периоды, что существенно снизило амплитуду сезонных колебаний. Анализ водного баланса показал, что система гидроузлов и шлюзов эффективно

распределяет водные ресурсы, минимизируя риски как паводков, так и маловодных периодов.

Климатические изменения также оказали влияние на гидрологический режим реки. Анализ температурных данных и осадков выявил тенденцию к увеличению зимнего стока и учащению экстремальных паводков, но система гидроузлов эффективно сглаживает эти колебания, которые могут в долгосрочной перспективе изменить водность бассейна.

Таким образом, строительство Беломоро-Балтийского канала и сопутствующих гидротехнических объектов значительно изменило гидрологический режим реки Нижний Выг. Регулирование стока привело к сглаживанию сезонных колебаний, увеличению устойчивости водного режима и обеспечению надёжной работы судоходной системы. Полученные результаты подтверждают высокую гидрологическую обеспеченность региона, что является ключевым фактором для дальнейшей эксплуатации и развития инфраструктуры канала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аполлов Б.А. Учение о реках / Б.А. Аполлов. — Издательство Московского университета.
2. Атлас Карельской АССР [Карты] / спец. содерж. разработ. канд. геогр. наук Л.П. Альтман [и др.]; консультанты Э.Ф. Андреев [и др.]; разработ. НИИ географии ЛГУ, Карельской зональной гидрометеообсерватории, Глав. геофиз. обсерватории им. А.И. Воейкова, Ботан. ин-та АН СССР им. В.Л. Комарова, Геогр. общества СССР, Почв. ин-та им. В.В. Докучаева ВАСХНИЛ, ф-ки № 2 ГУГК СССР; редкол.: ...гл. ред. А.Г. Дуров [и др.]; сост. и подгот. к печати ф-кой № 2 в 1985–1988 гг.; отв. ред. В.Н. Пейхвассер; ред. В.Н. Пейхвассер, А.С. Свирский. — Москва: ГУГК, 1989. — 1 атл. (40 с.): цв.: текст, ил.; 36×26 см.
3. Атлас Республики Карелия / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук», Институт водных проблем Севера, Всероссийская общественная организация «Русское географическое общество»; редакционная коллегия: Филатов Н.Н. (председатель) и [др.]. — Петрозаводск: Версо, 2021. — 48 с.: карт. — ISBN 978-5-91997-395-9.
4. Беломорско-Балтийский канал / [Электронный ресурс] // ptzgovorit.ru: [сайт]. — URL: <https://ptzgovorit.ru/encyclopedia/bb/belomorsko-baltiiskii-kanal> (дата обращения: 20.01.2025).
5. Беломорско-Балтийский канал / [Электронный ресурс] // ru.ruwiki.ru: [сайт]. — URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Беломорско-Балтийский_канал (дата обращения: 25.02.2025).
6. Булаховская Е. Э. Ресурсы поверхностных вод СССР: основные гидрологические характеристики (за 1963–1970 гг. и весь период наблюдений) / Е. Э. Булаховская, Г. Г. Доброумова, О. Н. Потапова,

- Т. С. Шмидт. — Т. 2: Карелия и Северо-Запад. — Л.: Ленинград, 1971.
7. Булаховская Е. Э. Ресурсы поверхностных вод СССР: основные гидрологические характеристики (за 1971–1975 гг. и весь период наблюдений) / Е. Э. Булаховская, Г. Г. Доброумова, Т. С. Шмидт. — Т. 2: Карелия и Северо-Запад. — Ленинград: Росгидромет, 1978.
 8. Вампилова Л. Б. Региональный историко-географический анализ. Книга 1. Ландшафты Карелии. — СПб: Изд. РГГМУ, 1999. — 240 с.
 9. Влияние растительности на характеристики лесных почв Республики Карелия / Н. В. Лукина, М. А. Орлова, О. Н. Бахмет [и др.] // Почвоведение. — 2019. — № 7. — С. 827–842. — DOI 10.1134/S0032180X19050071. — EDN SJRZNH.
 10. Водные ресурсы Беломорско-Балтийского водного пути / [Электронный ресурс] // bbkanal.ru: [сайт]. — URL: <https://bbkanal.ru/page2395016.html> (дата обращения: 25.02.2025).
 11. Выг / [Электронный ресурс] // ru.wikipedia.org: [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Выг> (дата обращения: 19.04.2025).
 12. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1987.
 13. Государственный водный реестр / [Электронный ресурс] // textual.ru: [сайт]. — URL: <https://textual.ru/gvr/> (дата обращения: 09.05.2025).
 14. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1981 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Ленинград: Государственный водный кадастр, 1983.
 15. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1982 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Ленинград: Государственный водный кадастр, 1985.
 16. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1983 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск

