



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 \_\_\_\_\_

**Особенности инженерно-  
гидрометеорологических  
изысканий автомобильных дорог**

Исполнитель \_\_\_\_\_

Чезлов Дмитрий Валерьевич

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель \_\_\_\_\_

Кандидат физ.-мат. Наук

(ученая степень, ученое звание)

Саноцкая Надежда Александровна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

(подпись)

Кандидат географических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий Игоревич

(фамилия, имя, отчество)

«15» 06 2023г.

Санкт-Петербург  
2023

## Содержание

Введение.....	3
1. Характеристика и условия проектирования автомобильных дорог.....	5
2. Оценка изученности гидрометеорологических условий территории участка автомобильной дороги Верховажье – Нижняя Коленьга Верховажского района .	15
3. Краткая физико-географическая характеристика района работ .....	24
3.1 Климат.....	24
3.2 Рельеф .....	35
3.3 Почвы .....	36
3.4 Растительность .....	36
3.5 Гидрография.....	40
3.6 Местоположение объекта .....	40
3.7 Опасные природные процессы и явления .....	43
3.8 Водный режим.....	44
3.9 Термический и ледовый режим.....	45
3.10 Гидрогеологические условия.....	46
4.Методы производства изыскательских работ .....	48
4.1 Максимальные расходы воды весеннего половодья.....	48
4.2 Максимальный срочный расход воды дождевого паводка .....	50
4.3 Расчет средней межени (СМГВ) .....	53
5.Результаты инженерно-гидрометеорологических изысканий .....	54
6.Результаты выполненных работ .....	57
6.1 Основные гидрографические характеристики.....	57
6.2 Результаты расчетов максимальных расходов воды.....	57
6.3 Результаты расчетов максимальных расходов воды.....	59
Заключение .....	60
Список литературных источников .....	61

## Введение

Инженерные изыскания дорог — комплекс исследований, в ходе которых осуществляется изучение природных, технических, экономических факторов строительства и эксплуатации автодорог. Гидрометеорологические изыскания проводятся с целью защиты от неблагоприятных явлений. Материалы, полученные в ходе разных видов изысканий, используются для принятия обоснованных проектных решений.

Сбор и обработка данных о природных, техногенных условиях позволяет:

- обосновать выбор трассы проектируемой автодороги;
- принять верные технические решения по конструктивным составляющим трассы;
- определить прочность и устойчивость земляного полотна, оценить параметры дорожной одежды, прочих элементов конструкции;
- разработать мероприятия по охране природной среды и проект организации строительства;
- спроектировать комплекс мер по защите автодороги и участников движения от влияния неблагоприятных природных, техногенных факторов.

В целом инженерные изыскания строительства автомобильных дорог направлены на обеспечение безопасности полотна и потребителей транспортных услуг в процессе строительства, капремонта, реконструкции, эксплуатации.

Актуальность гидрометеорологических изысканий обусловлена активным развитием Российской Федерации, в части развития транспортной системы. В данный момент утверждена распоряжением правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021г. № 3363-р: «Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года». В данном документе можно уделить внимание отрывку: «С одной стороны, различные неблагоприятные проявления изменений климата (деградация вечной мерзлоты,

изменение гидрологического режима рек, повышение уровня Мирового океана) диктуют необходимость принятия мер по снижению уязвимости и подверженности транспортной инфраструктуры в отношении климатических рисков», что дает нам уверенность в необходимости гидрометеорологических изысканий не только при строительстве новых объектов, но и при реконструкции существующих.

Для того, чтобы правильно рассчитать статистические параметры - максимальные уровни и расходы, необходимо учитывать различные характеристики рек. Для этого используются определенные методики, расписанные в СП (СНиП), которыми пользуются специалисты по гидрологии.

Объектом данного исследования является прокладка межпоселкового газопровода на Северо-Западе РФ.

Работа выполнена в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012, СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», СП 131.13330.2018 «Строительная климатология», СП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства», СП 33 - 101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».

Цель работы – расчет основных гидрометрических характеристик на участке автомобильной дороги Верховажье – Нижняя Коленга, участок км 12+600 – км 17+700 в Верховажском районе Вологодской области.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- изучить физико-географическое положение местности,
- изучить гидрологические характеристики рек-аналогов,
- построить профили (продольный, поперечный) по данным инженерно-технических изысканий,
- рассчитать все гидрологические характеристики расчетной реки,
- рассчитать обеспеченные расходы и уровни (1%,5%,10%).

Расчет производится согласно СП 33 -101-2003. Для расчета подобраны реки-аналоги с продолжительным периодом наблюдения.

## 1. Характеристика и условия проектирования автомобильных дорог

Современные автомобильные дороги представляют собой сложные инженерные сооружения, включающие: земляное полотно, дорожную одежду, водопропускные трубы, мосты, путепроводы, технические средства организации дорожного движения (дорожные знаки, дорожная разметка), инженерное оборудование и обустройство (дорожные ограждения, сигнальные столбики), защитные сооружения (снегозащитные и шумозащитные устройства), объекты дорожного сервиса. Автомобили двигаются по поверхности автодороги – проезжей части. С обеих сторон она ограничена обочинами. Под проезжей частью лежит земляное полотно, которое возводят для того, чтобы сгладить неровности рельефа и придать проезжей части устойчивость. Там, где грунт понижается или заболачивается, и в сырых местах полотно заметно выступает над поверхностью земли и образует насыпь – сооружение из уплотнённой почвы. И, наоборот, через холмы автодорожное полотно пролегает в специальной выемке, чтобы минимизировать разницу высот.

Вода, стекающая с поверхности дороги или текущая в сторону дороги со всей окружающей местности, должна быть отведена, посредством системы лотков и канав, в низины. Когда необходимо проложить трассу через реку, ручей или овраг, при проектировании автомобильной дороги предусматривают водопропускные сооружения – трубы, мосты.

На перекрёстках автодорог или там, где асфальтированная дорога пересекается с железной, земляное полотно устраивают особым образом: так, чтобы полотна обеих дорог лежали либо в одной плоскости, либо в разных (в этом случае возводят тоннель, путепровод или эстакаду).

Все эти части дороги – мост, эстакада, тоннель, путепровод, защитная галерея, подпорная стена и прочие – относятся к искусственным сооружениям.

Сама дорога и все её сооружения, а также зелёные насаждения вдоль неё находятся в так называемой полосе отвода, или дорожной полосе. Элементы этой зоны, выходящие за пределы земляного полотна, носят название обреза.

Дорожной полосой распоряжаются дорожные организации. Эта территория изымается у прежнего землепользователя, которому она принадлежала до строительства дороги.

Ширина полосы определяется категорией дороги и показателями снеготранспорта в регионе. Она фиксируется в проекте дороги. На территории населённого пункта, заповедника или ценного сельхозугодия полоса отвода имеет минимальную ширину – ровно такую, которой достаточно для дорожного полотна. Пока основная дорога строится, на её обрезах делается грунтовая дорога, по которой подвозят всю технику и материалы. Позже, когда автомобильная дорога уже готова, эту грунтовую дорогу используют летом как тракторный путь. Помимо неё, полоса отвода содержит пешеходные и велодорожки, и линии связи тоже располагаются на ней.

В окрестностях крупных водных и прочих естественных преград, где нужно возводить большие искусственные сооружения, тракторные пути и объездные дороги можно совмещать с основной (в этом случае обязательно делают въезды на неё, а земляное полотно должно быть шире). Это даёт возможность гужевому транспорту и тракторам ездить как по расширенной обочине, так и по проезжей части.

Чтобы обеспечить безопасное движение пешеходам, велосипедистам и т. п., для них при проектировании автомобильных дорог предусматривают специальные дорожки. Пешеходные дорожки должны присутствовать на всех дорогах, проходящих по территории населённого пункта – и неважно, насколько активно движутся переходы на том или ином участке дороги. Это правило работает и в окрестностях населённых пунктов, в прилегающих к ним зонах и около автобусных остановок, если за сутки по ним проходит не менее 100 человек.

Тротуар состоит как минимум из двух полос движения шириной по 75 см. Чтобы лишить пешеходов в населённых пунктах возможности переходить дорогу где попало и мешать движению транспорта, дорогу ограждают металлическими сетками, посадками колючего кустарника, и т. п.

Одним словом, любая автомобильная дорога - это комплекс сооружений, необходимых для обеспечения безопасного движения транспорта с расчётной скоростью по всей её длине, круглый год и независимо от погоды. Так в течение всего года дорожная одежда должна быть прочной, противостоять динамическим нагрузкам от движения автомобилей, быть ровной и нескользкой. Дороги должны обеспечивать безопасность автомобильного движения. Проложенные с учетом психофизиологических особенностей восприятия водителями дорожных условий, они должны предоставлять водителям всю необходимую информацию, как бы подсказывая им правильные режимы движения, обеспечивая высокую пропускную способность и исключая возможность серьезных дорожно-транспортных происшествий.

Автомобильные дороги подразделяют на классы и категории. Класс автомобильной дороги определяют по функциональному назначению и уровню обслуживания автомобильной дороги.

Автомобильные дороги подразделяют на четыре класса:

- автомагистрали;
- скоростные автомобильные дороги;
- обычные автомобильные дороги;
- автомобильные дороги низших категорий.

Категорию автомобильной дороги принимают в зависимости от расчетной интенсивности движения.

В проекте выпускной квалификационной работы изучаем проектирование автомобильной дороги общего пользования. Автомобильные дороги являются дорогами общего пользования и доступны подвижному составу (транспортным средствам) всех учреждений, организаций и отдельных граждан при условии

соблюдения правил, что их транспортные средства удовлетворяют определенным требованиям, установленные законодательством РФ.

Для того, чтобы дорожное полотно получилось действительно качественным, безопасным, соответствовало всем нормам и служило десятилетиями, нужно при проектировании автомобильной дороги учесть массу факторов:

- Защита или переоборудование имеющихся и планируемых коммуникаций в области дорожного полотна (газовых и водопроводных труб, оптоволокну, и т. д.). Проектная документация должна включать в себя план этих мероприятий.
- Минимизация вреда для окружающей среды и выгодное использование особенностей рельефа местности.
- Водоотведение в виде отдельных каналов или ливневой канализации, которое защитит грунт под слоем асфальта от размыва.
- Расчёт различных нагрузок на дорогу, прогнозирование интенсивности движения. На их основании выбираются состав и разновидность дорожного полотна.
- Правильное конструирование мест пересечений с другими дорогами, облагораживание окружающих территорий (уличное освещение там, где это необходимо, устройство тротуаров и велодорожек, высадка кустов и деревьев).

Для перспективного развития автомобильно-дорожного транспорта требуется постоянное совершенствование направления в области проектирования, строительства и эксплуатации дорог.

Проектированием строительства называется совокупность работ в области инженерных изысканий, включающих в себя конструирование и экономические расчёты по инженерным изысканиям с учетом требований охраны окружающей среды и перспективам эксплуатации дорожного полотна. Основное внимание при

проектировании автомобильных дорог уделяют следующим аспектам или изысканиям:

- климатическим;
- техногенным;
- геологическим.

Таким образом, любые работы в области инженерных изысканий и проектирования автомобильных дорог проводятся с учётом трех ключевых характеристик местности: климата (особенно объёма осадков в холодных сезон и глубину промерзания), особенностей грунта и особенности эксплуатации.

Чтобы измерить несущую способность грунта, необходимо провести специальное исследование. Измерение несущей способности позволяет понять, нужно ли уплотнять эту почву и на какой глубине проходят грунтовые воды в зависимости от сезона.

