



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

Кафедра инженерной гидрологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Расчет характеристик**
максимального стока при
строительстве автодороги

Исполнитель Санкин Артем Витальевич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Постников Александр Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

Кандидат технических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Хаустов Виталий Александрович
(фамилия, имя, отчество)

«27» 05 2024г.

Санкт-Петербург
2024

Оглавление

Введение	3
1. Физико-географическое положение и климат района исследований.....	5
1.1 Общие сведения о район исследований	5
1.2 Рельеф	6
1.3 Геоморфология	6
1.4 Растительность и почвы	6
1.5 Гидрография и гидрографическая сеть	7
1.6 Климат.....	9
2. Гидрометеорологическая изученность района исследований	13
2.1 Подход к определению изученности.....	13
2.2 Общие сведения.....	14
2.3 Сведения о наличии пунктов стационарных наблюдений.....	17
2.4 Оценка степени гидрометеорологической изученности с учетом имеющихся материалов	22
3. Особенности гидрологических расчетов и работ при строительстве автомобильных дорог.....	25
3.1 Расчет максимальных уровней воды	25
3.2 Расчет скорости течения	26
3.3 Расчет максимальных расходов воды	26
3.3.1 При наличии данных гидрологических наблюдений	27
3.3.2 При недостаточности данных гидрологических наблюдений	27
3.3.3 При отсутствии данных гидрологических наблюдений.....	29
3.4 Полевые работы.....	30
4. Расчет характеристик максимального стока водотоков района исследований	32
4.1 Камеральные работы	32
4.2 Определение основных гидрографических характеристик	33
4.3 Определение максимальных расходов воды весеннего половодья исследуемых водотоков	35
Заключение	37
Список использованных источников	39

Введение

При проектировании автомобильных дорог основной задачей является обеспечение требуемых транспортно-эксплуатационных качеств на расчетный срок службы дорог [6]. Особое значение приобретают гидрологические расчеты стока малых рек и ручьев. Эти расчеты позволяют предусмотреть воздействие водных потоков на дорогу, учитывать изменение уровня воды в разные сезоны и, тем самым, обеспечивать безопасность и долговечность дорожного полотна. Не стоит забывать о таком важном этапе при планировании и строительстве автодорог.

Важной составляющей проектирования автомобильных дорог является решение вопроса водоотвода [6, 7, 8, 9]. Результаты гидрологических расчетов помогают специалистам принимать обоснованные решения при выборе типа дорожного покрытия, проектировании дорожных насыпей и мостов, а также при планировании систем дренажа. Проблема рационального проектирования водопропускных сооружений с использованием современного программного обеспечения является основополагающей при изучении дисциплин по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог, так как эксплуатационные качества и стоимость их строительства в значительной степени зависят от типа водопропускных сооружений. Трудоемкость расчетов и затраты времени на проектирование существенно снижаются при использовании современного программного обеспечения. Сравнительный анализ различных методик и программ позволит выбрать наиболее эффективную и наименее трудоемкую, с точки зрения проектирования и строительства водопропускных сооружений [9].

Продолжая тему важности гидрологических расчетов в строительстве, стоит подчеркнуть, что эти расчеты помогают определить оптимальные параметры для проектирования дорог. Ведь важно не только создать дорогу, но и сделать ее устойчивой к эрозии, связанной с водными потоками. Без

проведения расчетов, мы рискуем столкнуться с серьезными последствиями в виде подмыва дорожного полотна и даже разрушения дороги.

Данные расчеты позволяют также понять, как вода будет взаимодействовать с дорожной инфраструктурой при экстремальных погодных условиях, таких как наводнения. Это позволяет своевременно предупредить возможные угрозы и минимизировать риски. Поэтому, гидрологические расчеты – это неотъемлемый шаг в планировании и строительстве дороги.

Из общего количества водопропускных сооружений на автомобильных дорогах общего назначения 95% составляют трубы, затраты на строительство которых достигает 8–15% общей стоимости дороги. Расчет малых водопропускных сооружений (труб) достаточно трудоемкий и полагает использование большого количества расчетных характеристик, которые устанавливаются по нормативно-справочным документам [7].

1. Физико-географическое положение и климат района исследований

1.1 Общие сведения о район исследований

Район исследований был выбран на территории деревни Вистино, административного центра Вистинского сельского поселения Кингисеппского района в Ленинградской области. Деревня находится в западной части Сойкинского полуострова, на южном побережье Финского залива.

Для данной территории характерно значительное развитие речной сети, что активизирует подземный сток в зоне интенсивного водообмена. Основным источником подземного питания рек являются грунтовые воды, часто гидравлически связанные с рекой, и напорные подземные воды. В межень источником питания, во многих случаях, являются грунтовые воды четвертичных отложений [1, 2, 3].

На рисунке Рисунок 1.1 ниже представлена территория, на которой проходили исследования для выпускной квалификационной работы.

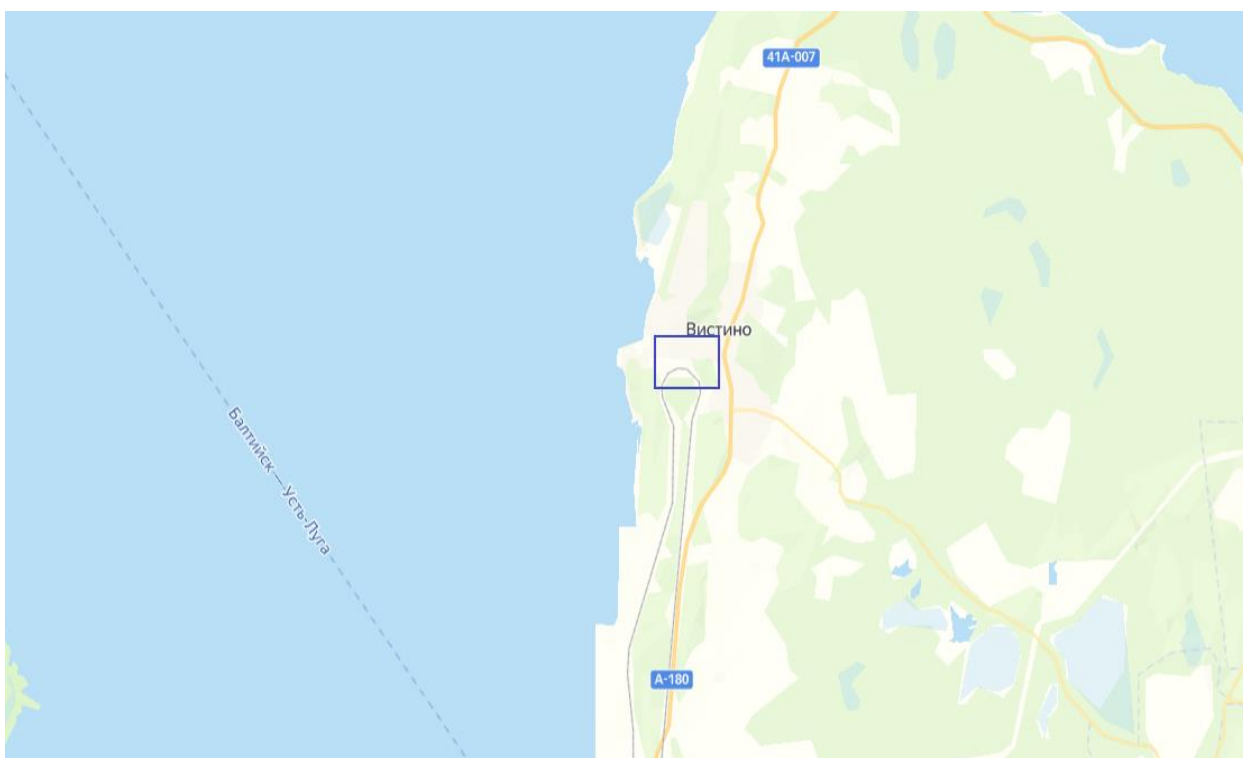


Рисунок 1.1 – Территория, на которой проходили исследования для выпускной квалификационной работы

1.2 Рельеф

Современный рельеф района представлен комплексом абразионно-аккумулятивных террас, наклонённых к Финскому заливу. Террасы обычно довольно чётко отделены друг от друга абразионными уступами. Уступ каждой террасы является древним абразионным берегом послеледниковых бассейнов. Береговая часть территории объекта расположена в пределах нижней абразионно-аккумулятивной террасы. Ширина террасы 200-300 м. С восточной стороны терраса ограничена абразионным уступом.

1.3 Геоморфология

В геоморфологическом отношении район работ относится к предглинтовой полосе Балтийско-Ладожской области балтийских террасированных равнин. Предглинтовая низина является одной из геоморфологических зон до четвертичного рельефа, к которой также относится практически все южное побережье Финского залива.

1.4 Растительность и почвы

Широко распространены боры-зеленомошники и елово-сосновые леса с примесью липы, клена, дуба, вяза, ясеня с печеночницей, чиной весенней, медуницей лекарственной в травяном ярусе. На приморской террасе развиты черноольховые топи, заболоченные осинники и березняки.

В северо-западной части распространены валунные моренные и безвалунные озерно-ледниковые суглинки. Преобладают подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-железисто-гумусовые. Почвы испытывают переувлажнение вследствие слабой дренированности

территории. Здесь часто встречаются глееватые подтипы подзолов, торфяные почвы и торфяно-глееземы. К моренным и озерно-ледниковым суглинистым отложениям приурочены в различной степени переувлажненные дерново-подзолистые и элювиально-метаморфические почвы.