7. — Ленинград: Государственный водный кадастр, 1985.
17. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1984 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Ленинград: Государственный водный кадастр, 1986.
18. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1985 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Ленинград: Государственный водный кадастр, 1986.
19. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1986 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Ленинград: Государственный водный кадастр, 1987.
20. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1987 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Ленинград: Государственный водный кадастр, 1988.
21. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1988 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Ленинград: Государственный водный кадастр, 1989.
22. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1989 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Ленинград: Государственный водный кадастр, 1990.
23. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1990 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Санкт-Петербург: Государственный водный кадастр, 1991.
24. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1991 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Санкт-Петербург: Государственный водный кадастр, 1992.
25. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1992 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Санкт-Петербург: Государственный водный кадастр, 1993.
26. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1993 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск

7. — Санкт-Петербург: Государственный водный кадастр, 2006.
27. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1994 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Санкт-Петербург: Государственный водный кадастр, 2007.
28. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1995 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Санкт-Петербург: Государственный водный кадастр, 2007.
29. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1996 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Санкт-Петербург: Государственный водный кадастр, 2007.
30. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1997 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Санкт-Петербург: Государственный водный кадастр, 2008.
31. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1998 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Санкт-Петербург: Государственный водный кадастр, 2008.
32. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1999 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Санкт-Петербург: Государственный водный кадастр, 2008.
33. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 2000 / Бассейн рек западного побережья Белого моря — Том 1. Выпуск 7. — Санкт-Петербург: Государственный водный кадастр, 2008.
34. Каскад Выгских ГЭС / [Электронный ресурс] // webcitation.org: [сайт].
— URL:
<https://www.webcitation.org/6GqJbiXmw?url=http://www.tgc1.ru/?id=161>
1 (дата обращения: 11.05.2025).
35. Комплексные исследования устьевых областей рек Кемь и Нижний Выг в июле 2020 года / А. В. Толстиков, Н. Е. Галахина, Т. А. Белевич [и др.] // География: развитие науки и образования: Сборник статей по материалам ежегодной международной научно-практической

- конференции LXXIV Герценовские чтения, Санкт-Петербург, 21–23 апреля 2021 года / Отв. редакторы С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. Том 1. — Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2021. — С. 182–186. — EDN RHYDZR.
36. Месячные и годовые суммы выпавших осадков в Сегеже [Электронный ресурс] // Погода и климат. — URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history/22621_2.htm (дата обращения: 23.05.2025).
37. Моисеев И. Н. Ресурсы поверхностных вод СССР: основные гидрологические характеристики (до 1962 г. и весь период наблюдений) / Л. А. Липатова, Е. И. Бородина, А. Ф. Кузнецова, Т. Н. Черненко — Т. 2: Карелия и Северо-Запад. — Л.: Ленинград, 1966.
38. Моисеев И. Н., Липатова Л. А. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Карелия и Северо-Запад. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1978. — С. 134–135.
39. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Выпуск 3. Карельская АССР, Ленинградская, Новгородская, Псковская, Калининская и Смоленская области / Редактор Н. С. Смирнова. Технический редактор Н. В. Морозова. Корректор Э. Э. Белякова.
40. Река Нижний Выг / [Электронный ресурс] // vrorgo.ru: [сайт]. — URL: <http://www.vrorgo.ru/2018/12/22/36-reka-nizhnij-vyg/> (дата обращения: 11.03.2025).
41. Состояние поверхностных вод / [Электронный ресурс] // gmvo.skniivh.ru: [сайт]. — URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=296> (дата обращения: 11.03.2025).
42. Суммарная солнечная радиация / [Электронный ресурс] // arcgis.com: [сайт]. — URL: <https://www.arcgis.com/apps/Embed/index.html?webmap=da7bab550e39>

41b79b5a4de5a4f0449d&extent=2.1973,32.5421,180,79.2033&home=true&zoom=true&scale=true&search=true&searchextent=true&legend=true&basemap_gallery=true&disable_scroll=true&theme=light (дата обращения: 02.03.2025).