При глубоком залегании грунтовых вод этот фактор можно не учитывать при проектировании автомобильной дороги. А вот малая глубина залегания, когда воды находятся близко к поверхности, представляет опасность: земля начинает “играть”, её поверхность движется и меняется в соответствии со временем года, иногда весьма ощутимо, и нужны дополнительные меры по стабилизации грунта.

В подобных случаях магистраль строят с применением специальных материалов, придающих основанию прочность и надёжность. Задача инженера-изыскателя, оценивающего место будущей стройки – изучить ландшафт и выбрать оптимальное местоположение для мостов и прокладки подземных коммуникаций.

Кроме того, на основании данных о климате и подземных водах подбирается оптимальная толщина дорожного покрытия, чтобы оно было достаточно экономным в плане расходов, но при этом надёжным и крепким, и дорога выдерживала бы постоянное движение.

На сегодняшний день дорожное строительство, а также проведения ремонтных работ, может осуществляться с использованием нескольких разновидностей асфальтобетонных смесей. Однако для строительства автомобильных дорог, особенно высоких категорий и с высокой загруженностью, разрешается использование только определенных видов асфальта, обладающих высокими эксплуатационными характеристиками.

Таблица 1 – Основные виды асфальтобетона по типу заполнителя

Вид асфальта	Где используется
Песчаный	Только для тротуаров и других пешеходных зон. Имеет невысокую прочность.
Гравийный	Для дорог со средней загруженностью. Может иметь среднюю или высокую прочность.
Щебеночно-мастичный (ЩМА)	Для дорог вплоть до I категории, имеющих повышенную загруженность – фактически может использоваться для любых автодорог и пешеходных зон. Имеет повышенную прочность.

Самым высоким качеством обладает именно щебеночно-мастичный асфальтобетон, который используется для устройства большинства современных дорожных покрытий. В его состав входит щебень из твердых горных пород, что существенно повышает прочность за счет образования внутреннего каркаса. Также в состав ЩМА добавляются специальные синтетические волокна, препятствующие растеканию битума. Дорожное строительство лучше осуществлять с использованием горячего щебеночно-мастичного асфальта,

поэтапно укладывая слои разной зернистости (от крупных к мелким). Это позволит обеспечить максимальные эксплуатационные характеристики и длительный срок службы без лишних финансовых затрат.

Дорожное строительство также часто подразумевает устройство тротуаров. Для асфальтирования пешеходных зон можно использовать песчаный асфальт, так как пешеходы оказывают значительно меньшее воздействие на покрытие.

Контроль качества строительства слоев дорожной одежды — один из обязательных элементов производственного процесса. За качество сооружаемого объекта несет ответственность строительная организация, выполняющая работы, и персонально производители работ, мастера, бригадиры и непосредственные исполнители производственных операций. Правильная организация технического контроля качества в процессе строительства обеспечивает не только прочность и долговечность дорожной конструкции, но в значительной степени и эксплуатационные свойства покрытия, а также безопасность. Качество строительства слоев дорожной одежды контролируют, руководствуясь техническими нормами, правилами и инструкциями, с учетом требований СНИП 3.06.03-85.

При приемке выполненных работ надлежит произвести освидетельствование работ в натуре, контрольные замеры, проверку результатов производственных и лабораторных испытаний строительных материалов и контрольных образцов, записей в общем журнале работ и специальных журналах по выполненным отдельным видам работ и предъявить техническую документацию в соответствии с главой СНИП 3.01.01-85.

Приемку с составлением актов освидетельствования скрытых работ надлежит производить по выполнению: подготовки поверхности земляного полотна для строительства дорожных одежд; строительства и уплотнения конструктивных слоев дорожных одежд; При осуществлении приемочного контроля следует проверять соответствие фактических значений проектным. Также следует контролировать: плотность слоев дорожной одежды; ровность

слоёв оснований и покрытий путем определения алгебраических разностей высотных отметок; сцепление шины автомобиля с покрытием (для верхних слоев) или шероховатость покрытия; прочность материала и толщину покрытия по трем кернам на 1000 м<sup>2</sup>.

Содержание автомобильных дорог направлены на поддержание в рабочем состоянии дорожных одежд, обочин, откосов, других объектов отрасли для обеспечения безопасности движения транспорта, пешеходов.

Все работы по содержанию делятся на зимний и летний период. Зимой выполняется очистка дорожного полотна и обочин от наледи, снежных валов. Летом осуществляются скашивание травы, очистка от мусора, пыли.

Со временем автомобильная дорога нуждается в ремонте. Ремонтные работы делятся проведение текущих ремонтных работ, среднего ремонта и капитального.

- К текущему ремонту относятся мероприятия, направленные на предупреждение и срочное устранение небольших деформаций и повреждений дорожных покрытий и сопутствующих сооружений (в их числе откосы, мосты, переходы и проч.).
- К среднему ремонту относятся периодически проводимые мероприятия, направленные на восстановление старого истертого покрытия и повышение его эксплуатационных показателей. Постоянно возрастающий подвижной состав и увеличивающаяся интенсивность движения приводят к необходимости повышения коэффициентов ровности и скольжения поверхности. Работы по среднему ремонту осуществляются согласно указанным в ведомостях дефектов данным. Для проведения технически сложных работ составляются отдельные проекты.
- К капитальному ремонту относятся периодические мероприятия, в рамках которых осуществляется замена поврежденных и неисправных элементов и улучшаются транспортно-

эксплуатационные характеристики автодороги. Постоянно растущая интенсивность движения требует повышения прочности дорожной одежды и сооружений согласно устанавливаемым нормам.

Оценка эксплуатационных качеств дороги осуществляется на основании анализа основных критериев:

- 1) прочности дорожной одежды;
- 2) ровности проезжей части;
- 3) сопротивлению качению;
- 4) шероховатости покрытия и т.д.

Допустимое значение показателя ровности проезжей части составляет 160 см/км. Допустимое значение коэффициента сцепления шин с покрытием для лёгких условий движения - 0,35. Автомобильная дорога нуждается в полном ремонте, когда общие дефекты и повреждения составляют от 12 до 15 %. При меньшем числе различных дефектов и деформаций (в том числе трещин, ям, борозд, разломов, сколов) прибегают к ямочному ремонту.

Автодорога нуждается в капитальном ремонте, если с помощью локального восстановления полотна не удалось добиться удовлетворительных результатов. Значительные повреждения автодорог чаще всего происходят по следующим причинам:

- очень долгое использование дороги без проведения ремонтных работ;
- дефекты при строительстве;
- серьезные просчеты в проектировании;
- изменившийся рельеф местности;
- размытие или размягчение грунта, его проседание;
- воздействие таких явлений природы, как наводнение, селевой поток, землетрясение и т. д.

При любом раскладе перед началом капремонта необходимо провести исследование и диагностику причин, вызвавших повреждения и составить план

работ. План работ может быть скорректирован в случае обнаружения значительных повреждений в более глубоких зонах. Проведение работ должны согласовать ГИБДД и Объединение административно-технических инспекций.

Следует учитывать актуальные нормативные требования и рост нагрузки транспортных средств на ремонтируемый участок при капитальном ремонте автомобильных дорог. Это позволит изготовить новое дорожное полотно с высокими эксплуатационными характеристиками, которые останутся актуальными на долгий срок.

Таким образом, устройство автомобильных дорог должно производиться строго по технологии, а также с соблюдением нормативных и других требований.

Многосложная структура транспортной сети и высокое качество автодорог обеспечивают безопасность дорожного движения и эффективное использование автотранспорта.

2. Оценка изученности гидрометеорологических условий территории участка автомобильной дороги Верховажье – Нижняя Коленьга Верховажского района

В административном отношении участок изысканий расположен в Верховажском районе. Он входит в состав Вологодской области. Вологодская область – один из самых развитых регионов Северо-Западного федерального округа. Верховажский район расположен в северо-восточной части Вологодской области и граничит с Вельским, Коношским, Устьянским районами Архангельской области, Тарногским, Тотемским, Сямженским и Вожегодским районами Вологодской области и по соседству с Вожегодским, Сямженским, Тотемским и Тарногским районами Вологодскими областями. Площадь Верховажского района Вологодской области составляет 4260 км<sup>2</sup>.



Рисунок 1 - Географическое положение Верховажского района Вологодской области.

В состав района входят 10 поселений с 230 населенными пунктами. Численность населения Верховажского района составляет 12731 человек по данным 2023 года, а в области 1,18 миллиона человек. Численность населения определяет потребность в такой отрасли экономики, как дорожное хозяйство, а благоприятный климат и туристическая инфраструктура способствует её нагрузке. Этот процесс выдвигает качественно новые требования к темпам развития сети автомобильных дорог общего пользования для удовлетворения потребностей населения, туристов и промышленных предприятий в перевозках. Но стоит учитывать, что автомобильные дороги представляют собой материалоемкие и трудоемкие линейные сооружения, которые нуждаются в содержании и время от времени в реконструкции, плановом ремонте, капитальном ремонте.

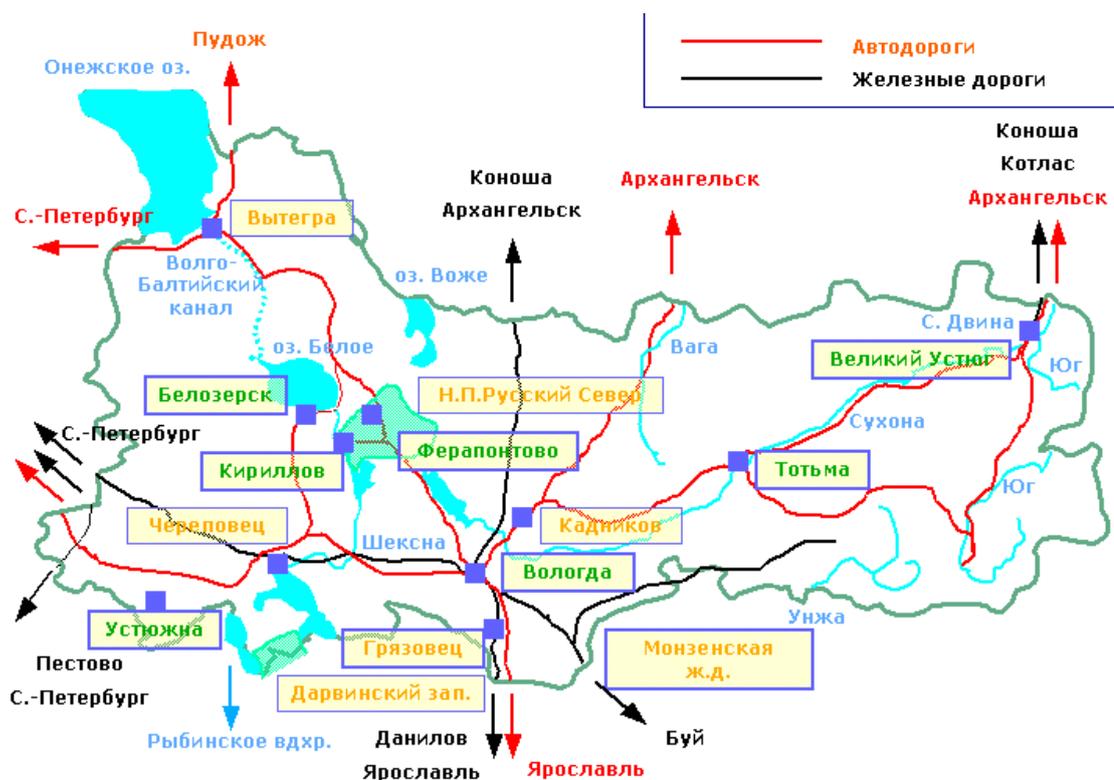


Рисунок 2 - Основные магистрали Вологодской области

Транспортная система области представлена сетью автомобильных дорог федерального, регионального или межмуниципального и местного значения. Верховажский район связан проходящей по территории транспортной магистралью Москва-Архангельск. Между населенными пунктами района имеется автобусное сообщение. В состав современных ж/д узлов Вологодского района входят: участки железнодорожных линий Северной железной дороги. Воздушное сообщение осуществляется из аэропорта в п. Дорожный.