1.5 Гидрография и гидрографическая сеть

Гидрографическая сеть территории относится к бассейну Финского залива. Густота речной сети составляет 0.5-0.6 км/км². Наличие большого количества водных объектов на территории района изысканий обусловлено избыточным увлажнением, а также неглубоким расположением горизонтов грунтовых вод [5].

Для водотоков рассматриваемого района характерно смешанное питание (восточно-европейский тип); преобладает снеговое питание (более 50%), остальная часть, примерно в равной доле, приходится на дождевые и грунтовые воды. Гидрографы водотоков района характеризуются высоким весенним половодьем, формирующимся за счет таяния снега, летней и зимней межени, которые при обильном грунтовом питании относительно обеспечены водой, и осенним паводком, образующимся за счет дождей и достигающим в редких случаях размеров весеннего половодья. В случае прохождения обложных летних дождей наблюдается довольно высокая водность рек в течение всего летне-осеннего периода.

В ходе проведенного исследования выявлено, что гидрографическая сеть участка работ представлена двумя водотоками с притоками (которые фактически представляют собой водоотводные каналы) и многочисленными преимущественно бессточными каналами. Водотоки на некоторых участках течения представляют собой крытые бетонные лотки или принимают сток из указанных бетонных лотков. В общем виде участок работ относится к водосборам двух водотоков, с условными названиями Водоток №1 (северная часть участка) и Водоток №2 (южная часть участка). Разгрузка стока

рассматриваемых водотоков происходит в Лужскую губу Финского залива. Граница водосборов исследуемых водотоков на участке работ проходит преимущественно по окружным автомобильной и железной дороге. Принципиальная схема гидрографической сети района работ приведена на рисунке Рисунок 1.2. Зеленым цветом обозначены бетонные лотки, синим – водоотводные каналы.

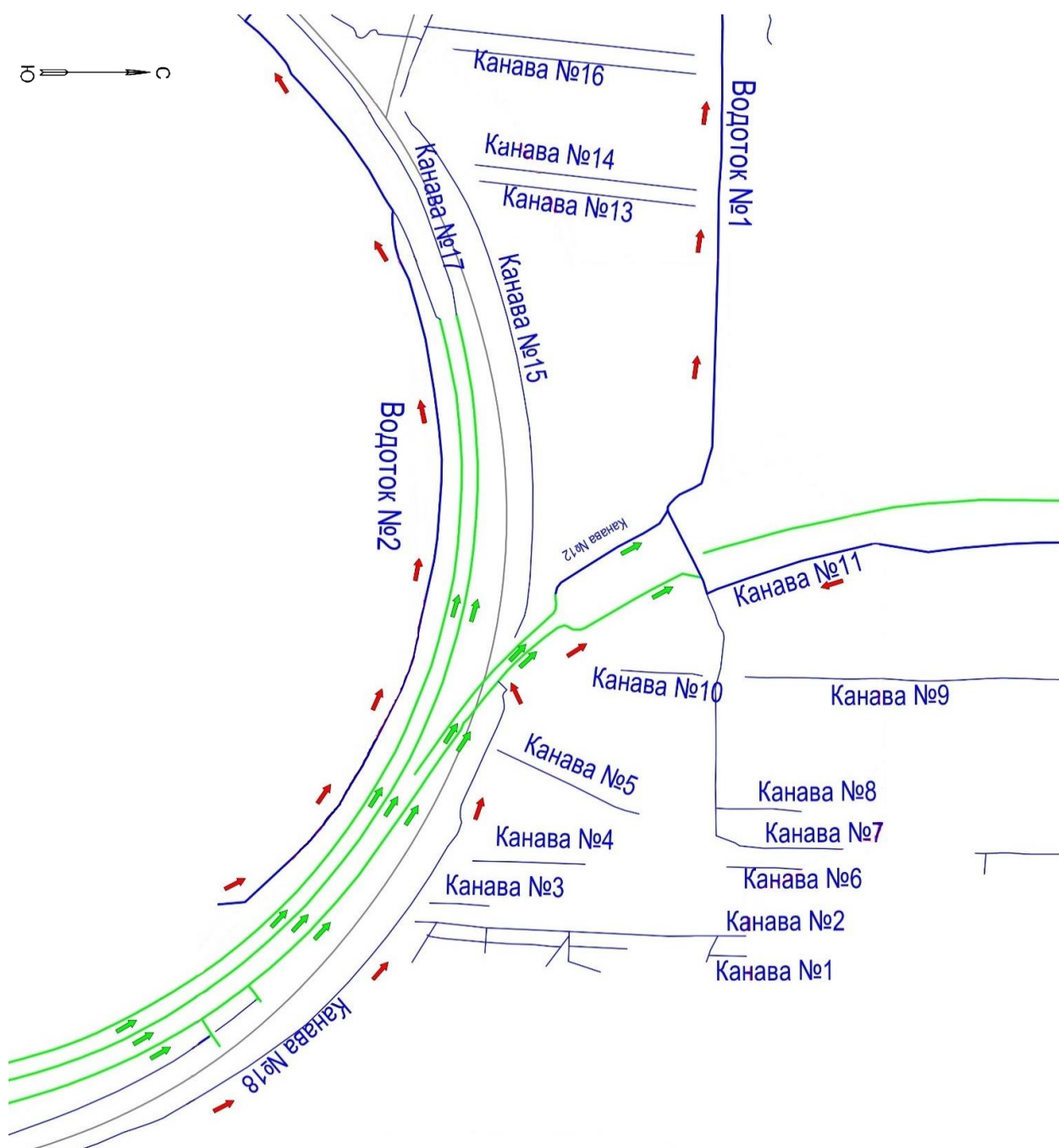


Рисунок 1.2 – Принципиальная схема гидрографической сети района работ

1.6 Климат

Климат рассматриваемого района относится к атлантико-континентальной климатической области умеренного пояса. При взаимодействии всех климатообразующих факторов решающее значение здесь приобретают условия атмосферной циркуляции, т.е. воздействие морских (атлантических) и континентальных воздушных масс, арктические вхождения и интенсивная циклоническая деятельность.

Для рассматриваемого района характерна большая повторяемость воздушных масс атлантического происхождения, что и определяет морские черты климата. В холодное полугодие циклонические процессы усиливаются, а в тёплое, как правило, несколько ослабевают. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс определяют неустойчивый режим погоды во все сезоны, при этом в течение всего года преобладает пасмурная погода, среднегодовая повторяемость ясного неба не превышает 21%, увеличиваясь в летние месяцы до 30%.

В связи с особенностями атмосферной циркуляции отдельные зимы могут быть экстремально холодными или экстремально теплыми. Холодные зимы в большинстве случаев обусловлены преобладанием меридиональной циркуляции, при которой создаются благоприятные условия для вторжения арктического воздуха (с севера и северо-востока). В теплые зимы происходит преимущественно западный перенос воздушных масс, когда в рассматриваемый район особенно часто поступает воздух из Атлантики, Черного и Средиземного морей.

В переходные сезоны происходит постепенная замена зимних процессов на летние и наоборот, причем решающим обстоятельством служит тепловое состояние поверхности континента по сравнению с окружающими океанами. Смена преобладающей роли зимних процессов по сравнению с летними и наоборот четко отражается в распределении давления. Климатический режим в переходные сезоны определяется не только циркуляционными условиями, но и радиационными

факторами: весной – ростом инсоляции, осенью – увеличением теплопотери путем излучения.

Климат района можно охарактеризовать как близкий к морскому, где зима обычно умеренно теплая, а лето нежаркое.

Одной из особенностей климата рассматриваемой территории является его повышенная влажность. Относительная влажность в среднем за год составляет 80%. Другая характерная особенность климата – большая изменчивость погодных условий, обусловленная частой сменой воздушных масс при усилении циклонической деятельности.

Под климатическим сезоном понимается значительная часть года (несколько месяцев), характеризующаяся определенной общностью климатических условий. Год делится на четыре сезона.

За начало и конец зимнего сезона принято считать дату перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С осенью и весной, а за начало и конец лета – переход данной температуры через 10 °С.

Характерным признаком весны являются положительные дневные температуры воздуха. В рассматриваемом районе такие дни наступают уже в марте, т.е. задолго до перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С.

Лето характеризуется отсутствием заморозков на поверхности почвы. От начала заморозков до начала периода устойчивых морозов длится четвертый климатический сезон (осень), содержащий в себе черты переходного от лета к зиме.

Зима, как один из климатических сезонов, длится на рассматриваемой территории в среднем 4 месяца. При взаимодействии всех основных климатических факторов преобладающим и определяющим погоду в этом сезоне является атмосферная циркуляция, и наиболее существенное влияние оказывает зональный перенос с циклонами теплого и влажного воздуха с Атлантики. В это время года преобладает пасмурная, ветреная, с частыми осадками погода. В середине марта отмечается устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через минус 5 °С и длительность периода с более низкими температурами в среднем равна 89

дням. Среднемесячная температура в декабре минус 3.8 °С к январю и февралю понижается до минус 6.7-6.3 °С.

Начиная с января в связи с развитием области высокого давления над Арктикой и уменьшением циклонической деятельности западные воздушные потоки ослабевают. В это время наблюдается вторжения арктического воздуха, более холодного, но менее влажного.

Облачность в январе, феврале и особенно марте заметно уменьшается. Осадки, за период с ноября по март составляют 241 мм. Высота снежного покрова невелика и составляет 30 см (средняя из наибольших за зиму).