43. Экман И. М. Комплекс форм межплатсовых (островных) ледниковых возвышенностей. Тема №47-3.5.10. Геология и минерально-сырьевые ресурсы Европейского Севера СССР (Карельский регион). Раздел 6. Четвертичные отложения, рельеф и неотектоника Карелии (объяснительная записка к карто-схемам) // Карельский филиал АН СССР, Институт геологии. — Петрозаводск, 1980. — С. 98–105 (рукопись).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Исходные данные расходов воды р.Выг (Верхний Выг) - д.Огорелыши[6-7,14-33,37,41]

Р.ВЫГ (ВЕРХНИЙ ВЫГ) - Д.ОГОРЕЛЫШИ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее Г
1952	5,41	4,49	3,7	14,5	160	33,2	7,37	15,9	38,9	23,4	7,6	4,37	26,57
1953	3,6	2,62	2	69,8	87,8	14	22,8	24,6	24,1	27,1	9,18	11	24,883333
1954	4,63	2,93	2,2	4,27	117	19,3	9,08	15,1	15,9	35,6	37,5	7,27	22,565
1955	5,93	4,7	3,5	4,57	204	25,5	7,01	4,07	5,01	23,4	16,8	3,97	25,705
1956	2,64	2,05	1,8	1,97	93,7	15,4	7	22,5	36,6	40,9	9,75	6,55	20,071667
1957	6,26	5,03	3,91	6,22	192	22,6	11,1	18	32,4	56,6	39,5	5,74	33,28
1958	4,43	3,7	2,94	2,83	136	31,3	7,62	6,06	6,4	16	16,7	4,94	19,91
1959	3,37	2,9	2,65	8,91	98,1	2,25	4,7	2,7	20,3	41,2	16,3	2,98	17,196667
1960	2,15	1,76	1,62	48,9	26,1	11,2	4,61	4,56	9,74	18,1	12,3	4,24	12,106667
1961	3,9	3,24	3,07	3,51	191	17,4	15,7	55,5	43,1	23,5	19	6,31	32,1025
1962	4,85	4,13	3,3	112	75,8	19,5	58,4	10,8	36,9	30,7	35,1	10,1	33,465
1963	4,99	3,39	2,46	18,7	145	10,5	12,7	5,65	10,9	25,6	16,2	5,98	21,839167
1964	3,36	2,87	2,39	6,16	133	18,7	6,31	3,46	5,25	21,9	14,3	3,94	18,47
1965	3,04	2,58	2,26	31,7	99	13,3	12	14,6	6,67	18,6	24,7	6,52	19,580833
1966	4,49	2,52	1,93	5,18	190	24	23,9	20,4	25,8	60,3	22,9	5,19	32,2175
1967	3,11	2,91	2,91	81,8	90,5	17,3	6,42	2,5	9,28	32,4	26,2	7,83	23,596667
1968	3,35	2,26	2,67	7,8	219	15,7	19,2	10,7	25,7	35,5	12,9	5,74	30,043333
1969	3,7	2,36	2,27	62,3	94	10,1	4,76	3,56	19,1	39,8	31	14,3	23,9375
1970	4,77	2,7	2,66	11,2	155	7,48	3,27	3,26	32,4	44,1	10,3	4,94	23,506667
1971	4,08	5,04	3,71	5,58	187	18,6	9,81	7,91	7,03	25,7	16,1	11,4	25,163333
1972	5,64	3,39	2,92	7,85	118	16,3	3,54	3,4	5,69	9,12	14,4	47,7	19,829167
1973	7,1	2,97	2,73	74,6	87,6	5,54	3,93	3,27	3,53	4,88	6,83	4,87	17,320833
1974	3,51	3,09	3,13	4,94	157	24,9	7,61	8,59	7,39	10,6	13,3	10,4	21,205