Задачи по развитию и эксплуатации дорожной сети были определены национальным проектом «Безопасные качественные дороги». Они касаются 379 км региональных дорог и 25 км муниципальной дорожной сети Вологодской области, куда вошел участок автомобильной дороги Верховажье-Нижняя Коленьга (участок км 12+600 - км 17+700) для капитального ремонта.

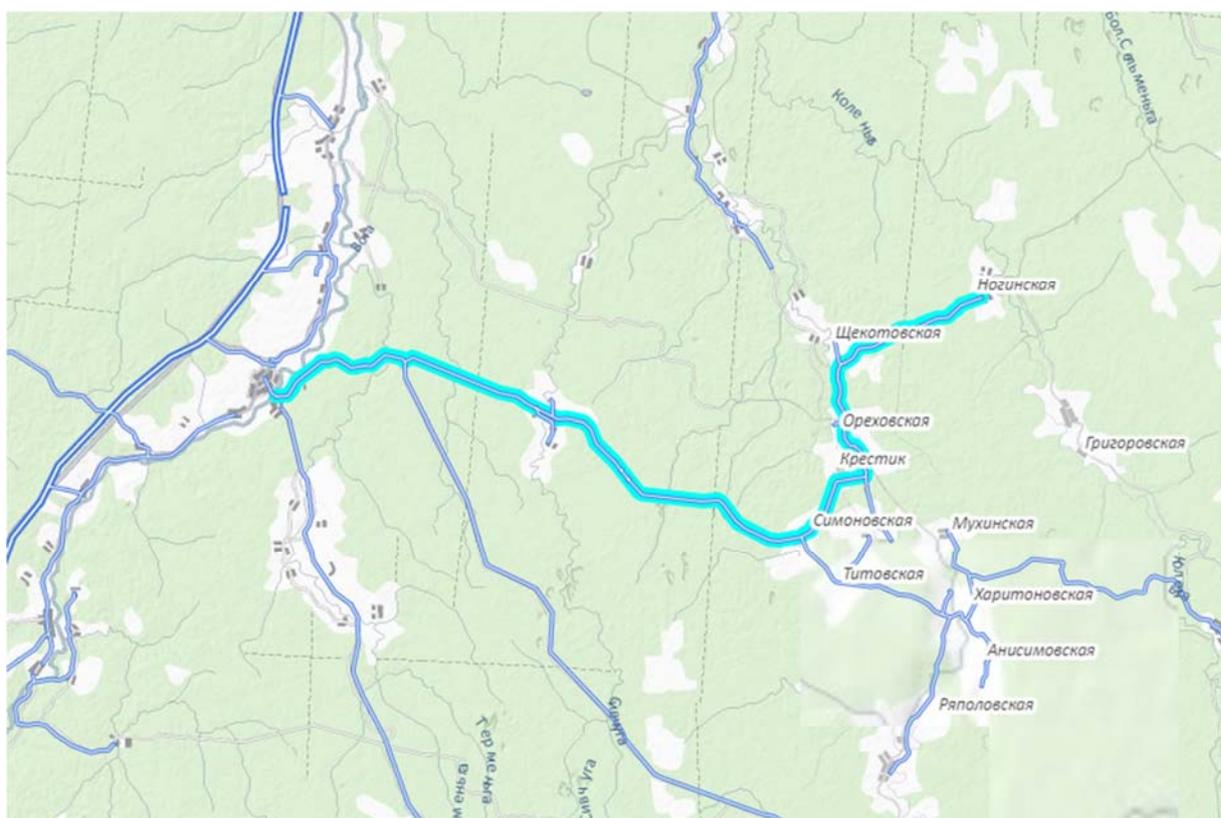


Рисунок 3 - Карта изученности участка изысканий автомобильной дороги Верховажье-Нижняя Коленьга

Идентификационные признаки автомобильной дороги Верховажье-Нижняя Коленьга:

Значение автомобильной дороги: автомобильная дорога регионального или межмуниципального значения.

Протяженность, км: 51,431

Площадь покрытия проезжей части, кв.м: 259 800

Виды покрытия: Асфальтобетонные; Грунтовые; Из щебня и гравия (шлака), не обработанных вяжущими материалами, каменные мостовые

Число полос движения, шт.: 2

Ширина основной проезжей части дороги, м: 6.

Среднесуточная интенсивность движения, авт/сут: 2 469

Расчетная нагрузка на ось, Мпа: 10



Рисунок 4 - Капитальный ремонт участка автомобильной дороги Верховажье-Нижняя Коленьга 2019.

Автомобильные дороги на всем протяжении или на отдельных участках в зависимости от их народнохозяйственного, административного и социального значения, расчетной интенсивности движения или объема грузовых перевозок подразделяются на категории. Для определения категории дороги достаточно иметь данные по одному из признаков, указанных в СП 131.13330.2020. Техническая категория автомобильной дороги Верховажье-Нижняя Коленьга IV. Трасса IV-ой категории – это обычная автодорога местного значения с небольшой интенсивностью движения и основной расчетной скоростью 60 – 80 км/ч.

В процессе эксплуатации автомобильные дороги и дорожные сооружения подвергаются многолетнему и многократному воздействию движущихся автомобилей, которые постоянно выражаются в тяжелых и интенсивных транспортных нагрузках, и природно-климатических факторов - высокие зимние и летние температуры, влияние воды и влажности. Под совместным действием нагрузок и климата в автомобильной дороге и дорожных сооружениях накапливаются усталостные и остаточные деформации, появляются разрушения. Деформациям в период строительства или эксплуатации подвержены: земляное полотно дорог и подходов к мостам; опоры и пролетные строения мостов; подмостовые конусы; регуляционные сооружения; покрытия дорог и разделительные полосы; укрепительные, водоотводные, водосбросные и малые водопропускные сооружения. Капитальный ремонт автомобильной дороги проводится в тех случаях, когда локальное восстановление дорожного полотна уже неспособно исправить ситуацию, мешает или полностью нарушает движению транспорта. Нарушения движения транспорта возникают при разрушениях катастрофического порядка, а также при переливе паводковых (селевых) вод через дорогу и мосты, затоплении проезжей части, снегозаносимости дорог и т.п.

Прогноз территориального развития на период до 2035 года является одним из основных документов системы стратегического планирования

территориального развития Верховажского муниципального района. Он определяет направления и ожидаемые результаты социально-экономического развития Верховажского муниципального района и сельских поселений, входящих в его состав в долгосрочной перспективе и содержит обоснование внутренних и внешних условий достижения целевых показателей, определенных Концепцией долгосрочного социально-экономического развития района.

Улучшение дорожных условий данного участка приводит к:

- сокращению времени на перевозки грузов и пассажиров за счет увеличения скорости движения;
- снижению стоимости перевозок за счет сокращения расхода горючесмазочных материалов, снижения износа транспортных средств из-за неудовлетворительного качества дорог, повышения производительности труда;
- повышению спроса на услуги дорожного сервиса
- повышению транспортной доступности;
- снижению последствий стихийных бедствий;
- сокращению числа дорожно-транспортных происшествий;
- улучшению экологической ситуации за счет роста скорости движения, уменьшения расхода горючесмазочных материалов.

Работы по производству геодезических, геологических, экологических и гидрометеорологических изысканий дороги способствуют безопасному строительству и эксплуатации будущей трассы.

Гидрометеорологические обоснования необходимы для разработки проектов строящихся и реконструируемых дорог. Научно-производственная направленность таких работ в необходимом объеме позволяет обеспечить качественное гидрометеорологическое обследование района строительства и объективную исходную информацию, что гарантирует оптимальность проектных решений. Своевременное и качественное гидрометеорологическое обоснование проектов способствует экономичности принимаемых решений, гарантии сохранности сооружений от разрушающего воздействия изменений водной среды

за период их службы и безопасности движения транспорта. Гидрометеорологические изыскания проводятся с целью защиты дорожного полотна от влияния рек, поверхностных и подземных вод, а также снежных заносов. В ходе проведения работ исследовался гидрологический режим водных объектов, а также другие особенности физико-географической характеристики участка автомобильной дороги.

В рассматриваемом Верховажском районе действует развитая сеть метеорологических и гидрологических постов и станций - Бабаево, Вологда, Вытегра, Никольск, Тотьма. Ближайшая станция к участку проектированной автомобильной дороги г. Вологда и г. Тотьма.

Таблица 2 - Сведения о метеостанциях

№	Метеостанция	Широта	Долгота	Высота (м)
1	г. Вологда	59°32"	39°93"	130
2	г. Тотьма	59°88"	42°75"	136

Наблюдения за гидрологическим режимом рек на территории Вологодской области проводятся на общегосударственной сети наблюдения Северное УГМС.

В метеорологическом отношении данная территория является хорошо изученной. Для составления общей характеристики водного режима исследуемого водотока и гидрологических расчетов использованы данные многолетних наблюдений поста Гидрометслужбы, на которых ведутся комплексные наблюдения за основными метеорологическими характеристиками, а также сведения изученности, нормативные документы.

Схема гидрометеорологической изученности участка изысканий приведена на рисунке 5.

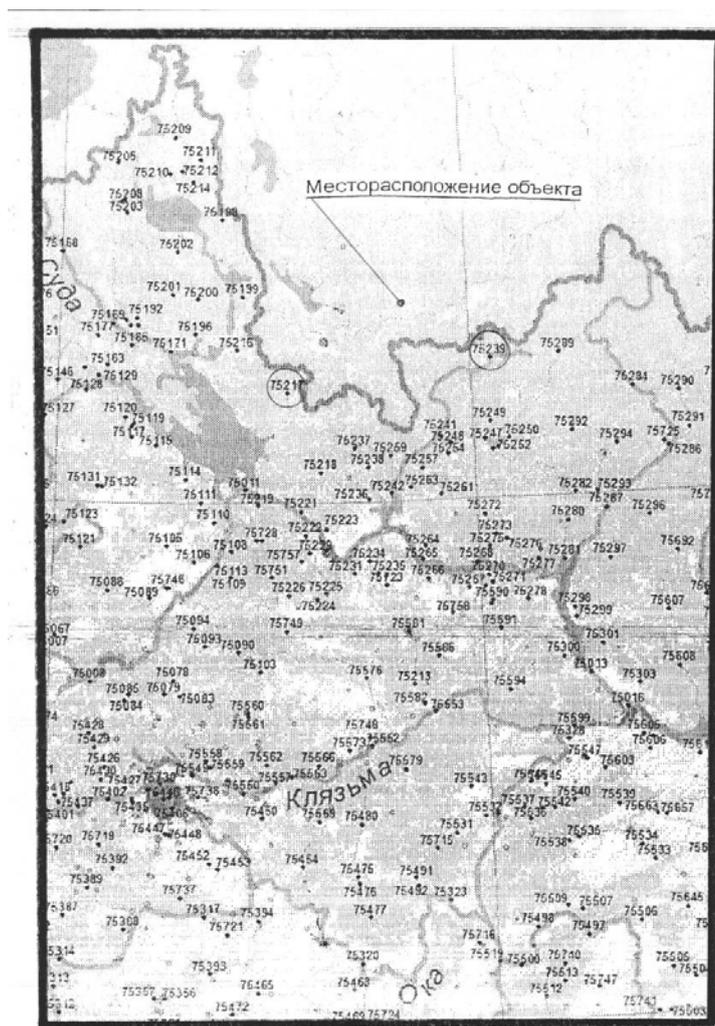


Рисунок 5 - Схема расположения гидрологических постов.