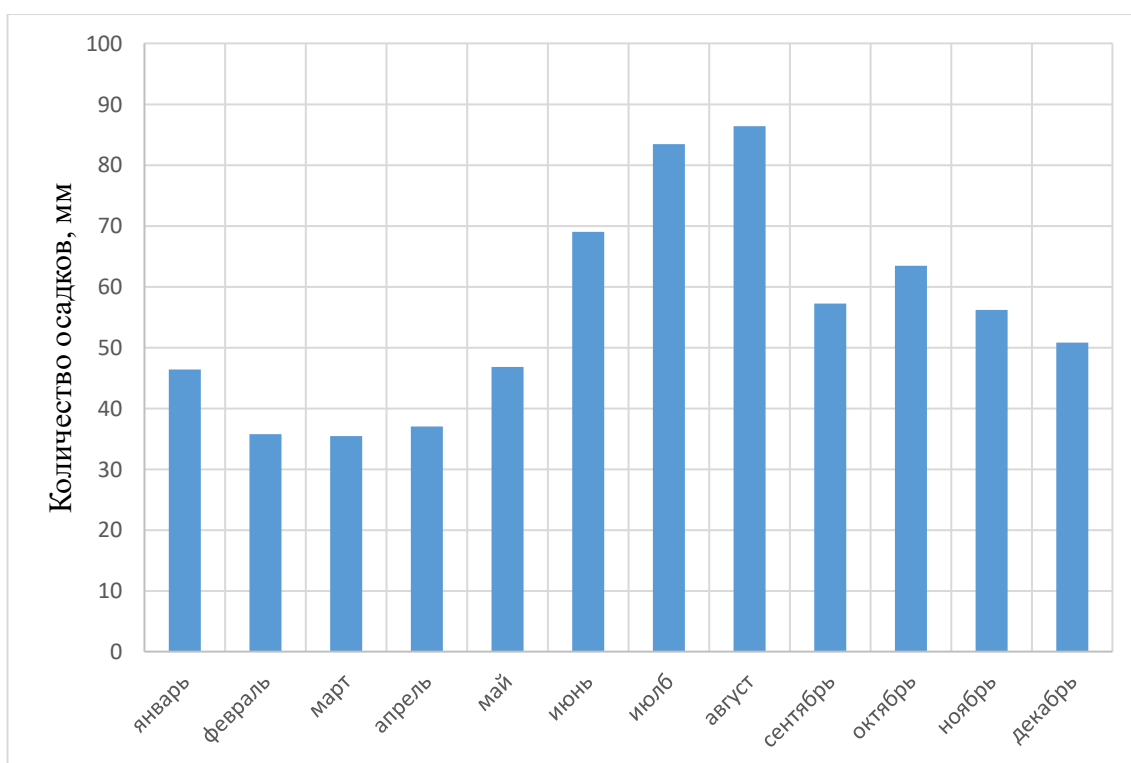


Рисунок 1.3 – Среднемесячные данные о количестве осадков метеорологического поста Сосновый Бор, мм

Весна как переходный период от зимы к лету не такая дружная, как в районах с более континентальным климатом. Высокие дневные температуры при оттепелях и сход снежного покрова среди зимы, с одной стороны, возврат холодов и поздние снегопады весной, с другой, затрудняют определение характерных дат конца зимы и начала весны.

Первым характерным весенним месяцем является апрель. Погода к этому времени заметно улучшается. Происходит интенсивный рост температуры воздуха от минус 1.6 °С в среднем за месяц в марте до 4.6 °С в апреле и 11.1 °С в мае. Относительная влажность весной наименьшая в году и в мае составляет 66%.

Лето на рассматриваемой территории умеренно теплое и длится обычно от начала июня до середины сентября. Среднемесячная температура летом от 15.3 °С в июне повышается к июлю до 17.7 °С. В августе она вновь понижается и составляет в среднем за месяц 15.9 °С. Скорость ветра летом наименьшая в году.

Осень затяжная и наступает около середины сентября с началом заморозков на почве и общим ухудшением погоды: понижением температуры и повышением влажности, а также увеличением нижней облачности. Средняя за месяц температура воздуха от 10.9 °С в сентябре к ноябрю понижается до 0.3 °С [4]

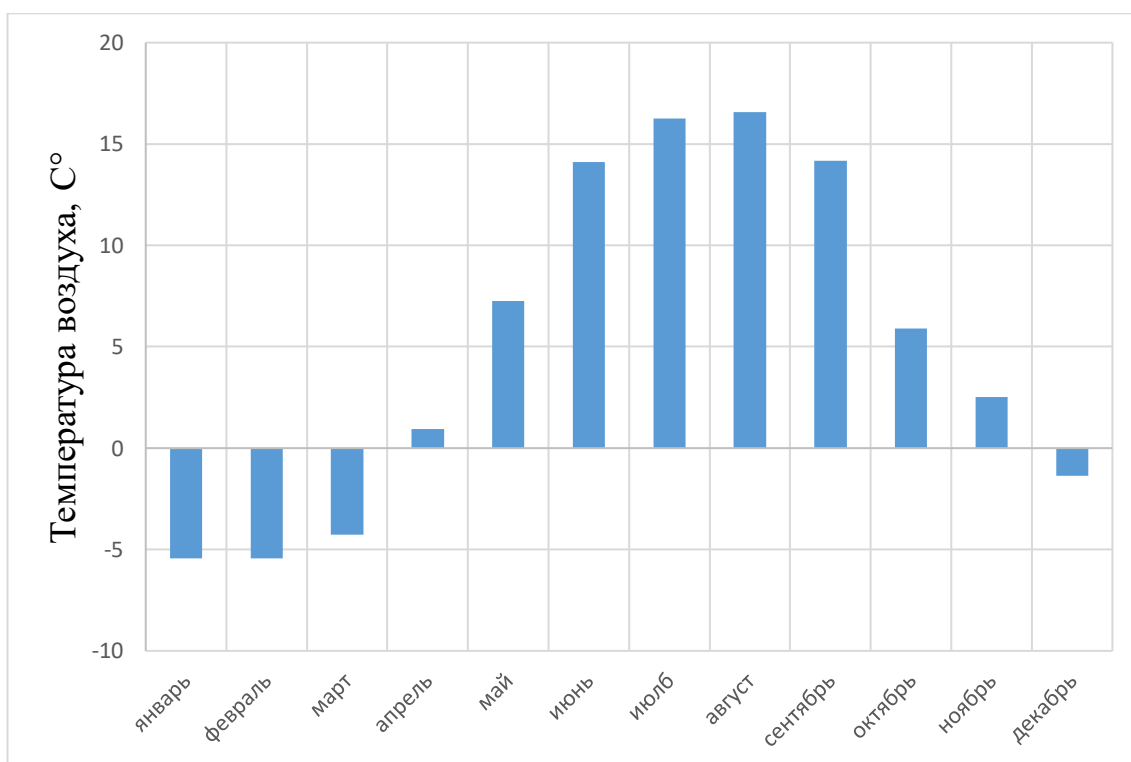


Рисунок 1.4 – Среднемесячные температуры воздуха метеорологического поста Сосновы Бор, °С

2. Гидрометеорологическая изученность района исследований

2.1 Подход к определению изученности

Проведение исследования по изученности района перед гидрологическими изысканиями имеет ряд важных причин:

- Оценка потенциала

Изучение района позволяет оценить его гидрологический потенциал, то есть наличие водных ресурсов, их объем и качество.

- Определение рисков

Анализ изученности района помогает выявить потенциальные риски, связанные с гидрологическими особенностями местности, например, опасность наводнений или засух.

- Планирование инженерных работ

На основе проведенного исследования можно разработать оптимальные планы для проведения гидрологических изысканий и последующего строительства гидротехнических сооружений.

- Соблюдение экологических норм

Изучение района позволяет учитывать экологические особенности местности и минимизировать негативное воздействие гидротехнических работ на окружающую среду.

Таким образом, проведение исследования по изученности района перед гидрологическими изысканиями является необходимым этапом для обеспечения эффективности и безопасности работ по изучению и использованию водных ресурсов.

2.2 Общие сведения

По характеру водного режима реки района, относится к водотокам восточно-европейского типа. Относительная симметричность и вытянутость бассейнов водотоков в широтном направлении с запада на восток и одновременного по всему бассейну таяния снежного покрова определяет дружность начала весеннего половодья по всей их длине [5].

Водотоки района относятся к типу равнинных рек, для которых характерно смешанное питание с преобладанием снегового. В годовом ходе уровня выделяются: весеннее половодье; летне-осенняя межень (почти ежегодно нарушаемая дождевыми паводками); короткий осенне-зимний период с несколько повышенной водностью рек; зимняя межень (в отдельные годы прерываемая подъемами уровней в периоды оттепелей).

Весеннее половодье проходит обычно в третьей декаде марта – первой декаде апреля. Основная доля стока половодья формируется тальми водами. Величина грунтового стока в половодье незначительна и составляет примерно 5-15%. Средняя высота половодья над меженным уровнем для средних рек составляет 1-2 м. Для малых водотоков высота подъема может варьироваться от 0.2-0.3 м до 1 м над меженным уровнем. Средняя продолжительность подъема весеннего половодья для средних рек составляет 10-12 дней, для малых – 7-10 дней. Спад половодья происходит медленно и заканчивается обычно в конце мая. Общая средняя продолжительность весеннего половодья составляет 50-65 дней.