1975	8,97	7,06	4,74	78,6	85,4	10,2	8,04	4,15	6,42	14	13	7,85	20,7025
1976	3,53	3,32	2,84	19,6	145	12,4	12,3	17	92,7	10,6	4,42	4,14	27,320833
1977	2,94	2,54	2,48	61,9	80,7	15,6	3,27	3,06	19,2	47,9	63,4	15,2	26,515833
1978	3,91	2,97	2,4	8,42	62,8	25,2	9,87	18,8	45,6	43,1	35,1	8,28	22,204167
1979	3,02	2,5	2,37	3,22	179	13,6	9,78	10,3	10,2	15,5	9,85	10,7	22,503333
1980	4,91	3,3	2,86	16	129	8,14	4,62	3,04	3,06	3,37	3,38	3,08	15,396667
1981	6,12	2,84	1,95	48,3	112	9,7	5,22	3,08	7,41	19,2	14,6	4,33	19,5625
1982	3,45	1,76	1,62	72,5	83,2	12,4	8,91	15,6	22,8	34,1	28,7	9,14	24,515
1983	5,67	4,02	3,11	5,18	154	21,3	6,74	4,55	8,92	27,5	19,8	6,02	22,234167
1984	4,98	5,31	5,13	38,7	114	8,3	6,26	7,78	13	50,7	34,6	5,67	24,535833
1985	7,25	2,97	2,15	67,4	91,8	11,2	19,4	23,1	31,6	45,2	38,9	12,7	29,4725
1986	2,84	2,05	1,93	3,57	128	16,5	7,08	12,4	18,9	32,6	41,5	7,29	22,888333
1987	8,91	6,73	4,82	89,2	76,5	14,8	3,27	5,61	9,84	15,3	12,7	3,98	20,971667
1988	3,12	2,64	2,48	12,2	143	8,14	4,62	3,04	3,06	3,37	3,38	3,08	16,010833
1989	4,53	3,24	3,07	3,51	191	17,4	15,7	55,5	43,1	23,5	19	6,31	32,155
1990	9,7	6,85	6,28	121	38,6	13,5	5,51	6,43	9,47	16,7	28,9	14,4	23,111667
1991	2,15	1,76	1,62	48,9	26,1	11,2	4,61	4,56	9,74	18,1	12,3	4,24	12,106667
1992	7,1	2,97	2,73	74,6	87,6	5,54	3,93	3,27	3,53	4,88	6,83	4,87	17,320833
1993	3,51	3,09	3,13	4,94	157	24,9	7,61	8,59	7,39	10,6	13,3	10,4	21,205
1994	8,97	7,06	4,74	78,6	85,4	10,2	8,04	4,15	6,42	14	13	7,85	20,7025
1995	3,53	3,32	2,84	19,6	145	12,4	12,3	17	92,7	10,6	4,42	4,14	27,320833
1996	2,94	2,54	2,48	61,9	80,7	15,6	3,27	3,06	19,2	47,9	63,4	15,2	26,515833
1997	3,91	2,97	2,4	8,42	62,8	25,2	9,87	18,8	45,6	43,1	35,1	8,28	22,204167
1998	3,02	2,5	2,37	3,22	179	13,6	9,78	10,3	10,2	15,5	9,85	10,7	22,503333
1999	4,91	3,3	2,86	16	129	8,14	4,62	3,04	3,06	3,37	3,38	3,08	15,396667
2000	5,93	4,7	3,5	4,57	204	25,5	7,01	4,07	5,01	23,4	16,8	3,97	25,705
2001	2,64	2,05	1,8	1,97	93,7	15,4	7	22,5	36,6	40,9	9,75	6,55	20,071667
2002	6,26	5,03	3,91	6,22	192	22,6	11,1	18	32,4	56,6	39,5	5,74	33,28
2003	4,43	3,7	2,94	2,83	136	31,3	7,62	6,06	6,4	16	16,7	4,94	19,91