Таблица 3 - Сведения о водомерных постах на реках – аналогах

Река	Пост	Расст. От устья, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период наблюдений
р. Согожа	д. Андрюшино	60	814	1957-2010
р. Кострома	г. Гнездиково	286	800	1933-2010

При выборе рек-аналогов учитывались следующие условия: однотипность стока реки-аналога и исследуемой реки; географическую близость расположения водосборов; однородность условий формирования стока, сходство климатических условий, однотипность почв (грунтов) и гидрогеологических условий, близкую степень озерности, залесенности, заболоченности и распаханности водосборов; отсутствие факторов, существенно искажающих естественный речной сток (регулирование стока, сбросы воды, изъятие стока на орошение и другие нужды). А также при соблюдении условий:  $L / A_{0,56} \approx L_a / A_a 0,56$ ;  $J A_{0,50} \approx J_a A_a 0,50$ , где  $L$  и  $L_a$  - длина исследуемой реки и реки-аналога соответственно, км;  $J$  и  $J_a$  - уклон водной поверхности исследуемой реки и реки-аналога в промилле;  $A$  и  $A_a$  - площади водосборов исследуемой реки и реки-аналога соответственно, км<sup>2</sup>.

Рельеф, климат, почвы, гидрологическое строение района, растительность, животный мир и геологическое строение являются факторами, которые имеют наибольшее воздействие на производство и проектирование автомобильных дорог. Подробнее физико-географическую характеристику района рассмотрим во второй главе выпускной квалификационной работы.

### 3. Краткая физико-географическая характеристика района работ

#### 3.1 Климат

По климатическим условиям район работ принадлежит к зоне умеренно-континентального климата и согласно СП 131.13330.2020 относится к климатическому району II-B.

Согласно картам районирования территорий Российской Федерации по климатическим характеристикам СП 20.13330.2016, исследуемый участок находится в IV районе по весу снегового покрова, нормативное значение веса снегового покрова составляет 2,0 кПа (2,0 кН/м<sup>2</sup>) на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности.

Зона влажности – 2 (нормальная).

Климат рассматриваемой территории умеренно континентальный, с тёплым летом, умеренно холодной зимой и ярко выраженными переходными сезонами. Континентальность климата возрастает с запада на восток. Область находится на равнине, в центре материка, далеко от морей и океанов.

Территория получает небольшое количество солнечного тепла из-за условий циркуляции атмосферы. Общий характер циркуляционных процессов определяется, в основном, влиянием западного переноса воздушных масс с Атлантики, прерываемого вторжениями холодных масс воздуха из Арктики, в тылу циклонов, смещающихся по территории, преимущественно, с запада на восток. Через область проходят не только западные, но и южные циклоны. В силу этого за год, территория области получает солнечной энергии 37 – 39%. Продолжительность солнечного сияния за год составляет 1750 часов (145–150 дней), а число дней без солнца (пасмурных) за год – 110.

Таблица 4 – Среднемесячная и годовая температура воздуха, °С (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012

МС г. Вологда												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-	-	-5,1	4,1	11,4	15,8	17,6	15,8	10,1	3,5	-3,1	-8,1	3,3
11,9	10,9											

Зима в области длится с середины ноября и до конца марта. Уже в конце октября среднесуточная температура опускается ниже 0°С. В конце ноября появляется устойчивый снежный покров. Обычно ему предшествует небольшой период предзимья, когда снег то выпадает, то стаивает. Средняя толщина снегового покрова 50-60 см, макс. 110-125 см. Грунты на местности начинают промерзать при устойчивой отрицательной среднесуточной температуре. Глубина промерзания зависит от высоты снежного покрова. Глубина промерзания в среднем - 1,5м. По многолетним наблюдениям нарастание глубины промерзания грунта происходит до середины или конца января. Оттаивание происходит как от поверхности земли, когда среднесуточная температура становится положительной, так и с глубинных горизонтов. С середины февраля происходит уменьшение глубины промерзания.

В декабре продолжительность светового дня составляет всего 6,8 часа. Самый холодный месяц – январь, со средней температурой – 11,9°С. Случаются а в области морозы до -45°С, но носят редкий характер. Зимняя погода в основном переменчива, морозы чередуются с оттепелями. Но для большинства зим характерен устойчивый ледовый покров рек и устойчивый снежный покров, который держится в среднем 153 дней. В зимний период активизируются юго-восточные и южные ветры. Возникают метели. В среднем за месяц бывает 3 – 7 дней с туманом. В конце зимы глубина снежного покрова достигает 45 – 60 см,

хотя верхний слой земли за зиму промерзает на 50 – 80 см.

Весна в области начинается с конца марта и продолжается до начала июня. Обычно снег сходит в середине апреля при переходе среднесуточной температуры воздуха через  $+5^{\circ}\text{C}$ , лишь в густых лесах и глубоких оврагах он еще держится долго.

Лето длится с середины июня до середины сентября. Однако в июне еще возможны заморозки и даже выпадение снега. Средняя дневная температура самого жаркого месяца июля –  $+17.6^{\circ}\text{C}$ , абсолютная максимальная температура составляет  $+38^{\circ}\text{C}$ . Летняя погода либо жаркая и засушливая, либо пасмурная и дождливая. Летом преобладают юго-западные и северо-западные ветра. Чаше идут ливневые дожди. Осадков за лето выпадает от 200 мм до 218 мм.

Осень начинается в конце августа - начале сентября, когда среднесуточная температура воздуха переходит через  $+10^{\circ}\text{C}$  и прекращается активная вегетация большинства растений. К середине октября среднесуточная температура воздуха опускается ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ . Первый снегопад в среднем бывает 15 октября. В самом конце октября температура переходит через  $0^{\circ}\text{C}$ . Погода в это время пасмурная, часто идут морозящие дожди.

Рассматриваемая территория расположена в зоне достаточного увлажнения. Осадки распределяются неравномерно. Годовая относительная влажность воздуха составляет 76%, средняя годовая сумма осадков 646 мм, осадки выпадают в виде дождя и снега, величина испарения около 65% от количества осадков.

Таблица 5 – Среднее месячное и годовое парциальное давление водяного пара, гПа (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

МС г. Вологда												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
2,6	2,6	3,6	6,1	9,0	12,4	14,8	13,7	10,2	6,8	4,6	3,4	7,5

Таблица 6 – Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, % (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

МС г. Вологда												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
85	83	79	72	68	69	74	77	82	84	87	87	79

Таблица 7 – Характеристики режима влажности (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

Характеристика	МС г. Вологда
Относительная влажность воздуха в 15 часов самого теплого месяца, %	56
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %	84
Относительная влажность воздуха в 15 часов самого холодного месяца, %	15
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	131

Таблица 8 – Среднее месячное и годовое количество осадков, мм (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

МС г. Вологда												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
38	35	36	40	53	65	84	69	65	61	54	46	646

Таблица 9 – Характеристики температурного режима (Научно-прикладной справочник по климату СССР, Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

Характеристика	МС г. Вологда
Средний минимум температуры воздуха в январе, С°	-15,5
Абсолютный минимум температуры воздуха, С°	-45
Средний максимум температуры воздуха в июле, С°	23,3
Абсолютный максимум температуры воздуха, С°	38,0
Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха в январе, С°	-30,0
Средний из абсолютных максимумов температуры воздуха в июле, С°	30,0
Расчетная температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98, С°	-38
Расчетная температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92, С°	-34
Расчетная температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98, С°	-34

Расчетная температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, С°	-30
Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха ниже 8 С°	219
Средняя температура периода со среднесуточной температурой воздуха ниже 8 С°	-3,9
Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха ниже 10 С°	236
Средняя температура периода со среднесуточной температурой воздуха ниже 10 С°	-2,9
Средняя продолжительность безморозного периода, дни	119
Продолжительность периода со средней суточной температурой ниже 0 С°	152
Средняя температура воздуха в 15 часов наиболее холодного месяца, С°	-31,2
Средняя температура воздуха в 15 часов наиболее жаркого месяца, С°	19,5
Средняя годовая амплитуда колебаний температуры воздуха, С° (разность среднемесячных температур самого теплого и самого холодного месяцев)	45,5

Таблица 10 – Характеристики режима осадков (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

Характеристика	МС г. Вологда
Количество жидких осадков за год, мм	400

Количество твердых осадков за год, мм	134
Количество смешанных осадков за год, мм	112
Число дней с осадками больше 0,1 мм за год	184
Число дней с осадками больше 1,0 мм за год	116
Суточный максимум осадков, мм	78
Суточный максимум осадков обеспеченностью 1%, мм	81
Суточный максимум осадков обеспеченностью 2%, мм	70
Суточный максимум осадков обеспеченностью 10%, мм	50
Общая продолжительность осадков (часы) за год	1980

Таблица 11 – Характеристики снежного покрова (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

Характеристика	МС г. Вологда
Средняя дата появления снежного покрова	28.10
Средняя дата образования устойчивого снежного покрова	20.11
Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова	11.04
Средняя дата схода снежного покрова	17.04
Среднее число дней со снежным покровом	153
Средняя из наибольших высот снежного покрова по постоянной рейке за зиму, см	57
Средняя из наибольших высот снежного покрова по снегосъемкам за зиму, см	46
Наибольшая декадная высота снежного покрова по постоянной рейке, см	98
Плотность снежного покрова при наибольшей высоте, г/ см <sup>3</sup>	0,25
Количество воды в снежном покрове (максимально наблюдаемый), мм	198

Среднее из наибольших количество воды в снежном покрове, мм	120
Средняя продолжительность метелей за год, часы	258

При проектировании автомобильной дороги следует знать направление преобладающих ветров. Важной информацией при проектировании автомобильных дорог является информация о направлениях ветра в январе и июле месяцах.

Таблица 12 – Роза ветров на январь для Вологодской области, МС г. Вологда (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

Повторяемость направлений ветра в январе, %							
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
12	5	4	16	16	20	13	14

Таблица 13 – Роза ветров на июль для Вологодской области, МС г. Вологда (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

Повторяемость направлений ветра в июле, %							
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
14	18	6	8	8	14	15	17

В течение года в Верхневажском районе преобладает западный ветер. Усредненный показатель скорости ветра в течение года составляет 1.7 м/с. Самым спокойным месяцем является июль, а самым ветренным февраль.