Летне-осенняя межень обычно наступает в начале – середине июня и заканчивается в октябре и характеризуется незначительными колебаниями уровней. Наименьшие уровни воды в водотоках отмечаются в июле, августе, реже в сентябре; средняя продолжительность стояния их на большинстве рек 15-20 дней, наибольшая – до 70 дней. Ежегодно 2-3 раза межень нарушается дождевыми паводками, проходящими, как правило, в августе-сентябре. В наиболее дождливые годы на реках наблюдается прохождение 4-5 паводков. В октябре-ноябре на реках района изысканий обычно проходит осенний сильно растянутый по времени, дождевой

паводок. Высота его может достигать для средних водотоков 1.0-1.5 м, для малых водотоков – до 0.5-0.6 м. По высоте подъема уровня паводки, как правило, значительно ниже уровней половодья, а по объему составляют 40-50% от объема стока в период прохождения весеннего половодья. Для малых водосборов, как правило, обладающих большими уклонами русла и водосбора, величина дождевых паводков может значительно превышать по высоте и объему весеннее половодье.

Зимняя межень устанавливается в конце ноября – середине декабря; наиболее ранние даты приходятся на конец октября, начало ноября, наиболее поздние – на январь. Наиболее маловодный период наблюдается в феврале – марте. В маловодные годы малые реки и ручьи, на отдельных участках, перемерзают. Заканчивается зимняя межень с началом подъема весеннего половодья в среднем в конце марта – первой декаде апреля. Средняя продолжительность межени изменяется от 80 до 110 дней. Наиболее маловодный период с конца января до середины февраля.

В связи с тем, что сток в рассматриваемом водном объекте в меженный период (в том числе в зимний) может отсутствовать, ледовые явления в водотоке могут наблюдаться не ежегодно. В случае, если перед замерзанием русла в нём наблюдался сток, возможно перемерзание до дна (толщина льда будет составлять 5-10 см). Сроки образования ледовых явлений – с середины ноября до начала апреля.

Для рассматриваемого района изысканий характерно относительно небольшое значение озёрности (от 0.4 до 1.2%). Большинство озёр ледникового происхождения, кроме того, встречаются подпрудные озёра, возникшие в результате подпруживания потоков талых ледниковых вод конечно-моренными грядами. Довольно большое распространение в районе имеют остаточные озёра, образованные в понижениях озёрно-ледниковых равнин, которые в свою очередь были образованы на месте спущенных крупных приледниковых водоёмов, возникших у края ледника в период его таяния. Колебания уровня режима озёр зависят от объема притока и стока водотоков, впадающих или вытекающих из озёр, а также от объемов подземного питания, испарения и других факторов. Максимальные уровни озёр наблюдаются в периоды прохождения половодья на водотоках (за счёт притока воды в озёра), а также осенью, в периоды прохождения длительных осадков, минимальные – в

меженные периоды. Амплитуда колебания уровней в среднем может составлять 0.4-0.8 м. В отдельные маловодные годы, в особенности в небольших по площади озёрах амплитуда колебаний может составлять 0.1-0.2 м, в многоводные годы – до 1.5 м.

На ледовый режим рек, помимо климатических, оказывают влияние также местные специфические условия, обусловленные географическим положением водосборов рек, условиями питания и влиянием других местных факторов.

Развитие процесса ледообразования происходит преимущественно с третьей декады октября по третью декаду ноября.

Образование и развитие заберегов происходит на разных реках неодновременно и зависит от водности реки, скоростей течения и погодных условий. На большинстве рек данного района осеннего ледохода не бывает. Замерзание происходит путем увеличения и смыкания заберегов.

Ледостав на реках в значительной степени определяется геоморфологическими особенностями бассейна реки, ее водностью и погодными условиями. Большая часть рек замерзает в первой и второй декадах декабря.

После образования ледостава происходит вначале ускоренное, а затем, замедленное нарастание толщины льда. Наибольшей толщины ледовый покров достигает в марте.

В зимний период в верхнем течении водотоки, как правило, промерзают до дна. В среднем и нижнем течении, благодаря течению водная поверхность достаточно долгое время остается открытой. В период ледостава ниже порожистых и труднозамерзающих участков рек, где обычно образуются полыньи, являющиеся источником образования шуги, возникают зажоры. Подъем уровней, вызванных зажорами, всегда ниже максимальных уровней весеннего половодья.

В верховьях крупных и средних рек, а также на малых реках, весеннего ледохода не бывает, лед тает на месте. Продолжительность весеннего ледохода на остальных участках крупных рек составляет в среднем 3-8 дней, на средних – 1-3 дня.

Основными процессами почвообразования в районе являются подзолообразование и заболачивание, что обусловлено положением территории

(южная подзона тайги) в зоне с холодным и влажным климатом, а также преобладанием лесной, преимущественно хвойной растительности.

На рассматриваемой территории широко распространены слабо- и среднеподзолистые, подзолистые и болотные почвы. По механическому составу почвы суглинистые, тяжелосуглинистые, средне и легкосуглинистые, супесчаные и песчаные (побережье залива).

2.3 Сведения о наличии пунктов стационарных наблюдений

В апреле 1922 г. примерно в 12 км к ЮЮЗ от проектируемого объекта на правом берегу р. Луги при впадении ее в Лужскую губу была организована метеорологическая станция Усть-Луга. Метеорологическая площадка была расположена в 25 м от уреза воды в устье р. Луги. На данной станции наблюдения за метеорологическими характеристиками в период с июля 1941 по 1944 гг. не производились. В 1944 г. площадка переносится и располагается в 50 м от берега р. Луги. В апреле 1959 (после перерыва с июля 1958 по март 1959 гг.), на месте ранее существовавшей станции организован морской гидрологический пост Усть-Луга.

Среди пунктов наблюдений, расположенных на побережье, следует отметить метеорологическую станцию Старое Гарколово (в 12 км к востоку). На станции Старое Гарколово, организованной в июле 1923 г. в одноименном поселке, расположенном на западном берегу Копорской губы Финского залива, помимо метеорологических наблюдений осуществлялись также наблюдения за морскими гидрологическими характеристиками Финского залива. Наблюдения за гидрометеорологическими характеристиками с июля 1941 по июнь 1945 гг. не производились. После перерыва в наблюдениях станция восстановлена в июле 1945 г. в 9 км к северо-западу от прежнего места в пос. Колгомпя, а уже в ноябре 1948 г. станция перенесена обратно в поселок Старое Гарколово на прежнее место. Имеет несколько названий: за

период с 1945 по 1948 гг именовалась Колгомпя, с 1923 по 1941 и 1948 по 1988 гг – Старое Гарколово.

Также следует отметить, что помимо пунктов наблюдений за метеорологическим режимом, упомянутых выше, наблюдения производились еще на ряде станций, расположенных на внешних островах Финского залива, а именно на островах: Гогланд, Мощный, Сескар, а также Большой Тютерс, Соммерс и Нерва, когда метеорологические пункты находились на территории Финляндии. Большая часть сведений о метеорологических характеристиках, полученных на указанных станциях, находится в финских летописях.

Ниже в таблице 1 Таблица приведена метеорологическая изученность территории.

Таблица 1 – Метеорологическая изученность территории

Усл.№	Станция/пост	Дата открытия	Дата закрытия	Период наблюдений
308	Усть-Луга	1922 г.	1972 г.	1922-1958 гг. (с перерывами)
-	Усть-Луга Порт	01.03.2013 г.	по наст. время	2017-2023 гг.
244	Мощный	1940 г.	1988 г.	1940-1988 гг. (с перерывами)
229	Маяк, остров	1924 г.	1937 г.	1924-1937 гг. (с перерывами)
4	Нарвский, остров	1924 г.	1937 г.	1924-1937 гг. (с перерывами)
275	Большой Тютерс	1924 г.	1937 г.	1924-1937 гг. (с перерывами)
247	Гогланд-I	1924 г.	1937 г.	1924-1937 гг. (с перерывами)
246	Гогланд	1865 г.	по наст. время **	1865-2023 гг. (с перерывами)
283	Старое Гарколово	1923 г.	1988 г.	1923-1988 гг. (с перерывами)
245	Сескар	1924 г.	1944 г.	1924-1944 гг. (с перерывами)
334	Кингисепп	1907 г.	по наст. время	1907-2023 гг. (с перерывами)
294	Кайболово (Курголово)	1921 г.	1941 г.	1921-1941 гг. (с перерывами)
307	Гакково	1934 г.	1941 г.	1934-1941 гг.
316	Большое Куземкино	1954 г.	1964 г.	1954-1964 гг. (с перерывами)
345	Извоз	1959 г.	1966 г. *	1959-1966 гг.
333	Новопятницкая	1924 г.	1932 г.	1959-1966 гг.
297	Среднее Райково	1954 г.	1966 г. *	1954-1966 гг.
230	Озерки	1936 г.	по наст. время	1936-2023 гг. (с перерывами)
313	Корветино	1954 г.	1966 г. *	1954-1966 гг.
302	Копорье	1895 г.	1906 г.	1895-1906 гг.
251	Шепелево	1925 г.	2007 г.	1925-2007 гг. (с перерывами)
-	Сосновый Бор	-	по наст. время **	по наст. время **

Примечание: Дата закрытия метеорологических станций и постов, обозначенных знаком «*» принята условно по отсутствию вышеобозначенных постов в справочниках по климату СССР. «**» согласно данным официального сайта ФГБУ «Северо-Западное УГМС» по состоянию на 2024 г станция входит в состав наблюдательной сети.