2004	3,37	2,9	2,65	8,91	98,1	2,25	4,7	2,7	20,3	41,2	16,3	2,98	17,196667
2005	2,15	1,76	1,62	48,9	26,1	11,2	4,61	4,56	9,74	18,1	12,3	4,24	12,106667
2006	4,85	4,13	3,3	112	75,8	19,5	58,4	10,8	36,9	30,7	35,1	10,1	33,465
2007	4,99	3,39	2,46	18,7	145	10,5	12,7	5,65	10,9	25,6	16,2	5,98	21,839167
2008	4,71	4,29	4,12	60,9	108	11,7	8,78	29,2	26,4	62,1	105	44,5	39,141667
2009	16,2	5,12	4,35	14,8	116	24,1	10	16,7	26,2	41,4	25,4	20,8	26,755833
2010	4,65	3,73	3,15	98,8	59,6	19,5	9,48	4,55	11,1	16,5	42,3	10,8	23,68
2011	3,34	3,2	2,95	98	74,8	11,1	2,64	3	9,1	18,5	12,7	10	20,7775
2012	7,33	4,63	3,65	99,4	97,8	27,7	19,4	46,8	13,7	39,3	13,7	8,17	31,798333
2013	4,87	4,02	3,45	83,1	39,9	13,5	9,58	31,4	10,3	21,2	71	17,9	25,851667
2014	17,5	6,83	8,15	77,6	43,1	11,5	9,51	6,59	8,28	9,45	12,7	5,89	18,091667
2015	4,81	4,49	6,46	49,5	84,8	10,9	10,7	17,4	17	26,9	19,8	34	23,896667
2016	6,77	4,17	3,21	96,7	29,9	14,8	48,9	77,9	16,6	17,8	20,5	10,1	28,945833
2017	5,57	4,58	4,62	11,9	140	24,3	18,6	43,6	57,2	29,2	26,9	16	31,8725
2018	18,5	10,9	6,59	72,6	103	12,8	15,4	14,5	27,3	54,1	16,8	9,62	30,175833
2019	6,84	5,73	8,01	57,6	98,8	11,6	8,46	6,19	9,66	34,4	18,3	13,7	23,274167
2020	17,6	16,2	16,2	46,2	124	16,9	10,4	25,8	32	30,2	50,9	24,6	34,25
2021	9,7	6,85	6,28	121	38,6	13,5	5,51	6,43	9,47	16,7	28,9	14,4	23,111667
2022	7,99	6,62	7,43	56,3	105	19,2	7,3	5,83	7,85	15,5	34,3	8,48	23,483333

Приложение 2

Исходные данные уровней воды р.Выг (Верхний Выг) - д.Огорелыши[41]

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее знач
2008	178	177	176	241	274	193	183	216	217	248	271	229	216,9167
2009	192	180	176	188	273	206	187	197	215	233	214	207	205,6667
2010	176	168	167	260	247	206	180	164	189	198	226	180	196,75
2011	168	166	164	244	257	184	157	157	180	205	195	212	190,75
2012	204	175	169	219	268	217	202	231	193	236	234	193	211,75
2013	176	172	170	235	228	188	173	207	180	203	261	215	200,6667
2014	219	186	190	247	236	192	181	164	172	186	200	181	196,1667
2015	178	177	185	236	261	191	192	202	205	218	208	238	207,5833
2016	184	174	171	267	220	199	220	263	206	207	208	196	209,5833
2017	185	179	180	205	298	210	198	230	242	218	215	202	213,5
2018	206	187	174	229	265	188	193	191	215	247	207	184	207,1667
2019	176	176	182	234	270	184	170	168	177	223	213	209	198,5
2020	217	207	216	250	292	191	172	217	234	223	248	204	222,5833
2021	180	176	171	276	231	180	158	164	180	195	221	184	193
2022	177	176	179	226	282	202	166	168	171	197	219	174	194,75