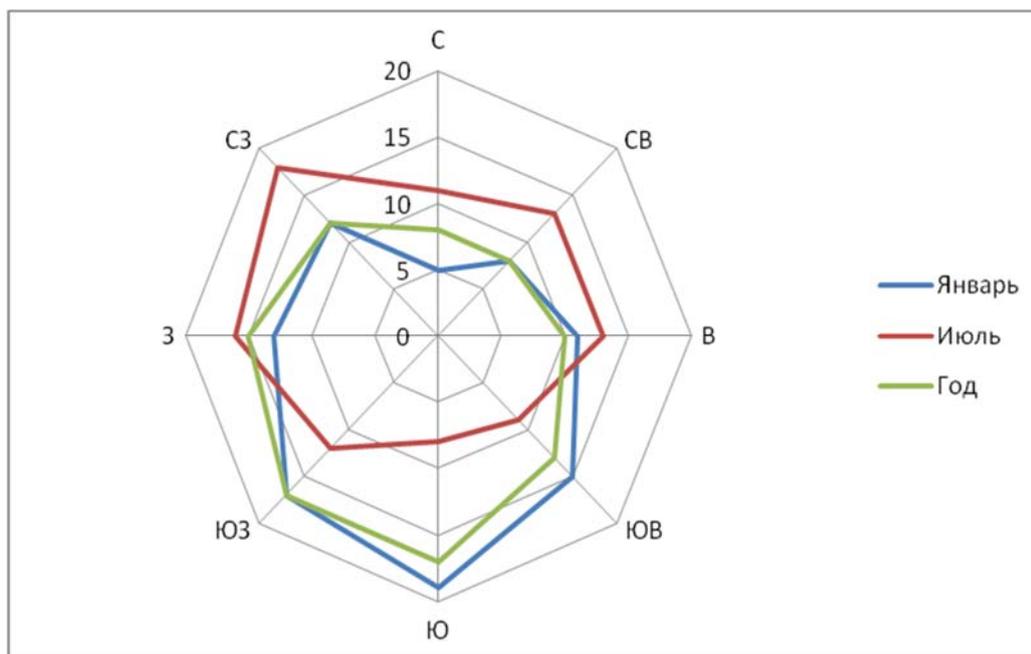


Рисунок 5 - Роза ветров, МС г. Вологда

Таблица 14 – Характеристики ветрового режима (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

Характеристика	МС г. Вологда
Максимальная скорость ветра, м/с	20 (порыв 29)
Среднее число дней со скоростью ветра равной или более 8 м/с	7,3
Среднее число дней со скоростью ветра равной или более 15 м/с	0,75
Наибольшее число дней со скоростью ветра равной или более 15 м/с	9
Средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца, м/с	4,2
Средняя скорость ветра за отопительный сезон, м/с	4,2
Ветровое давление, кПа (СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85»)	0,23

Таблица 15 – Средняя месячная и годовая скорости ветра, м/с (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

МС г. Вологда												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
4,2	4,2	4,2	3,9	3,7	3,4	3,1	3,0	3,5	4,1	4,2	4,5	3,8

Таблица 16 – Среднемесячная и годовая температура поверхности почвы, °С (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

МС г. Вологда												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-13	-12	-7	3	13	19	20	17	10	3	-3	-8	4

Таблица 17 – Средний из абсолютных максимумов и минимумов температуры поверхности почвы, °С (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

МС г. Вологда													
Среднее значение	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Минимум	-34	-34	-28	-14	-3	1	5	3	-2	-10	-21	-28	-38
Максимум	-1	0	4	25	39	44	45	42	32	19	7	1	47

Таблица 18 – Абсолютный минимум и максимум температуры поверхности почвы, град. С (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

МС г. Вологда													
Абсолютное значение	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Минимум	-44	-45	-40	-29	-7	-3	2	-2	-6	-21	-38	-48	-48
Максимум	3	4	12	41	49	51	55	52	42	31	13	5	53

Таблица 19 – Характеристики атмосферных явлений (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 1, СП 131.13330.2012)

Характеристика	МС г. Вологда
Среднее число дней в году с туманом	35
Среднее число дней в году с метелью	32
Среднее число дней в году с грозой	26
Среднее число дней в году с градом	20
Среднее число дней в году с гололедом	15
Среднее число дней в году с изморозью	25

Для описания климата участка работ использовались метеорологические данные по метеостанции г. Вологда, полученные данные были обобщены с данными, приведенными в СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*»; СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*». Карты районирования территорий РФ по климатическим характеристикам; СП 22.13330.2011 «Основания здания и сооружений»; Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 29. Ленинград. Гирометеоиздат, 1990г.

### 3.2 Рельеф

Вологодская область расположена на северо-востоке Восточно-Европейской равнины, рельеф здесь холмистый — чередуются низменности (Прионежская, Молого-Шекснинская), гряды (Андогская, Белозерская, Кирилловская) и возвышенности (Андомская, Вепсовская, Вологодская, Галичская, Верхневажская). Поверхность — низменная равнина с множеством озёр, болот, рек и многочисленными невысокими грядами и возвышенностями. На территории области находится водораздел Евразии между бассейнами Северного Ледовитого, Атлантического океанов и бассейном внутреннего стока (Каспийское море). На юго-востоке области — Северные Увалы.

Территория Верхневажского района принадлежит к территории абразионноаккумулятивных озерно-ледниковых равнин и приурочена к южной части ВажскоКулойской низины, уходящей на север за пределы области. Равнина слабо наклонена к северу и северо-западу и к долинам наиболее крупных рек - Ваги, Кулоя и Коленьги. Абсолютные высоты 100-130 метров. Район приурочен к доледниковой депрессии в поверхности пермских пород. В северных и северо-западных частях района распространены песчаники, пески, мергели и глины; в южных и юго-восточных - мергели, известняки и глины. Они залегают на глубине от 0,8 до 20 метров, местами в склонах долины реки Коленьги они выходят на поверхность. Четвертичные отложения представлены мореной, озерно-ледниковыми, аллювиальными и болотными отложениями. Около 80% площади района покрыто безвалунными, некарбонатными отложениями. Рельеф района сформировался в основном под влиянием аккумулятивной и абразионной деятельности озерно-ледниковых водоемов, значительную роль играли процессы биогенной аккумуляции. Преобладающим типом рельефа является плоская и волнистая аккумулятивная озерно-ледниковая равнина. Местами равнина заболочена, расчленена эрозией. Равнина сложена песками, реже супесями. Относительные колебания высот достигают здесь 25-30 метров, уклоны 10-15\*. Вдоль долин рек Ваги, Терменьги, Кулоя наблюдаются участки мелко- и средне,

а также средне- и крупнохолмистого увалистого эрозионного рельефа. Участок холмистокотловинного рельефа наблюдается южнее Верховажья, где высота холмов примерно 3- 15 метров. Образование такого рельефа связано с протаиванием глыб мертвого льда, погребенных под толстым слоем озерно-ледниковых отложений

### 3.3 Почвы

В северной части области преобладают подзолистые почвы, в южной — дерново-подзолистые, местами встречаются болотные почвы.

Верховажский район входит в Верховажско-Кулойский район болотных, средне-и сильноподзолистых суглинистых почв. Почвообразующие породы представлены моренными суглинками, карбонатными на юге и бескарбонатными на севере; озерноледниковыми суглинками в пределах Кулойской низменности; камовыми песками и супесями. Под еловыми лесами на суглинках формируются средне- и сильноподзолистые почвы. Под березовыми лесами преобладают дерновые средне- и сильноподзолистые суглинки. В понижениях рельефа среди этих лесов распространены дерново-подзолистые, дерново-торфянистые, реже перегнойно-подзолисто-глееватые и глеевые заболоченные почвы. К сосновым лесам, развитым на камовых песках, приурочены сильно- и среднеподзолистые супесчаные и песчаные почвы. В заболоченных сосняках встречаются подзолисто-, торфянисто-глееватые и глеевые почвы.

### 3.4 Растительность

Верховажский район находится в пределах среднетаежной подпровинции ДвинскоСухонской ландшафтной области (по ландшафтному районированию Воробьева Г.А.,1986).

Леса занимают около 85 % территории района. Более половины лесов — хвойные, в основном ельники. Почти половина лесных формаций произрастает

на почвах разной степени заболачивания, что обусловлено недостаточной дренированностью преобладающих моренных и озерно-ледниковых равнин, сложенных суглинками. Самые распространённые породы лесов — ель европейская и ель сибирская, а также их гибрид — ель финская, на втором месте — сосна обыкновенная. Пихта сибирская встречается в восточной части области, а лиственница Сукачёва (русская, подвид лиственницы сибирской) — преимущественно в восточной и северной частях. Широко распространены берёза бородавчатая, берёза пушистая и осина, часто образующие вторичные леса. Несколько меньше распространены ольха серая и ольха чёрная. На участках с плодородными почвами, в основном в подлеске, реже — во втором и первом ярусах древостоя иногда растут липа мелколистная, вяз гладкий, вяз шершавый, на западе области добавляется клён остролистный, а на юго-западе — дуб черешчатый, ясень обыкновенный и лещина обыкновенная.

Так, еловые леса занимают примерно 44%, березовые около 28%, сосновые 25% и осиновые 3% лесопокрытой площади.

На территории Верховажского района расположено 3 ландшафтных заказника и 1 памятник природы общей площадью 7063,5 га. Все ООПТ района носят региональный статус. Территории представляют значительную ценность и служат накоплению генетической и экологической информации. Ландшафтный заказник «Лиственный бор». Насаждения бора являются генетическим резерватом редкой для Вологодской области породы - лиственницы сибирской и привлекают внимание научных учреждений не только нашей страны. Решением Вологодского облисполкома № 498 от 16.08.1975 г. Лиственничный бор был учрежден в качестве памятника природы в пределах 62 и 65 кварталов Верховажского лесничества Верховажского лесхоза ГЛФ на площади 414 га. Вместе с тем насаждения с участием лиственницы в районе памятника только в лесах ГЛФ превышают 800 га. Лиственница в древостоях и в подросте имеется и в прилегающих кварталах лесов колхоза «Верховье». Лесной массив, примыкающий к памятнику природы, важен для организации отдыха и включен в

зеленую зону с особым режимом пользования. Почти все насаждения бора являются водоохранными для реки Ваги в километровой зоне. С учетом вышеизложенного и в соответствии с Постановлением Госплана СССР и ГКНТ № 77/106 от 27.04.1981 г. «Об утверждении Типовых положений о государственных заповедниках, заказниках и памятниках природы», а также Постановлением Госплана РСФСР № 59 от 20.04.1983 г. об утверждении «Основных критериев отнесения природных объектов к государственным памятникам природы» экспедицией было предложено расширить особо охраняемую территорию «Лиственничный бор» до площади 2258 га, с включением в нее кварталов 49, 61, 62, 63 Верховажского лесничества Верховажского лесхоза (площадь 1810 га) и кварталов 23, 24,33 колхоза «Верховье». Предложение было одобрено Решением Вологодского облисполкома № 489 от 07.08.1986 г. и памятник природы был преобразован в комплексный заказник.

Ландшафтный заказник «Верховажский лес». Находится на территории Верховажского района в непосредственной близости от райцентра с.Верховажье, в междуречье реки Ваги и ее правого притока реки Терменьги в пределах Важского ландшафта. В состав заказника включены квартала 13, 21, 22, 30, 40, 42, 43, 44 Верховажского лесничества Верховажского лесхоза на основании Решения Вологодского облисполкома № 469 от 07.08.1986 года. Общая площадь заказника составляет 1803 га. Флора лесов заказника, судя по наблюдениям на геоботанических маршрутах, включает около 120 видов, из них древесных - 5, кустарников - 13, кустарничков и травянистых - 75, мхов - 13, лишайников - 15 видов. Из числа редких для Вологодской области отмечены 12 видов: жимолость голубая, княжик сибирский, калина обыкновенная, малина хмелелистная, плаун колючий, щитовник мужской, телиптерис буковый, гудайера ползучая, пальчатокоренник пятнистый, медуница неясная, поленика арктическая, Любка двулистная.