На рисунке 3.1 ниже (фрагмент) представлена схема расположения пунктов метеорологических наблюдений.

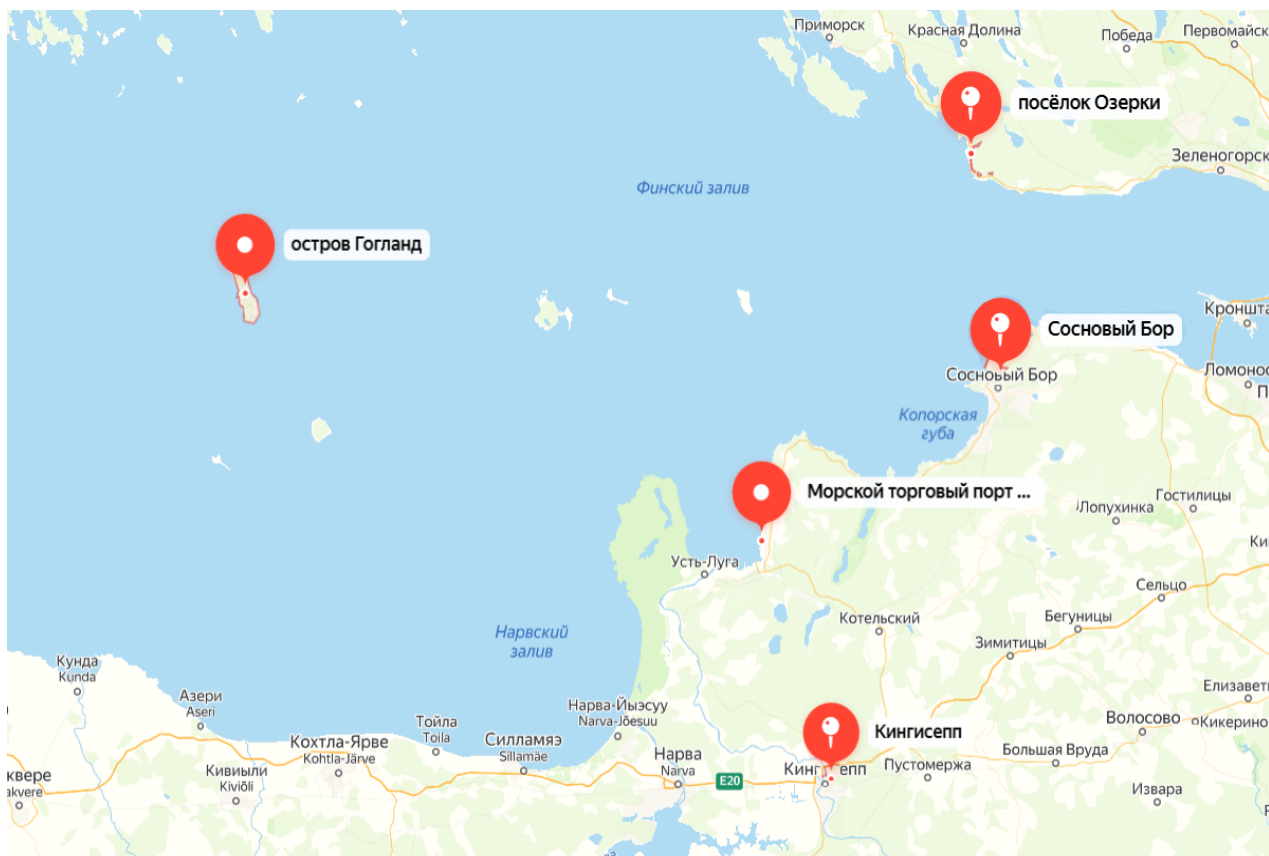


Рисунок 2.1 – Фрагмент схемы расположения пунктов метеорологических наблюдений

Как видно из таблицы Таблица ближайшей действующей станцией с многолетними рядами наблюдений на сегодняшний день, является станция Кингисепп, расположенная на расстоянии порядка 40 км к ЮЮВ от проектируемого объекта. Метеорологическая площадка М-2 Кингисепп расположена в южной части города Кингисепп, в 150 метрах к югу от ж/д полотна. Окружающая местность представляет собой плоскую, заболоченную равнину, занятую лесами и мелкими озерами. Почвы в районе

станции суглинистые и легкосуглинистые и в меньшей степени песчаные. Встречаются торфяно-глеевые почвы.

По состоянию на 2024 г в порту Усть-Луга действует морской гидрометеорологический пост АМП Усть-Луга Порт, осуществляющий наблюдения за уровнем воды, температурой, относительной влажностью, давлением, а также скоростью и направлением ветра.

По полученным данным единичные наблюдения за стоком воды на реках Северо-Запада были начаты в конце XIX-начале XX столетия, систематические - только в 1930-1935 гг. В дальнейшем число пунктов наблюдений за стоком воды продолжало расти. Заметно стала развиваться сеть станций и постов, учитывающих сток воды, после ВОВ. С 1958-1960 гг стала расширяться сеть наблюдений за стоком воды на малых реках. После 80-90-х годов прошлого столетия, в связи со сложной экономической обстановкой, число постов заметно сократилось.

Сведения по гидрологической изученности приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Гидрологическая изученность территории

Код поста	Наименование	Код водн. об.	Расст. от устья, км	Площадь вод-ра, км ²	Ср. высота вод-ра, м	Ср. уклон вод-ра, ‰	Дата открытия
72552	р. Коваши - д. Лендовщина	102002541	16	505	78	12.6	12.04.1944
72559	р. Систа - д. Среднее Райково	102002548	14	573	92	16.6	01.07.1944
72566	р. Луга - г. Луга	102002558	222	2330	62	0	30.09.1934
72577	р. Луга - г. Кингисепп	102002558	60	12800	73	0	28.12.1932
72610	р. Вруда - д. Извоз	102002640	17	544	111	6.9	22.03.1955
72617	р. Хревица - с. Ивановское	102002654	3	316	104	13.2	18.02.1926
72818	р. Нева - д. Новосаратовка	102000848	27	281000	0	0	18.11.1944
72827	р. Нева - Горный Институт	102000848	2.8	301000	0	0	01.10.1877
72836	р. Нева Рук. Малая	102000852	4.2	293000	0	0	01.01.1978

Код поста	Наименование	Код водн. об.	Расст. от устья, км	Площадь вод-ра, км ²	Ср. высота вод-ра, м	Ср. уклон вод-ра, ‰	Дата открытия
	Нева - ИЦП						
72584	р.Оредеж - д. Большое Заречье	102002582	186	331	134	4.7	18.06.1950
72585	р.Оредеж - д. Чикино	102002582	177	453	128	4.36	01.04.1952
72588	р.Оредеж - дпгст Вырица	102002582	124	920	110	4	04.08.1935
72603	р.Ящера - д.Долговка	102002606	18	581	79	9.2	01.01.1949
72569	р.Луга - ст. Толмачево	102002558	182	6350	70	0	14.04.1916
72643	р. Руя-д. Малые Рожки	102002727	18	219	72	14.3	19.06.1937

На рисунке 3.2 ниже представлена схема расположения пунктов гидрометеорологических наблюдений.