Приложение 3

Исходные данные расходов воды кан. Беломоро-Балтийский (Нижний Выг) - Палакоргская ГЭС[6-7,37]

кан. Беломоро-Балтийский (Нижний Выг) - Палакоргская ГЭС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее Г
1967	165	180	175	152	292	277	197	215	233	235	230	236	215,58333
1968	247	239	172	208	357	329	230	208	254	290	286	321	261,75
1969	229	246	279	224	262	199	202	232	236	298	246	262	242,91667
1970	252	283	202	198	247	275	204	219	241	252	245	271	240,75
1971	245	238	211	153	198	270	193	200	218	221	201	217	213,75
1972	219	217	224	144	163	236	169	174	189	207	189	238	197,41667
1973	212	227	212	131	254	197	169	135	138	222	220	259	198
1974	195	166	148	211	207	219	227	144	153	229	224	206	194,08333
1975	206	229	188	181	300	207	161	132	173	217	246	247	207,25
1976	188	189	157	153	153	159	243	222	271	281	230	228	206,16667

1977	233	191	155	150	141	183	164	128	188	336	402	246	209,75
1978	211	201	191	155	85,1	133	207	180	211	188	196	197	179,59167
1979	209	221	180	145	280	248	255	200	214	204	250	247	221,08333
1980	219	223	211	241	266	182	162	144	141	196	197	201	198,58333
1982	261	277	283	216	301	326	275	179	181	216	213	231	246,58333
1983	265	247	245	239	316	338	282	222	230	329	296	313	276,83333
1984	254	293	241	279	338	219	206	204	227	288	282	288	259,91667

Приложение 4

Исходные данные расходов воды кан. Беломоро-Балтийский (Нижний Выг) - Маткожненская ГЭС[6-7,37]

кан. Беломоро-Балтийский (Нижний Выг) - Маткожненская ГЭС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее Г
1956	286	260	197	187	154	109	116	151	216	185	201	196	188,16667
1957	204	271	327	264	418	339	343	286	330	478	480	198	328,16667
1958	185	239	411	424	383	374	344	182	182	184	201	205	276,16667
1959	187	188	187	202	194	183	172	162	160	170	174	146	177,08333
1960	144	149	145	109	108	160	158	138	153	159	170	167	146,66667
1961	176	174	171	177	286	333	246	492	385	290	325	293	279
1962	274	244	240	437	409	350	720	686	525	509	469	307	430,83333
1963	373	380	344	173	263	248	233	214	221	230	229	250	263,16667
1964	236	239	231	230	263	236	226	216	226	232	259	283	239,75

1965	309	298	249	183	207	208	200	237	276	245	266	298	248
1966	230	247	224	230	422	417	310	193	177	315	274	322	280,08333
1967	233	222	213	203	355	307	216	245	248	258	257	250	250,58333
1968	253	256	182	225	453	380	247	220	276	324	319	365	291,66667
1969	239	255	301	239	321	203	213	257	260	355	261	276	265
1970	257	287	201	200	312	307	223	239	261	279	257	289	259,33333
1971	257	248	228	182	277	320	228	233	244	263	238	245	246,91667
1972	243	239	248	176	206	285	192	199	220	240	217	283	229
1973	238	256	240	162	322	222	189	146	150	250	248	285	225,66667
1974	220	192	170	234	290	251	258	168	176	263	262	245	227,41667
1975	242	259	212	222	369	245	191	149	199	244	273	275	240
1976	211	210	179	194	189	205	298	259	309	317	263	275	242,41667
1977	270	225	184	187	183	211	192	150	229	443	556	296	260,5
1978	256	251	231	166	129	162	241	210	255	342	391	348	248,5
1979	244	243	207	165	388	296	297	235	247	240	248	252	255,16667
1980	252	254	241	280	344	211	179	157	160	215	217	217	227,25
1982	290	311	319	261	390	384	314	207	208	238	240	257	284,91667
1983	293	274	268	283	378	391	312	240	254	375	340	349	313,08333
1984	293	326	266	336	415	244	233	235	268	341	325	329	300,91667

Приложение 5

Исходные данные расходов воды кан. Беломоро-Балтийский (Нижний Выг) - Выгостровская ГЭС[6-7,37]