Ландшафтный заказник «Ивонинский бор». Лесной массив находится на

стыке Вологодской и Архангельской областей в Кулойском лесничестве Верховажского лесхоза около деревни Ивонинская. От районного центра до Ивонинского бора около 55 километров. От Верховажья до Нижнее-Кулоя проложена дорога с асфальтовым покрытием, далее грунтовая дорога. По бору развита сеть лесных дорог в разных направлениях. Район приурочен к южной части Важско-Кулойской низины, уходящей на север за пределы области. Основными лесобразующими породами являются: сосна, береза, ель. Осина, ольха, ива не имеют широкого распространения в составе древостоя из рябины, черемухи в сочетании с другими древесными и кустарниковыми породами формируется подлесок. По геоботаническому районированию Вологодской области территория массива входит в Тарного-Нижнесухонский геоботанический округ, Верхнее-Вельский район сосняков брусничных и вересковых с участием березняков ягодных и сосняков сфагновых, суходольных и заливных лугов. Лесные ассоциации участка - типичные для этого геоботанического района. Памятник природы «Парк Дудорова». Парк, созданный Дудоровым Илларионом Ивановичем, носит название «Чуглы» и находится в 500 метрах к западу от деревни Харитоновская Сибирского сельсовета Верховажского района. Расстояние до села Верховажье 47 километров. Площадь парка составляет 3,5 га. Постановлением губернатора Вологодской области № 1198 от 29.12.2002 памятнику придано областное значение и принято предложение комитета природных ресурсов по Вологодской области о передаче парка Верховажскому лесхозу под охрану и содержание. И.И.Дудоровым посажено около 2000 экземпляров различных видов. Основная и главная задача памятника природы - охрана богатого разнообразия флоры древесных, кустарниковых и травянистых растений. По постановлению губернатора Вологодской области № 1198 от 29.12.2002 Об образовании ООПТ на территории памятника природы запрещается: - отвод земель под любые виды пользования; - прокладывание через территорию любых видов коммуникаций; - производить любые действия, приводящие к изменению гидрологического режима территории; - рубка деревьев

(за исключением санитарных и рубок ухода); - подсочка деревьев; - проезд и стоянка автотранспорта вне дороги; - засорение и захламление территории; - любая другая хозяйственная деятельность, угрожающая состоянию и сохранению памятника природы.

### 3.5 Гидрография

Вологодская область богата водными ресурсами. Характерна густая речная сеть. В области протекают крупные реки: Сухона с притоками Вологда и Двиница, Юг с Лузой, Молога с Чагодощей, Шексна, Суда, верховья Унжи, Андома. Реки области имеют смешанное снежно-дождевое питание. На сезон апрель — июнь приходится половина годового стока рек. Ледостав длится 160—170 дней.

В области около 4 тысяч озёр. На юго-западе расположены Шекснинское и крупное Рыбинское водохранилище, на западе озёра: Белое, Кубенское и Воже. Онежское озеро на севере области соединяет с Волгой Волго-Балтийский водный путь. Широко распространены болота (12 % территории области), сосредоточены преимущественно в западных районах.

### 3.6 Местоположение объекта

Участок изысканий расположен в юго-западной части Вологодской области, в районе 59° северной широты.



Рисунок 6 - Схема расположения расчетного створа

Участок инженерно-геодезических изысканий расположен на территории Верховажского района Вологодской области.

В географическом положении участок расположен в юго-западной части Вологодской области.

Район проведения работ относится, согласно СНиП 2.05.02-85 (приложение 1), к II дорожно-климатической зоне с умеренными климатическими условиями для дорожного строительства.

Климат умеренно континентальный с продолжительной умеренно холодной зимой и относительно коротким тёплым летом. Суровость климата возрастает с запада на восток. Средняя температура января от  $-11^{\circ}\text{C}$  на западе области до  $-14^{\circ}\text{C}$  на востоке, средняя температура июля соответственно от  $+16^{\circ}\text{C}$  до  $+18^{\circ}\text{C}$ . Осадков довольно много — 500—650 мм в год (максимум в летние месяцы), испаряемость гораздо меньше, поэтому область богата реками, озёрами и болотами. Снежный покров лежит 165—170 дней. Продолжительность вегетационного периода составляет около 130 дней.

Территория области относится к зоне неустойчивого увлажнения: отмечаются годы и сезоны с достаточным, иногда с избыточным увлажнением, а иногда и засушливые. Среднегодовое количество осадков изменяется от 450 до 550 мм, повышаясь с юга на север. Большая часть атмосферных осадков приходится на теплое время года (апрель-октябрь) и составляет 387 мм (70%), наименьшая – зимой.

Снежный покров образуется преимущественно 15-25 ноября. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом 140-150 дней. Средняя многолетняя высота снежного покрова 50-70 см. глубина промерзания почвы достигает максимума в марте и составляет 90-125 см, в малоснежные зимы увеличивается до 150 см.

Ветры переменных направлений, с некоторым преобладанием южных и юго-западных, летом часты северные и северо-западные ветры. Средняя скорость ветра 3,0 – 5,0 м/с. Сильные ветры 15,0 – 20,0 м/с характерны для зимы.

Климат рассматриваемого района формируется под влиянием теплых воздушных масс, поступающих с Атлантики и холодных арктических воздушных масс и, в целом, характеризуется как мягкий, умеренно -континентальный с чертами морского. Атлантический приток воздуха вызывает потепление, облачность, дожди летом и снегопады зимой. Приток воздуха из Арктики способствует установлению ясной морозной погоды зимой, вызывает похолодание летом, заморозки весной и осенью.

В целом погода в рассматриваемом районе отличается неустойчивым характером. Это определяется влиянием выше названных региональных факторов, а также воздействием близко расположенного Ладожского озера.

Рельеф слабоволнистый, с равномерным понижением и повышением.

В геоморфологическом отношении территория приурочена к моренной равнине, сформированной в период Московского оледенения, прорезанной долинами р. Сивчуга, ручьев и ложбинами стока. Долина р. Сивчуга имеет ширину по бровке склонов до 760 м, асимметричное строение, где правый склон более пологий и низкий, чем левый. Правая пойма шириной до 100 м, левая ~ 150 м, поросли мелкоколесьем и кустарником. Берега крутые, обрывистые, высотой до 0,4-0,8 м, заросли травой и кустарником. Русло слабоизвилистое имеет ширину до 10 м. Поверхность существующей проезжей части автодороги опускается до отметки 85,94 м., земли - до отметки 82,33 м.

Согласно почвенно-климатическому районированию исследуемая территория расположена в зоне средней и южной тайги.

Почвенный покров по трассе представлен дерново-средне и сильноподзолистыми и аллювиальными почвами.

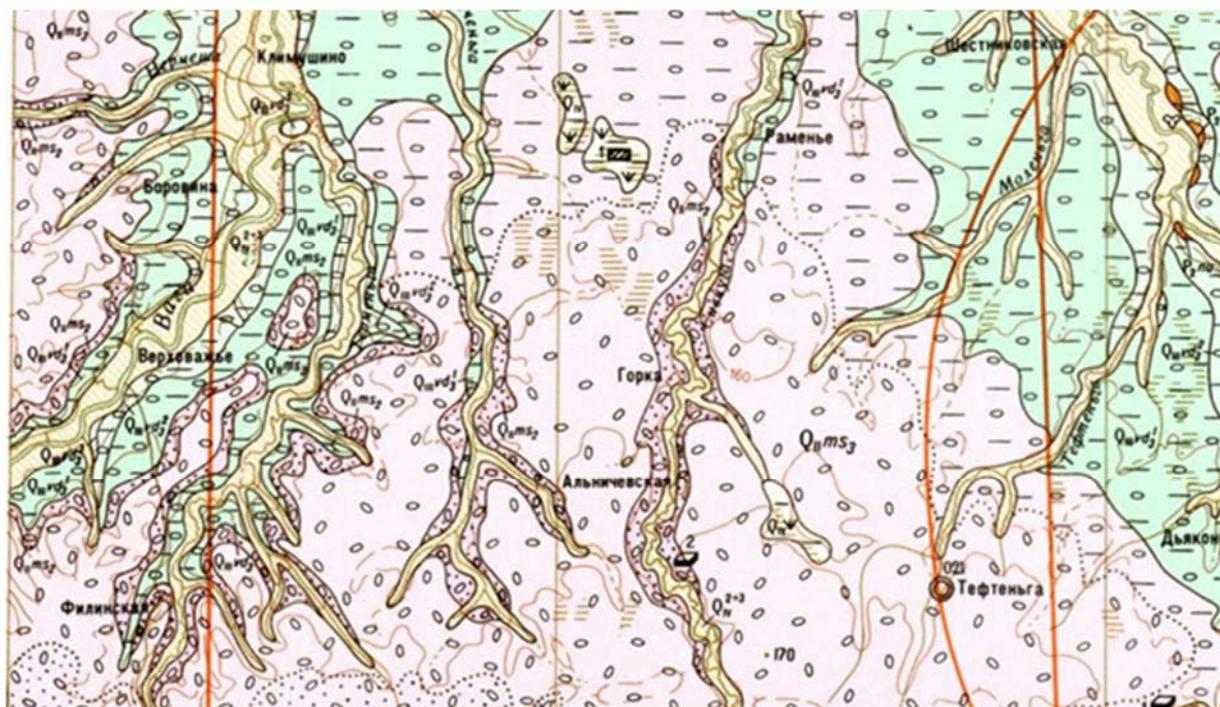


Рисунок 7 - Научно-справочная карта Верховажского района.

В геологическом строении полосы проложения трассы изысканий принимают участие среднечетвертичные моренные (qIIms) суглинки с включением гравия, с прослоями песка. В долинах рек и в ложбинах стока моренные отложения перекрыты грунтами нерасчлененного комплекса средне- и верхнечетвертичных аллювиально-озерных (a,lgII-III) отложений, представленных суглинками и песками средней крупности. С поверхности встречены современный почвенно-растительный слой (pdIV), по автодороге-насыпной слой (thIV).

### 3.7 Опасные природные процессы и явления

По карте ОРС-2015-А СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах», участок работ находится в районе с 10% вероятностью возможного превышения интенсивности землетрясений в 5 баллов в течении 50 лет.

По результатам предварительного осмотра местности, внешних признаков проявления опасных геологических процессов (оползни, сели, лавины,

землетрясение, суффозия, наводнение, различного рода другие опасные процессы, а также предпосылок для их развития на исследуемой территории не обнаружено.

Согласно критериям типизации территорий по подтопляемости исследуемая трасса автодороги в месте переустройства водопропускных труб относится к подтопленным в естественных условиях (I-A-1), на остальной трассе автодороги – к неподтопляемым (III-A-1).

### 3.8 Водный режим

Пересекаемый водоток по классификации Б.Д.Зайкова относится к восточно-европейскому типу внутригодового распределения стока и отличается неравномерностью стока в течение года. Этот тип характеризуется высоким половодьем, низкой летней и зимней меженью и повышенным стоком в осенний период. Весенний сток составляет около 70%, летне-осенний – 25%, зимний – 5% годового стока.

Подъём уровня половодья начинается обычно в конце марта – начале апреля. Для рек этого типа характерно одновершинное половодье, но в отдельные годы при ранней весне и возврате холодов в период снеготаяния наблюдается несколько пиков подъёма уровней.

На малых реках половодье с двумя пиками – довольно частое явление. Обычно весеннее половодье заканчивается на малых реках в конце апреля – начале мая.