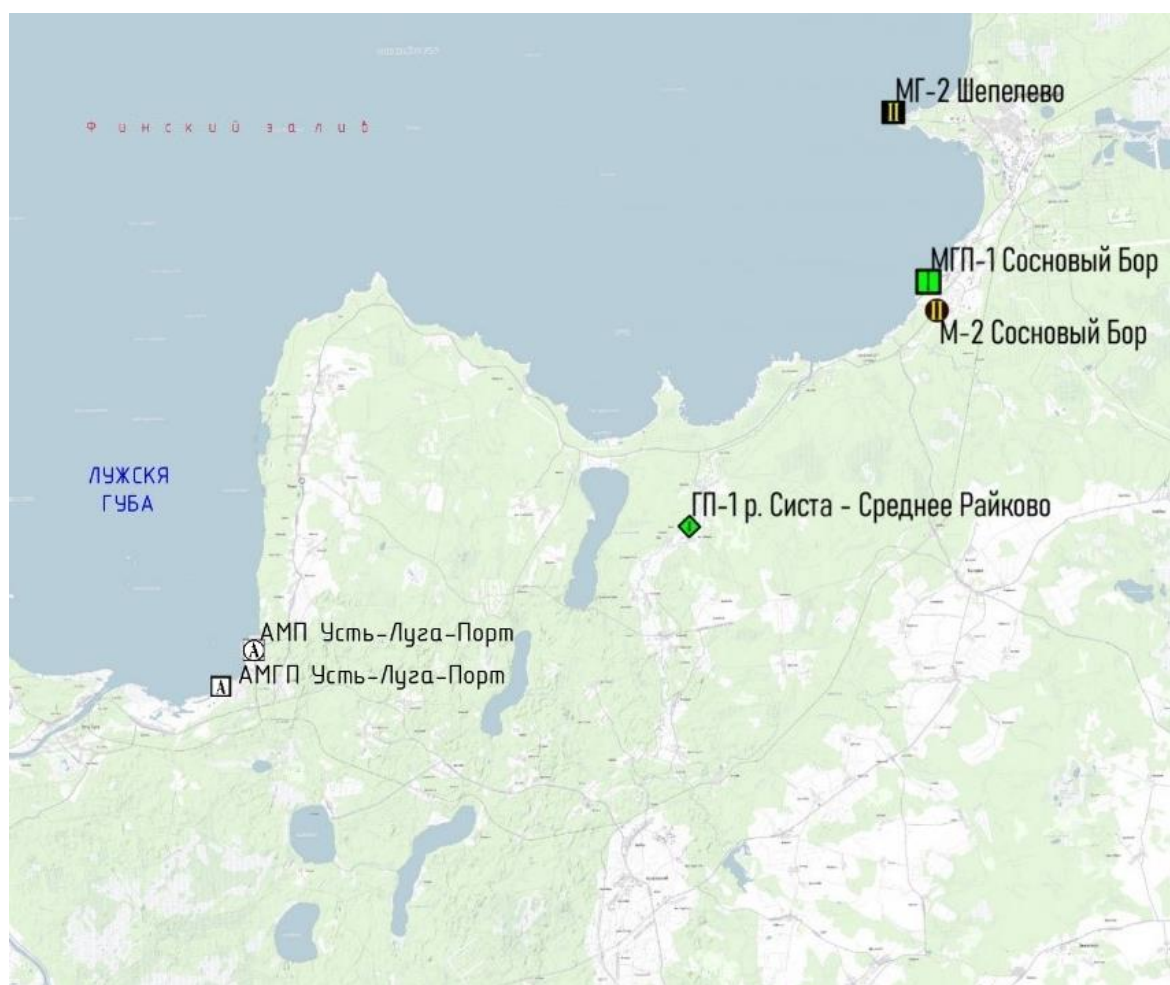


Рисунок 3.2 – Схема расположения пунктов гидрометеорологических наблюдений

2.4 Оценка степени гидрометеорологической изученности с учетом имеющихся материалов

С точки зрения метеорологической изученности [15, 16] район исследований можно считать изученным, в связи с наличием репрезентативной станции М-2 Кингисепп. Репрезентативность станции обусловлена:

- расстоянием от станции до площадки строительства (менее 100 км);
- гидрометеорологическими условиями, позволяющими осуществлять перенос в пределы площадки строительства значений по каждой из требуемых характеристик режима;
- наблюдения на станции ведутся за всеми гидрометеорологическими характеристиками, которые необходимы для обоснования проектирования объекта (М-2 Кингисепп работает по программе метеорологической станции II разряда);
- ряды наблюдений гидрометеорологических характеристик являются достаточно продолжительными для установления надежной связи с опорной станцией района, репрезентативной для определяемой характеристики.

Качество наблюдений на станции отвечает требованиям к достоверности данных, используемых для расчетов. Это обусловлено принадлежностью станций к сети Росгидромета и выполнением наблюдений по программе, утвержденной Росгидрометом.

Таким образом, в качестве опорной при описании метеорологических условий района работ использована ближайшая действующая гидрометеорологическая станция М-2 Кингисепп.

В гидрологическом отношении территория изысканий относится к недостаточно изученным – гидрологические посты расположены на средних и крупных водотоках, малые водотоки не охвачены наблюдательной сетью.

Непосредственно на водотоках, расположенных на участке изысканий и в непосредственной близости от него гидрологические наблюдения не ведутся.

Для дальнейших расчётов в качестве основного гидрологического поста-аналога был выбран гидрологический пост р. Систа – д. Среднее Райково, расположенный в приблизительно 20 км к востоку от участка изысканий.

Характеристики стока по указанному посту могут быть приняты в качестве репрезентативных в связи с местоположением (ближайший к району работ) и наличием данных многолетних наблюдений, включая данные по 2021 г.

Для уточнения коэффициента дружности половодья проанализированы данные по постам р. Коваши – д. Лендовщина, р. Вруда – ст. Извоз, р. Хревица – с. Ивановское и р. Руя – Малые Рожки. В силу того обстоятельства, что посты р. Хревица – с. Ивановское (закрит 01.07.2018 г.), р. Руя – Малые Рожки (закрит 30.11.2014 г.), р. Коваши – д. Лендовщина (закрит с 01.11.2017 г.) по состоянию на сегодняшний день закрыты, а бассейн р. Вруда – д. Извоз характеризуется наличием карстовых областей, при расчете расходов воды весеннего половодья на исследуемом водотоке использован коэффициент дружности половодья, рассчитанный на основании данных о максимальных расходах воды и суммарных слоях стока весеннего половодья на р. Систа – д. Среднее Райково по ряду наблюдений с учетом данных последних лет.

Схематичное расположение на карте реки-аналога и гидрологического поста показаны ниже на рисунке 2.3.

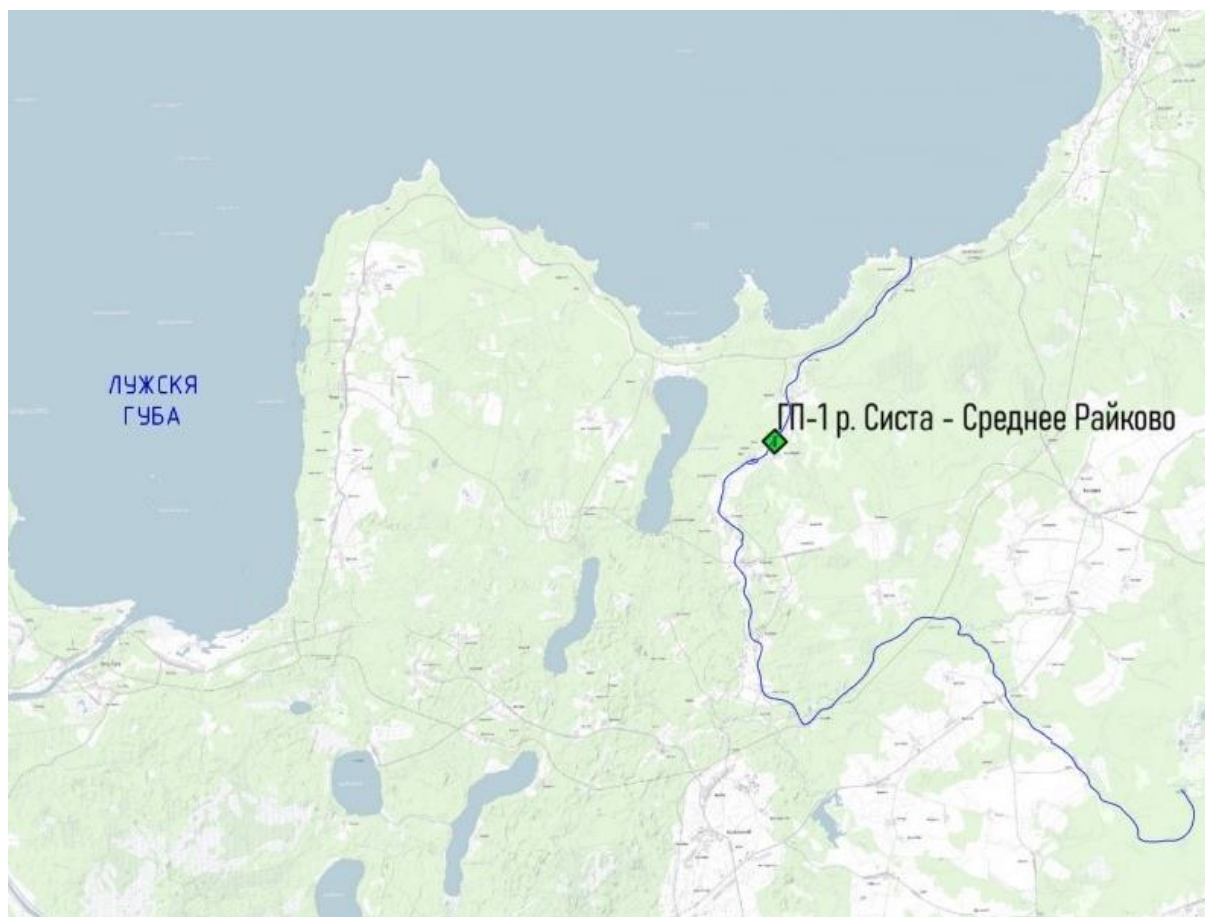


Рисунок 4.3 – Фрагмент схемы расположения реки-аналога Систа

В общем виде при систематизации данных гидрологических наблюдений и выполнении гидрологических расчетов использована информация по максимальным расходам воды, а также по слоям стока весеннего половодья.

3. Особенности гидрологических расчетов и работ при строительстве автомобильных дорог

3.1 Расчет максимальных уровней воды

Считать максимальный уровень воды при строительстве автодорог важно для обеспечения безопасности и долговечности дороги. Это позволяет адекватно оценить риски, связанные с водой, включая весеннее половодье, и принять меры для минимизации его последствий. Это может включать выбор определенных материалов, устройство дренажных систем и укрепление береговых линий. Правильное планирование и учет максимального уровня воды помогают предотвратить повреждения дороги и снизить стоимость ее ремонта и обслуживания в будущем [6, 7, 8, 9].

Кроме того, учет максимального уровня воды позволяет правильно спланировать маршрут автодороги. При планировании маршрута исключаются участки с высоким уровнем грунтовых вод или прокладываются обходы. Использование геологических и гидрологических исследований также помогает определить уровень воды в разные времена года и спланировать соответствующие меры.

В случае непредвиденного повышения уровня воды, наличие четкого плана позволяет быстро реагировать и принимать необходимые меры. Это может включать временное прекращение работ, усиление дамб или дренажных систем.

Таким образом, учет максимального уровня воды при строительстве автодорог является важным элементом планирования и обеспечения безопасности.