кан. Беломоро-Балтийский (Нижний Выг) - Выгостровская ГЭС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее Г
1962	182	189	206	423	410	353	709	668	515	503	477	303	411,5
1963	369	380	352	274	254	232	208	199	211	222	215	229	262,08333
1964	204	205	202	206	233	208	211	200	206	216	234	252	214,75
1965	278	265	227	176	193	196	190	223	251	225	244	268	228
1966	198	233	212	217	379	368	275	283	173	284	255	244	260,08333
1967	226	220	200	190	331	296	217	242	244	251	254	248	243,25
1968	252	242	178	220	421	355	247	222	273	326	320	357	284,41667
1969	247	263	304	250	322	212	223	264	271	355	274	295	273,33333
1970	273	300	211	209	309	297	223	236	264	278	257	290	262,25
1971	264	248	225	185	282	319	231	237	248	264	242	249	249,5
1972	247	245	254	183	213	277	190	200	221	243	222	284	231,58333
1973	239	258	242	166	314	226	191	153	152	252	251	290	227,83333

Приложение 6

Исходные данные расходов воды кан. Беломоро-Балтийский (Нижний Выг) - Беломорская ГЭС[6-7,37]

кан. Беломоро-Балтийский (Нижний Выг) - Беломорская ГЭС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее Г
1964	197	194	192	195	233	206	199	189	200	206	229	245	207,08333
1965	274	242	212	170	189	188	182	213	236	218	231	253	217,33333
1966	180	212	194	203	366	343	274	177	166	283	252	281	244,25
1967	210	202	192	191	333	285	203	228	235	243	242	232	233
1968	233	224	166	205	406	368	256	230	281	308	317	350	278,66667
1969	243	261	301	251	337	216	227	261	277	365	272	282	274,41667
1970	272	296	218	215	333	301	224	239	277	289	264	288	268
1971	260	249	228	199	305	322	233	245	250	271	249	251	255,16667
1972	244	240	248	194	227	286	190	196	220	246	226	282	233,25
1973	241	258	248	177	337	231	191	158	158	257	254	290	233,33333

Приложение 7

Исходные данные месячных и годовых суммы выпавших осадков в Сегеже[36]

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1951	46	32	27	25	44	55	20	42	40	41	14	32	418
1952	52	80	22	14	57	61	43	76	62	44	27	28	566
1953	20	19	26	25	38	64	117	67	33	40	44	29	522
1954	47	11	30	325	11	79	13	75	57	55	36	35	774
1955	61	61	31	30	84	31	24	75	57	55	36	35	580
1956	38	4	4	2	3	17	24	15	4	6	15	13	145
1957	24	34	19	26	22	47	17	49	47	36	18	36	375
1958	21	13	13	4	9	25	38	1	13	20	10	5	172
1959	16	184	16	163	75	16	8	82	54	41	38	33	726
1960	42	58	28	32	65	88	104	92	68	54	47	39	717
1961	38	38	31	31	48	63	66	78	63	62	48	39	605
1962	42	25	38	29	55	70	58	85	50	45	52	28	577
1963	28	41	33	45	62	48	73	92	68	55	37	44	626
1964	35	19	27	37	41	56	81	64	72	60	43	31	566