Подъём уровня воды во время половодья происходит в среднем 20-25 см/сут. Наивысшие уровни весеннего половодья наблюдаются, как правило, в конце первой декады апреля.

Средняя продолжительность половодья составляет 35-40 дней. В отдельные годы продолжительность половодья на 20 – 30 дней может превышать среднюю многолетнюю. От общей продолжительности половодья период подъёма составляет в среднем около одной трети.

Уровенный режим рек полностью соответствует расходному режиму – подъем воды в период паводков-половодий, низкие уровни в меженные периоды.

В отдельные годы на ход уровней влияют дождевые паводки, пики которых на спаде половодья четко выражены и иногда превышают максимум талых вод.

Весеннее половодье сменяется периодом низких уровней воды летне-осенней межени. Низшие уровни в период открытого русла наступают преимущественно в июле – августе. Наиболее высокие значения низших уровней отмечены в годы с дождливыми летне-осенними сезонами, а наиболее низкие – в засушливые годы.

Летне-осенняя межень часто нарушается дождевыми паводками. Обычно паводки имеют островершинную форму и характеризуются резким подъёмом и спадом уровня. Наибольшая интенсивность подъёма во время дождевых паводков достигает 60-80 см/сут.

Зимняя межень обычно устойчивая, характеризуется незначительными колебаниями уровня с некоторой тенденцией повышения уровня от начала ледостава к началу половодья. В отдельные годы наблюдаются зимние паводки. На рассматриваемом участке водоток осуществляется в период таяния снега и затяжных дождей.

### 3.9 Термический и ледовый режим

Термический режим рек определяется в основном климатическими условиями. Прогрев воды в реках в естественных условиях начинается ранней весной еще при наличии ледяного покрова, но быстрое нарастание температуры воды происходит после очищения реки ото льда. Устойчивый переход температуры воды через 00С в районе изысканий происходит в первой декаде апреля. Наиболее высокая температура отмечается обычно в июле. Суточный максимум температуры в среднем на 2-6 °С выше среднего месячного. В летний период с июня по август среднемесячная температура воды изменяется от 16,6°С до 20,3°С, с максимальными отметками в июле (24,30). Дневная температура

воды на 2-3<sup>0</sup>С выше ночной. Дата осеннего перехода температуры воды через 0<sup>0</sup>С приходится на конец октября.

Ледовые явления на реке начинаются через 3-5 дней после перехода температуры воздуха через 0<sup>0</sup>С.

Первые ледяные образования – сало и забереги появляются обычно в срок с 25 октября по 26 ноября почти одновременно на всех реках района. При раннем похолодании они наблюдаются уже во второй декаде октября, а при позднем – в первой декаде декабря. Нередко первые ледяные образования разрушаются при повышении температуры воздуха и появляются повторно. Для большинства рек района характерно наличие устойчивого ледостава, средняя продолжительность которого 160-170 дней. Наибольшая интенсивность роста толщины льда наблюдается в начале ледостава, когда снег на льду отсутствует или имеет небольшую высоту. Наибольшая толщина льда отмечается обычно в марте и в наиболее суровые зимы она составляет 70-90 см.

Вскрытие рек начинается через 7-10 дней после перехода температуры воздуха через 0<sup>0</sup>С и происходит более дружно, чем замерзание. Весенний ледоход наблюдается не ежегодно, на малых реках возможно таяние льда на месте.

### 3.10 Гидрогеологические условия

На период изысканий грунтовые воды встречены по дну долин ручьев, ложбин стока, р. Сивчуга и приурочены к верхнечетвертичным аллювиальным отложениям. Установившийся УГВ зафиксирован в скважинах на глубине 0,8-4,4 м от поверхности насыпи с абсолютными отметками 102,8-82,5 м.

Наивысший уровень подземных вод в паводковый и дождливый период с учетом многолетних наблюдений рекомендуется принять на 1,2-1,4 м выше установившегося УГВ при бурении, в долинах ручья и реки Сивчуга. Грунтовые воды приурочены к песчано-суглинистым образованиям. Питание происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Водоупором являются моренные суглинки. Из физико-геологических процессов на изучаемом участке развито

сезонное промерзание и связанное с ним явление морозной пучинистости грунтов.

Нормативная глубина сезонного промерзания рассчитывалась согласно п.5.5.3 СП 22.13330.2011 с учетом данных среднемесячных отрицательных температур в н.п. Тотьма. Нормативная глубина сезонного промерзания насыпного грунта - 2,93 м, суглинков - 1,98 м, песков пылеватых - 2,41 м, песков средней крупности - 2,58 м.

#### 4 Методы производства изыскательских работ

Виды, объемы и методика работ назначены исходя из необходимости обеспечения оптимальной информативности и достоверности результатов инженерно-гидрологических изысканий для выбора и обоснования проектных решений, гарантирующих безопасность эксплуатации проектируемых сооружений, на основании рекомендаций действующих нормативных документов (СП 11-103-97).

Состав гидрологических характеристик в створе проектируемых сооружений установлен согласно таблиц: 7.1 и 9.7 СП 11-103-97.

##### 4.1 Максимальные расходы воды весеннего половодья

Максимальные расходы воды весеннего половодья ( $Q_{P\%}$ , м<sup>3</sup>/с) заданной обеспеченности  $P\%$  в соответствии с рекомендациями СП 33 -101-2003 рассчитаны по формуле:

$$Q_{P\%} = \frac{K_0 h_{P\%}^{0.55} \delta_1 A}{(A + A_1)^n}$$

где  $K_0$  – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья, определяемый по данным рек-аналогов обратным путем по вышеприведенной формуле или интерполяцией по картам изолиний этого параметра, построенным для исследуемого района;

$h_{P\%}$  – расчетный слой суммарного весеннего стока (без срезки грунтового питания), мм, ежегодной вероятности превышения  $P\%$  - определяется в зависимости от коэффициента вариации  $C_v$  и отношения  $C_s/C_v$  этой величины, а также среднего многолетнего слоя стока  $h_0$ , устанавливаемого по рекам-аналогам или по карте. Коэффициент вариации слоя стока весеннего половодья принимают по рекам-аналогам или интерполяцией по картам и золиний этого параметра, построенным для исследуемого района.

Средний многолетний слой стока весеннего половодья следует определять по данным рек-аналогов или интерполяцией по картам, построенным для исследуемого района с учетом последних лет наблюдений. В значение среднего многолетнего слоя весеннего стока вносят поправки на учет влияния местных факторов (площадь водосбора, уклоны склонов на водосборе, озерность, залесенность, заболоченность, распаханность, закарстованность):

$\mu$  – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды;

$\delta$  – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер. Влияние прудов, регулирующих меженный сток, при расчете максимальных расходов воды вероятностью превышения менее 5% не учитывают, а при  $P \geq 5\%$  допускается уменьшение расчетного значения до 10%;

$\delta_1$  – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в залесенных бассейнах;

$\delta_2$  – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в заболоченных бассейнах;

$A$  – площадь водосбора исследуемой реки до расчетного створа, км<sup>2</sup>;

$A_1$  – дополнительная площадь водосбора, учитывающая снижение интенсивности редукции модуля максимального стока с уменьшением водосбора, км<sup>2</sup>;

$n_1$  – показатель степени редукции.

В качестве расчетных были приняты нормы слоя стока за половодье, коэффициенты вариации и асимметрии, показатель дружности половодья, осредненные с учетом гидрографических характеристик в соответствии с данными.

Таблица 20 – Подбор параметров расчетов максимальных расходов весеннего половодья

№ п/п	Водная преграда	Пособие					РПВ					НПС				Принятые					
		h <sub>о</sub>	С <sub>х</sub>	С <sub>3</sub> /С <sub>х</sub>	n	b	карта					аналоги				h <sub>о</sub>	С <sub>х</sub>	С <sub>3</sub> /С <sub>х</sub>	К <sub>о</sub>	n	b
							h <sub>о</sub>	К <sub>о</sub>	С <sub>х</sub>	С <sub>3</sub> /С <sub>х</sub>	n	К <sub>о</sub>	h <sub>о</sub>	С <sub>х</sub>	С <sub>3</sub> /С <sub>х</sub>						
1	Р. Сивчуга Пониженное место Мелиоратив. канал	180	0,4	2,0	0,17	1	180	0,009	0,3	2,0	0,2	0,0085	174	0,34	2,4	174	0,34	2,4	0,0085	0,17	1,0

В по л.5 – лесная зона и зона тундры;

по л.7 – лесная зона;

Районная залесенность - 45%

Почвы – дерново-подзолистые; по механическому составу – суглинистые;

Гидрологический район РПВ – I;

Р.Согожа 0,009 173 0,36 3,3

$$K_0 = 328(814+1)^{0.17} / (370 * 814 * 0.38) = 0.009$$

Где:  $\delta_1 = 1 / (79+1)^{0.22} = 0.38$

Р.Кострома 0,008 174 0,33 1,4

$$K_0 = 275(800+1)^{0.17} / (329 * 800 * 0.39) = 0.008$$

Где :  $\delta_1 = 1 / (74+1)^{0.22} = 0.39$

#### 4.2 Максимальный срочный расход воды дождевого паводка

Максимальный срочный расход воды дождевого паводка заданной вероятности превышения Р% рассчитывался по формуле предельной интенсивности стока, рекомендованной для водосборов площадью менее 200 км<sup>2</sup>:

$$Q_{P\%} = q'_{1\%} \Phi_{H_{1\%}} \tau_{P\%} A,$$

где  $q'_{1\%}$  – относительный модуль максимального срочного расхода воды ежегодной вероятности превышения  $P=1\%$ , представляющий отношение:

$$q'_{1\%} = q_{1\%} / \Phi_{H_{1\%}};$$

определяют для исследуемого района  $a$  в зависимости от гидроморфометрической характеристики русла исследуемой реки  $\Phi_p$ , продолжительности склонового добегания  $\tau_{ск}$ , в минутах и района, зависящего от типа кривых редукции осадков;

$\Phi$  – сборный коэффициент стока;

$C_2$  – эмпирический коэффициент, принимаемый для лесной зоны 1.2; равным

$n_2$  - степенной коэффициент, определяемый в зависимости от механического состава почв и природной зоны;

$\phi_0$  - сборный коэффициент стока для условного водосбора с площадью  $A$ , равной  $10 \text{ км}^2$ , и средним уклоном склонов водосбора  $I$ , равным  $50$  <sup>СК</sup>  
‰;

$n_3$  зоны; - степенной коэффициент; принимают в зависимости от природной зоны;

$H_{1\%}$  – максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения  $P=1\%$ , мм; определяют по данным ближайших к бассейну исследуемого водотока метеорологических станций или по карте;

$b$  – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер.

$\lambda_{P\%}$  – переходный коэффициент от максимальных срочных расходов воды ежегодной вероятности превышения  $P=1\%$  к значениям другой вероятности превышения  $P<25\%$ ;

$A$  – площадь водосбора исследуемой реки до расчетного створа,  $\text{км}^2$ .

Расчетные наивысшие уровни воды определяют по кривым  $Q = f(H)$  через расходы воды  $Q_{P\%}$ . При наличии широкой поймы кривые расходов устанавливают отдельно для русла и поймы, а затем их суммируют.

Кривые расходов строят с помощью формулы

$$Q = \frac{\omega}{n} k^{2/3} I^{1/2},$$

где  $\omega$  - площадь поперечного сечения русла или поймы при отметке уровня  $H$ ,  $\text{м}^2$

- $n$  коэффициент шероховатости,  $\text{с}/\text{м}^{2/3}$ ;
- $k$  средняя глубина воды в русле или пойме, м;
- $I$  уклон водной поверхности.