3.2 Расчет скорости течения

Расчет скоростей течений при строительстве автодорог также имеет огромное значение. Оценка скорости течения воды помогает понять, как вода будет взаимодействовать с дорожной инфраструктурой, включая мосты и кюветы. Это влияет на выбор материалов, дизайн и местоположение этих структур.

Скорость течения может вызывать эрозию почвы, подрывая основания дороги и структур. Это может привести к долгосрочным повреждениям и даже к обрушению дорожных сооружений. Понимание скорости течения и применение этой информации при проектировании и строительстве может помочь минимизировать эти риски.

Кроме того, зная скорость течения, можно спроектировать дренажные системы, которые эффективно справляются с большим объемом воды в периоды интенсивных осадков или половодья. Это помогает предотвратить накопление воды на дорожной поверхности и обеспечивает безопасное и непрерывное движение транспорта.

Таким образом, расчет скоростей течений является критическим этапом в процессе планирования и строительства автодорог, способствуя повышению их безопасности и долговечности.

3.3 Расчет максимальных расходов воды

В работе приведены причины, по которым расчет максимального расхода воды в весеннее половодье и в период дождевых паводков является важным условием при строительстве автомобильных дорог. В соответствии с выбранным районом исследования далее в работе показан расчет максимального расхода в весеннее половодье.

3.3.1 При наличии данных гидрологических наблюдений

Расчет при наличии данных, как правило, производится методом моментов, который получил наибольшее распространение в практике гидрологических расчётов [10, 11, 12, 14, 17].

Метод моментов — это метод расчёта параметров распределения по эмпирическим данным.

Однако нужно иметь в виду, что оценки дисперсии, коэффициента вариации и коэффициента асимметрии имеют отрицательную смещённость. Это приводит к тому, что при больших значениях коэффициента вариации ($C_v > 0,6$) достоверность моментных оценок ощутимо снижается, а введение поправочных коэффициентов становится неэффективным.

Метод основан на использовании моментов эмпирического распределения, которые являются состоятельными оценками соответствующих теоретических моментов.

При замене теоретических моментов эмпирическими вместо $N \rightarrow \infty$ используется конечное число значений случайной величины n , а вероятность (p_i) того, что СВ X примет значение x_i заменяется частотой ($p_i = 1/n$).

К достоинствам метода моментов можно отнести то, что оценки параметров не зависят от закона распределения исследуемой случайной величины; а также то, что расчетные формулы достаточно просты и позволяют получить искомые параметры в явном виде. Поэтому метод моментов получил наибольшее распространение в практике гидрологических расчетов.

3.3.2 При недостаточности данных гидрологических наблюдений

При недостаточности данных гидрометрических наблюдений параметры кривых распределения вероятностей гидрологических

характеристик необходимо приводить к многолетнему периоду с привлечением данных наблюдений пунктов-аналогов [10, 11, 12]

В данном случае используется метод гидрологической аналогии для нахождения основных гидрологических характеристик.

Гидрологическая аналогия — метод приближённой оценки гидрологических характеристик неизученного или слабоизученного водного объекта с помощью данных наблюдений на ином водном объекте со схожими природными условиями.

Базовым понятием метода является термин «река-аналог». Под рекой-аналогом понимают реку, обеспеченную данными гидрологических наблюдений и находящуюся в схожих условиях формирования стока с рекой, для которой выполняется расчёт.

Данный метод широко используется в гидрологических расчётах, так как в России насчитывается более 2 млн рек, а регулярные наблюдения проводятся чуть более чем на 3000 гидрологических постах.

При выборе реки-аналога производится оценка и сравнение:

- пространственной структуры колебаний рассматриваемой гидрологической характеристики, отражающей характер пространственной связанности рассматриваемой гидрологической характеристики,
- однотипности стока рек аналогов и исследуемой реки;
- географической близости расположения водосборов;
- однородности условий формирования стока, сходства климатических условий, однотипности почв (грунтов) и гидрогеологических условий, степени озерности, залесенности, заболоченности и распаханности водосборов;
- средних высот водосборов, экспозиции склонов и гипсометрии;
- факторов, существенно искажающих естественный речной сток (регулирование речного стока, сбросы воды, изъятие стока на орошение и другие нужды).

3.3.3 При отсутствии данных гидрологических наблюдений

В случае отсутствия данных на расчетных водотоках, согласно нормативной документации, при наличии рек-аналогов определение максимальных расходов воды весеннего половодья выполняются по редуцированной формуле [10, 11, 12, 18].

$$Q_p = \frac{k_0 h_p \mu_p F}{(F + c)^n} \delta \delta_1 \delta_2$$

В данном случае расчет проводится по указанным формулам с имеющимися данными по реке аналогу:

$$\frac{q_{1\%}}{h_{1\%}} = \frac{k_0}{(F+1)^n}, \quad Q_p = \frac{k_0 h_p \mu_p F}{(F+c)^n} \delta \delta_1 \delta_2$$

q_p – максимальный модуль стока весеннего половодья Р %-ной обеспеченности, м³/с км²;

Q_p – максимальный расход весеннего половодья Р %-ной обеспеченности, м³/с;

k_0 – коэффициент, характеризующий дружность весеннего половодья;

h_p – слой половодья Р %-ной обеспеченности (без срезки базисного стока), мм;

F – площадь водосбора, км²;

n – районный коэффициент редукации;

c – коэффициент, учитывающий снижение интенсивности редукации модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, км²;

μ_p – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров рядов максимальных расходов воды и слоев половодья.

$\delta, \delta_1, \delta_2$ – коэффициенты учитывающие снижение максимального расхода под влиянием озер, лесов и болот.

3.4 Полевые работы

При выполнении большинства гидрологических работ специалисты проводят рекогносцировочные работы. Это так называемые исследования на местности.

В перечень таких работ входит:

- 1) изучение взаимосвязи подземных и поверхностных вод;
- 2) измерение расходов, выяснения физических свойств и химического состава поверхностных вод.

Гидрологические наблюдения следует проводить на реках, ручьях, озерах, водоемах и болотах. При изучении будут устанавливаться следующие данные: размеры и глубина водотока и водоема, литологический состав и водоносность пород, слагающих дно и берега водотока и водоема; режим поверхностных вод, расход поверхностных вод на различных участках водотока, физические свойства и химический состав вод; определение мест подтока подземных вод по изменению температуры, минерализации поверхностных вод, по увеличению расхода потока и многое другое.

В данной работе в полевых исследованиях устанавливали: расход поверхностных вод и координаты точек на участке.

Координаты указывают широту, долготу и высоту над уровнем моря. Они требуются для формирования исходных данных и передаются в камеральный отдел. Преимущества выполнения этих работ заключается в более точных показаниях.

Для осуществления полевых работ использовалось специальное оборудование, которое представлено ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Оборудование, примененное в работе

Наименование	Обозначение	Примечание
Рейка водомерная переносная	ГР-104	Измерение уровня (глубины) водотока

Наименование	Обозначение	Примечание
Гидрометрическая микровертушка	ГМЦМ-1	Измерение скорости течения потока
GNSS-приемник PrinCe	GNSS-приемник PrinCe	Прием GPS координат
Контроллер	Контроллер GPS приемника	Управление и фиксирование GPS приемника

4. Расчет характеристик максимального стока водотоков района исследований

4.1 Камеральные работы

При выполнении комплекса работ, связанных с расчетами максимального стока рек, помимо полевых исследований важным этапом является камеральная обработка материалов.

Данный вид работ подразумевает все расчеты, необходимые для получения полных данных: выбор опорных постов и метеостанций с репрезентативными рядами наблюдений; составление климатической характеристики района изысканий; составление таблицы гидрометеорологической изученности района изысканий; составление профилей морфостворов и продольного профиля водотока по руслу с линиями свободной поверхности при различных уровнях высокой воды, определение зависимостей расхода воды от глубины потока, расчеты уровней паводка, половодья, ледохода, определение гидрологического режима водоемов, составление отчета и многое другое.

В данном исследовании камеральные работы включали в себя: выбор опорных постов и метеостанций с репрезентативными рядами наблюдений; составление климатической характеристики района изысканий; составление таблицы гидрометеорологической изученности района изысканий (описаны в работе выше), а также предварительную обработку исходных данных, полученных в ходе полевых работ, а также расчет основных гидрологических характеристик. Для этого были использованы программы, указанные ниже в таблице 4.

Таблица 4 – Программы, примененные в работе

Наименование	Обозначение	Примечание
Программный комплекс CAD	Платформа nanoCAD	Оформление схем, планов и других графических приложений
Табличный процессор в составе Microsoft Office 2016	Microsoft Excel 2016	Проведение гидрологических расчетов, построение графиков, диаграмм
Текстовый процессор в составе Microsoft Office 2016	Microsoft Word 2016	Создание, просмотр, редактирование и форматирование по результатам гидрологических работ

4.2 Определение основных гидрографических характеристик

К основным гидрографическим и физико-географическим характеристикам бассейна реки относятся следующие [14]:

Площадь водосбора F , км². Территория, на которой расположена река и с которой она получает водное питание, называется бассейном реки, или водосбором реки. Выделяют поверхностный и подземный водосборы. Границы подземного водосбора часто не совпадают с поверхностными и ввиду сложности их определения водосбор реки обычно определяется только по поверхностным границам (водораздельной линии). Граница между смежными водосборами называется водоразделом. Водораздел проходит по наиболее высоким точкам земной поверхности, расположенным между бассейнами соседних рек, разделяет обращенные в противоположные стороны покатости земной поверхности и отделяет площадь, с которой получает водное питание данная река, от площадей, сток с которых происходит в соседние реки.