1965	50	32	44	18	37	74	62	71	59	70	55	47	619
1966	23	143	49	42	24	121	56	107	56	56	48	33	758
1967	17	24	35	71	58	46	27	122	27	99	34	35	595
1968	49	38	41	43	62	71	83	97	89	64	53	47	737
1969	9	16	16	55	8	30	69	80	128	137	150	32	730
1970	41	17	14	67	19	66	50	63	164	41	39	33	614
1971	49	31	113	30	42	55	48	108	41	65	63	34	679
1972	13	21	23	36	18	30	40	124	47	62	71	19	504
1973	46	28	28	31	57	43	0	47	39	76	45	43	483
1974	28	40	36	13	38	41	50	74	42	51	58	57	528
1975	31	28	40	52	34	35	71	58	85	43	26	39	542
1976	23	11	31	78	17	89	103	115	73	16	28	42	626
1977	32	23	25	17	41	52	52	118	106	111	72	12	661
1978	13	5	20	23	1	62	64	87	79	78	63	25	520
1979	35	22	20	21	44	49	36	87	47	58	70	28	517
1980	25	26	14	34	15	76	28	23	44	58	49	43	435
1981	43	26	35	55	35	90	72	125	49	96	39	116	781
1982	12	8	32	33	63	58	20	70	37	37	68	27	465
1983	42	21	36	21	61	41	57	45	91	84	96	36	631
1984	45	11	29	12	23	64	116	120	32	103	21	16	592
1985	19	6	24	37	26	73	52	78	55	62	21	55	508
1986	23	10	8	18	48	38	54	92	85	58	57	25	516
1987	9	47	14	11	22	84	114	212	36	2	43	44	638
1988	24	33	30	50	36	93	85	129	48	50	24	61	663
1989	44	34	28	22	21	30	45	83	70	54	13	38	482
1990	38	33	35	20	19	48	144	22	9	40	40	34	482
1991	29	11	12	38	51	81	36	63	71	74	74	28	568
1992	28	25	59	46	47	41	95	75	66	53	72	39	646

1993	16	21	31	16	36	113	101	68	59	44	11	31	547
1994	46	4	37	27	37	61	17	50	153	114	71	38	655
1995	56	37	41	49	72	68	73	112	100	76	49	10	743
1996	17	24	14	21	38	67	61	9	45	41	48	94	479
1997	45	75	40	37	40	80	82	35	57	62	54	19	626
1998	52	64	31	56	73	100	96	76	66	79	37	59	789
1999	50	39	28	19	45	73	42	26	29	91	64	67	573
2000	47	45	55	25	36	78	107	66	48	51	85	64	707
2001	29	48	41	31	68	48	59	32	44	77	60	10	547
2002	71	59	29	25	48	66	91	74	52	17	47	31	610
2003	40	11	25	11	64	49	51	102	44	105	42	57	601
2004	36	46	39	11	82	49	62	80	76	24	53	55	613
2005	60	8	21	23	93	46	40	50	44	22	83	50	540
2006	37	9	33	46	59	77	33	47	116	116	48	64	685
2007	39	17	46	31	73	102	100	22	55	24	39	47	595
2008	62	51	41	36	27	82	107	89	30	120	59	26	730
2009	43	31	23	20	23	92	182	41	38	60	47	42	642
2010	18	32	47	35	58	58	23	63	61	49	58	22	524
2011	62	29	29	26	47	80	43	69	64	41	22	66	578
2012	33	23	22	62	72	102	124	136	79	61	51	34	799
2013	34	32	17	37	30	59	107	122	48	80	61	77	704
2014	39	33	23	25	70	39	38	55	101	42	44	51	560
2015	59	34	24	62	46	37	96	118	29	69	49	81	704
2016	53	33	16	40	52	68	200	103	67	41	51	55	779
2017	20	20	26	51	62	40	108	95	105	58	44	62	691
2018	39	19	51	35	17	81	32	140	74	52	21	30	591
2019	47	62	52	14	75	49	98	44	31	150	68	68	758
2020	49	53	52	53	25	54	145	80	92	69	59	47	778

2021	59	20	28	28	73	31	44	92	60	85	52	57	629
2022	59	64	29	20	48	54	75	43	69	46	46	50	603
2023	53	30	60	24	21	27	156	80	116	95	74	50	786
2024	40	37	32	85	24	83	146	34	7	59	67	62	676
2025	60	9	31	31	48	63	66	78	63	62	48	39	598

Приложение 8

Среднемесячная температура воздуха (С°) [38].

Метеостанция	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ст. Паданы	-11,0	-11,2	-7,1	-0,1	5,8	12,2	15,5	13,5	8,4	2,4	-3,1	-8,0	1,4

Приложение 9

Среднее месячное и годовое количество осадков (мм) [38].

Метеостанция	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ст. Паданы	24	21	21	27	36	63	64	69	60	46	35	25	491