Кривые  $\omega = f(H)$  и  $k = f(H)$  устанавливают путем промеров глубин в

реке ниже уреза воды и нивелирования русла и береговых склонов выше уреза до предполагаемой высоты уровня воды 1% -ной вероятности превышения плюс один метр.

#### 4.3 Расчет средней межени (СМГВ)

Расчет средней межени (СМГВ). Для характеристики и расчёта меженного стока на реках района изысканий были построены и проанализированы среднемноголетние гидрографы по рекам -аналогам.

За меженный принимался период, в течение которого наблюдались среднемесячные расходы меньше среднемноголетнего. Как видно из построенных гидрографов, в соответствие с региональными закономерностями внутригодового стока отчётливо выделяет весеннее половодье, с апреля по июнь и период повышенного стока в октябре и декабре вызванный осадками. Дабы исключить влияние паводков на расчётные значения межени, за данный период принимался отрезок времени, когда средние расходы составляли по значению меньше среднемноголетнего.

Таким образом, расход средней межени рассчитывался за период летне -осенней (с июля по сентябрь) и зимней межени (январь -март).

## 5 Результаты инженерно-гидрометеорологических изысканий

Пересекаемый водоток по классификации Б.Д.Зайкова относится к восточно-европейскому типу внутригодового распределения стока и отличается неравномерностью стока в течение года. Этот тип характеризуется высоким половодьем, низкой летней и зимней меженью и повышенным стоком в осенний период. Весенний сток составляет около 70%, летне-осенний – 25%, зимний – 5% годового стока.

Подъем уровня половодья начинается обычно в конце марта – начале апреля. Для рек этого типа характерно одновершинное половодье, но в отдельные годы при ранней весне и возврате холодов в период снеготаяния наблюдается несколько пиков подъема уровней.

На малых реках половодье с двумя пиками – довольно частое явление. Обычно весеннее половодье заканчивается на малых реках в конце апреля – начале мая.

Подъем уровня воды во время половодья происходит в среднем 20-25 см/сут. Наивысшие уровни весеннего половодья наблюдаются, как правило, в конце первой декады апреля.

Средняя продолжительность половодья составляет 35-40 дней. В отдельные годы продолжительность половодья на 20 – 30 дней может превышать среднюю многолетнюю. От общей продолжительности половодья период подъема составляет в среднем около одной трети.

Уровненный режим рек полностью соответствует расходному режиму – подъем воды в период паводков-половодий, низкие уровни в меженные периоды. В отдельные годы на ход уровней влияют дождевые паводки, пики которых на спаде половодья четко выражены и иногда превышают максимум талых вод.

Весеннее половодье сменяется периодом низких уровней воды летне-осенней межени. Низшие уровни в период открытого русла наступают преимущественно в июле – августе. Наиболее высокие значения низших уровней

отмечены в годы с дождливыми летне-осенними сезонами, а наиболее низкие – в засушливые годы.

Летне-осенняя межень часто нарушается дождевыми паводками. Обычно паводки имеют островершинную форму и характеризуются резким подъёмом и спадом уровня. Наибольшая интенсивность подъёма во время дождевых паводков достигает 60-80 см/сут.

Зимняя межень обычно устойчивая, характеризуется незначительными колебаниями уровня с некоторой тенденцией повышения уровня от начала ледостава к началу половодья. В отдельные годы наблюдаются зимние паводки. На рассматриваемом участке водоток осуществляется в период таяния снега и затяжных дождей.



Рисунок 8 – Русло р. Сивчуга в районе створа перехода, вид вверх по течению

## 5.1 Определение максимальных расходов и уровней воды по расчетному створу

Расчет максимальных уровней воды может быть произведен гидравлическим методом, путем оценки пропускной способности русла в районе производства работ.

Продольный уклон определялся по материалам нивелирования. Коэффициент шероховатости ( $n$ ) определен по шкале шероховатости речных русел, а также на основе данных рекогносцировочного обследования.

Кривые расходов строятся с помощью формулы:  $Q = W/n h^{2/3} I^{1/2}$ , где  $W$  – площадь поперечного сечения русла или поймы при отметке уровня  $H$ , м<sup>2</sup>;  $n$  – коэффициент шероховатости;  $h$  – средняя глубина воды в русле, м;  $I$  – уклон водной поверхности.

Участки русел ручьёв, в расчётных створах, расположены на расстоянии 1 и 2,5 км от Рыбинского Водоохранилища (р.Волга). НПУ в водохранилище установлен на отметке 101,81 м Б.С.В. Данный уровень на 2,5 ÷ 3 м ниже отметок подошвы сооружений в расчётных створах, поэтому р.Волга, зарегулированная в районе изысканий, не окажет влияния на уровенный режим водотоков в период пропуска ими расчётных расходов.

## 6. Результаты выполненных работ

### 6.1 Основные гидрографические характеристики.

Таблица 21 – Основные гидрографические характеристики водотоков и водосборов

Створ	Гидрографическая длина водотока L, км	Средневзвешенный уклон водотока I, %	Характеристика водосбора							
			Площадь водосбора P, км <sup>2</sup>	Средний уклон склонов	Суммарная длина русловой	Средняя длина безусловных	Площадь, %			
							озер	болот	леса	пашни
№1	1,50	13	1,40	25	3,0	260	0	0	80	-
№2	1,60	12	1,35	26	2,6	288	0	0	80	-
№3	45,0	1,1	150	21,3	105	794	0	20	80	-
№4	1.40	21,4	1,00	30	1,5	370	0	0	80	-
№5	4,00	7,5	8,85	8,5	10,0	492	0	5	70	-

### 6.2 Результаты расчетов максимальных расходов воды

В приложениях приведен подбор параметров расчетов максимальных расходов воды весеннего половодья и дождевых паводков в расчетных створах переходов через водотоки.

Результаты расчета максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков приведены в таблице 9.

В соответствии с результатами расчетов максимальными в году являются расходы весеннего половодья.

Расчетные расходы воды весеннего половодья и дождевых паводков

Таблица 22 – Результаты расчета максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков.

Водоток	Створ	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Расход воды в м <sup>3</sup> /с обеспеченностью				
			P=1%	P=2%	P=3%	P=5%	P=10%
Пон. место	Створ 1	1,40	Весеннее половодье				
			0,92	0,85	0,78	0,72	0,63
			Дождевой паводок				
			1,18	1,06	1,01	0,94	0,81
Пон. место	Створ 2	1,35	Весеннее половодье				
			0,89	0,82	0,76	0,71	0,61
			Дождевой паводок				
			1,67	1,50	1,44	0,34	0,15
Р. Сивчуга	Створ 3	150	Весеннее половодье				
			37,68	34,81	32,20	29,80	25,94
			Дождевой паводок				
			13,04	11,74	11,21	10,43	9,00
Пон. место	Створ 4	1,00	Весеннее половодье				
			0,68	0,63	0,58	0,54	0,47
			Дождевой паводок				
			1,76	1,58	1,51	1,41	1,21
Мелиоратив. канал	Створ 5	8,85	Весеннее половодье				
			4,75	4,38	4,06	3,76	3,27
			Дождевой паводок				
			4,67	4,20	4,02	3,74	3,22

### 6.3 Результаты расчетов максимальных расходов воды.

Водоток	УВВ, м обеспеченностью весеннего половодья				
	P=1%	P=2%	P=3%	P=5%	P=10%
Р. Сивчуга	84,23	84,20	84,17	84,15	84,10
Мелиор. канал	99,13	99,12	99,11	99,09	99,06

## Заключение

Автомобильные дороги, являясь сложными инженерно-техническими сооружениями, требуют изучения гидрометеорологических изысканий. Таким образом, можно сделать вывод:

1. Объем представленных гидрометеорологических данных обеспечивает рассмотрение вопроса о реконструкции автодороги.

2. В выпускной квалификационной работе детально рассмотрены климатические условия района изысканий. Для характеристики климатических условий приведены данные многолетних наблюдений на метеостанции г. Вологда и г.Тотьма.

3. Согласно климатическому районированию территории для строительства территория относится к климатическому району "II B". По ГОСТ 16350-80 рассматриваемая территория относится к климатическому району II с умеренным климатом. Расчетное значение веса снегового покрова на  $1\text{ м}^2$  поверхности следует принимать в зависимости от снегового района. Согласно карте обязательного приложения Е СП 20.13330.2016 исследуемый участок находится в IV районе по весу снегового покрова, расчетный вес составляет 2,8 кПа ( $280\text{ кН/м}^2$ ) на  $1\text{ м}^2$  горизонтальной поверхности. Нормативное значение снеговой нагрузки составляет 2,00 кПа

4. Согласно СП 11-103-97, опасных гидрометеорологических явлений не выявлено. Скорости ветра не превышают 30 м/с.

5. Исследуемый район не является селеопасным и лавиноопасным. Факты прохождения смерчей не отмечены.

6. Пересекаемые водотоки имеют равнинный тип гидрологического режима, для которого характерны незначительные уклоны водной поверхности во вне паводковые периоды и как следствие, незначительную интенсивность русловых процессов.

## Список литературных источников

1. ГОСТ 33100-2011 «Автомобильные дороги общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог»
2. ГОСТ Р 59201-2021 «Капитальный ремонт, ремонт и содержание»
3. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 28.12.2013)
4. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 12.03.2014) «Об охране окружающей среды»
5. СП 47.13330.2016. Свод правил. «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения». Актуализированная редакция СНиП 11-02-96
6. СП 20.13330.2016. Свод правил. «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*»
7. СП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства»
8. СП-33-101-2003. «Определение основных расчетных гидрологических характеристик»
9. СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги с изменением №1 от 17.06.2017»
10. СП 35.13330.2011. «Мосты и трубы»
11. СП 131.13330.2018. «Строительная климатология»
12. СНиП 2.05.02-85. «Автомобильные дороги»
13. СНиП 2.01.01-82. «Строительная климатология и геофизика»
14. Бабков В.Ф., Андреев О. В. Проектирование автомобильных дорог. Часть I. - М.: Транспорт, 1987 - 386 с.
15. Бабков В. Ф., Андреев О. В. Проектирование автомобильных дорог. Часть II. - М.: Транспорт, 1987 - 406 с.

16. ВСН 163 - 83. Учет деформаций речных русел и берегов водоемов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов).

17. Гидрогеологические ежегодники Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды.

18. Красильщиков И. М. Проектирование автомобильных дорог: учеб. пособие / И. М. Красильщиков, Л. В. Елизаров. – М.: КНОРУС, 2016. – 245 с.

19. Научно-прикладной справочник по климату. Выпуск 1. Архангельская и Вологодская области, Коми АССР.

20. Неретин А. А. Проектирование автомобильной дороги в плане с расчетом водопропускной трубы: метод. указания к курсовому проекту / А. А. Неретин, А. В. Корочкин, В. В. Рудакова. – М.: МАДИ, 2019. – 76 с.

21. Основные гидрологические характеристики. Том 3. Северный край.

22. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 года №3363-р «Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года» <https://mintrans.gov.ru/documents/2/11577>.

23. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 3, Северный край, Гидрометеоиздат 1972 г., г. Ленинград.

24. Федотов Г. А. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. Кн. 1 / Г. А. Федотов, П. И. Поспелов. – М.: Высшая школа, 2009. – 646 с.