Гидрографическая длина водотока L , км. Длинной реки называется расстояние по реке от устья до истока в километрах. Истоком называется начало реки, соответствующее месту, с которого появляется постоянное течение воды в русле. Истоком реки часто является родник, болото, озеро или ледник. Устьем реки называется место ее впадения в другую реку, озеро или море.

Средневзвешенный уклон водотока I , ‰. Представляет собой условный выровненный уклон ломаного профиля, эквивалентный сумме частных средних уклонов профиля водотока. Средневзвешенный уклон определяют только для не зарегулированных водотоков, а также для участков рек, расположенных в нижних бьефах водохранилищ.

Средняя высота водосбора v , м над уровнем моря исследуемого водного объекта.

Относительная лесистость водосбора f_l , ‰. Отношение площади водосбора, покрытой лесом (лес и кустарники на проходимых болотах не включают) к общей площади водосбора.

Относительная заболоченность водосбора f_b , ‰. Отношение площади водосбора, покрытой болотами к общей площади водосбора.

Относительная озерность водосбора, $f_{оз}$ ‰. Является отношением суммы площадей всех озер, расположенных на водосборе, к общей площади водосбора.

Средняя глубина залегания уровня грунтовых вод (первого водоносного горизонта).

Для водотоков малых рек с площадями водосбора менее 200 км^2 дополнительно определяют средний уклон склонов водосбора. При необходимости могут быть определены также густота речной и русловой сети водосбора.

Характеристики по расчетным водосборам определены по картографическим материалам и материалам топографических съемок разных лет и приведены ниже в таблице 5.

Таблица 5 – Основные гидрографические характеристики исследуемых водотоков.

Наименование створа	Площадь водосбора, км ²	Гидрографическая длина водотока, км	Средневзвешенный уклон водотока, ‰	Средний уклон склонов водосбора, ‰
Водоток №1-Створ I (частн. площадь)	0.98	1.4	2.6	25.1
Канавы №12 - Створ II (частн. площадь)	0.0008	0.03	30.3	120
Канавы №17 - Створ III (частн. площадь)	0.003	0.15	10.8	141
Водоток №2 - Створ IV (частн. площадь)	0.050	0.57	15.1	24.8
Канавы №18 – Створ 1б	0.047	0.6	18.7	50.9
Канавы №18 – Створ V	0.045	0.5	18.1	50.1

продолжение таблицы 5

Наименование створа	Площадь водосбора, км ²	Озерность, %	Залесенность, %	Заболоченность, %
Водоток №1-Створ I (частн. площадь)	0.98	0	49	0
Канавы №12 - Створ II (частн. площадь)	0.0008	0	0	0
Канавы №17 - Створ III (частн. площадь)	0.003	0	0	0
Водоток №2 - Створ IV (частн. площадь)	0.050	0	60	0
Канавы №18 – Створ 1б	0.047	0	68	0
Канавы №18 – Створ V	0.045	0	70	0

4.3 Определение максимальных расходов воды весеннего половодья исследуемых водотоков

Расчет максимальных расходов воды весеннего половодья при отсутствии данных наблюдений в исследуемых створах выполнен по основной редуцированной формуле. В таблице 6 представлены параметры расчетной формулы и расчетные расходы воды на исследуемых водотоках.

Таблица 6 – Параметры редуccionной формулы и расчетные расходы воды

		1	2	3	4	5	6
№	Параметры	Водоток №2 - Створ IV (частн. площадь)	Канавы №17 - Створ III (частн. площадь)	Канавы №12 - Створ II (частн. площадь)	Водоток №1 - Створ I (частн. площадь)	Канавы 18 - Створ 16	Канавы №18 – Створ №V
п/п							
1	$A, км^2$	0.050	0.003	0.001	0.985	0.047	0.045
2	$A_{0,2\%}$	0	0	0	0	0	0
3	$A_{1\%}$	60	0	0	49	68	70
4	$A_{5\%}$	0	0	0	0	0	0
5	$h_{1\%}, м.м$	239	239	239	239	239	239
6	$h_{2\%}, м.м$	224	224	224	224	224	224
7	$h_{3\%}, м.м$	214	214	214	214	214	214
8	$h_{5\%}, м.м$	201	201	201	201	201	201
9	$h_{10\%}, м.м$	182	182	182	182	182	182
10	$h_{20\%}, м.м$	161	161	161	161	161	161
11	$h_{25\%}, м.м$	153	153	153	153	153	153
12	n	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
13	$A, км^2$	1	1	1	1	1	1
14	C	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
15	δ	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
16	α	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	n'	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
18	δ_1	0.405	1.000	1.000	0.423	0.394	0.391
19	β	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
20	δ_2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
21	K_0	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069
22	$\mu_{4\%}$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
23	$\mu_{2\%}$	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985
24	$\mu_{3\%}$	0.970	0.970	0.970	0.970	0.970	0.970
25	$\mu_{5\%}$	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960
26	$\mu_{10\%}$	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930
27	$\mu_{20\%}$	0.910	0.910	0.910	0.910	0.910	0.910
28	$\mu_{25\%}$	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
29	$Q_{1\%}, м^3/с$	0.033	0.005	0.001	0.611	0.030	0.029
30	$Q_{2\%}, м^3/с$	0.030	0.005	0.001	0.564	0.028	0.027
31	$Q_{3\%}, м^3/с$	0.028	0.005	0.001	0.531	0.026	0.025
32	$Q_{5\%}, м^3/с$	0.026	0.004	0.001	0.493	0.024	0.023
33	$Q_{10\%}, м^3/с$	0.023	0.004	0.001	0.433	0.021	0.020
34	$Q_{20\%}, м^3/с$	0.020	0.003	0.001	0.375	0.019	0.018
35	$Q_{25\%}, м^3/с$	0.019	0.003	0.001	0.352	0.017	0.017

Заключение

В данной работе рассмотрен комплекс гидрологических расчетов необходимых для выполнения при строительстве автодороги на примере участка в районе административного центра Вистинского сельского поселения Кингисеппского района деревни Вистино в Ленинградской области. Приведены краткое физико-географическое положение и климат района, перечислены виды необходимых предварительных расчетов до строительства автодорог. Были подробно описаны методики вычисления максимальных расходов воды в весеннее половодье в различных условиях. Также, рассчитаны гидрологические характеристики и расход воды весеннего половодья для исследуемого участка. Эти данные позволят избежать рисков затопления территории. По результатам расчетов максимальных расходов выяснилось, что максимальные расходы воды обнаружены на водотоке №1 створ 1 максимальный расход воды весеннего половодья 1%-ой обеспеченности составляет $0.611 \text{ м}^3/\text{с}$. Из чего следует, что угроза затопления участка во время весеннего половодья отсутствует, в связи с малыми расходами.

В связи с увеличением строительства автодорог, возрастает угроза весеннего половодья. Необходимо учитывать этот фактор при планировании работ, чтобы избежать негативных последствий для окружающей среды и безопасности движения. Проектирование и строительство автодорог должно быть выполнено с учетом возможного весеннего половодья. Это поможет предотвратить нежелательные исходы, такие как размыв почвы и ухудшение состояния дорожного покрытия. Необходимо принимать во внимание не только текущие климатические условия, но и их возможные изменения в будущем. Прежде всего, важно понимать, что весеннее половодье – это естественное явление, которое необходимо учитывать при планировании и строительстве автодорог. Несмотря на то, что это может вызвать некоторые сложности, с правильным подходом, который включает в себя выбор

определенных материалов, устройство дренажных систем, укрепление береговых линий и многое другое. Заблаговременным планированием можно снизить возможные риски.

В конечном итоге, весна – это время года, которое требует особого внимания и подготовки. Но с правильным подходом, можно обеспечить безопасность и эффективность строительства автодорог, даже в условиях весеннего половодья.

Список использованных источников

1. Общие сведения. Вистино, Ленинградская область // [Электронный ресурс]. URL: <http://citipedia.info> (дата обращения 10.01.2024).
2. Географическое положение территории Ленинградской области// [Электронный ресурс]. URL: <http://mid.ru> (дата обращения 12.01.2024).
3. Административно-территориальное деление Ленинградской области 2017 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://msu.lenobl.ru/> (дата обращения 15.01.2024)
4. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центра данных. [Электронный ресурс]. URL: meteo.ru/data (дата обращения 10.02.2024).
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометиздат, 1970.
6. Опыт обоснования расчетных максимумов дождевого стока для строительства внегородских автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1979.
7. Рекомендации по расчету дренажных систем дорожных конструкций. – М.: Росавтодор, 2018.
8. А.Ю. Шаров, М.В. Савсюк. Расчет водопропускных сооружений с использованием электронного тахеометра TRC 1205, программ CAD_CREDO и ROAD. Методические указания. – Екатеринбург, 2010.
9. Определение характеристик водосборного бассейна и расчетного расхода стока.– Хабаровск: ХГТУ, 2003.
10. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации.– СПб.: изд. РГГМУ, 2007.
11. Рождественский А.В., Лобанова А.Г. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
12. Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1990.
13. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология.– Л.: Гидрометиздат, 1973.

14. Свод правил СП 529.1325800.2023. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 2023
15. Свод правил СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. – М.: Стройиздат, 2012.
16. Свод правил СП 482.1325800.2020 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. – М.: Стройиздат, 2020.
17. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – Н. Новгород: Вектор-ТиС. 2007.
18. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. – СПб, изд. «Нестор – История», 2009.