



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

Кафедра гидрометрии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Проектирование водоотводного канала**
в северной части строящегося жилого
комплекса «Юнтолово в Приморском районе
Санкт - Петербурга

Исполнитель Терсков Константин Андреевич 
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель канд. физ.-мат. наук
(ученая степень, ученое звание)
Саноцкая Надежда Александровна 
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)
канд. геогр. наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

«24» января 2017г.

Санкт-Петербург
2017



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

Кафедра гидрометрии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Проектирование водоотводного канала**
в северной части строящегося жилого
комплекса «Юнтолово в Приморском районе
Санкт - Петербурга

Исполнитель Терсков Константин Андреевич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель канд. физ.-мат. наук
(ученая степень, ученое звание)

Саноцкая Надежда Александровна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

_____ (подпись)

канд. геогр. наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 20__ г.

Санкт–Петербург
2017

Оглавление

Введение.....	3
1 Физико-географическое описание исследуемого участка.....	5
1.1 Климатическая характеристика.....	5
1.2 Природные условия района.....	23
1.3 Гидрологическая изученность района.....	28
1.4 Параметры водосборов и водотоков.....	31
2 Расчеты основных гидрологических характеристик и результаты полевого обследования исследуемых водотоков.....	33
2.1 Расчет основных гидрологических характеристик.....	33
2.2 Полевое обследование исследуемых водотоков.....	42
2.3 Гидравлические расчеты.....	46
2.3.1 Теоретические основы.....	46
2.3.2 Общие сведения о ходе уровней воды.....	47
2.3.3 Исходные данные для расчётов уровней.....	47
2.3.4 Расчёты пропускной способности.....	48
2.3.5 Уровни воды разной обеспеченности.....	50
3 Современное состояние нормативного обеспечения выбора поперечного сечения и геометрических параметров осушительных каналов при их проектировании.....	51
4 Определение геометрических параметров мелиоративных канав.....	57
Заключение.....	59

Введение

В настоящее время активно строится новый жилой район "Юнтолово", расположенный в Приморском районе Санкт-Петербурга около Юнтоловского заказника. Район рассчитан на проживание 70 000 жителей. Общая площадь застраиваемой территории – 437 га.



Рисунок – Общий вид строящегося района, с сайта <http://glavstroispb.ru/residential/yuntolovo.html>.

По территории проектируемого района протекает несколько мелиоративных канав. Возникла необходимость облагородить территорию и закрепить берега канав.

Целью выпускной квалификационной работы является определение гидравлически наиболее выгодных размеров трапециевидного сечения для двух водоотводных канав и исследование местности их расположения.

Проектирование мелиоративной сети включает в себя трассировку, гидравлический расчет и конструирование ее элементов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Исследовать гидрометеорологические условия участка изысканий.
2. Определить параметры водотоков и их водосборов.
3. Рассчитать обеспеченные расходы воды.

4. Произвести гидравлические расчёты наивыгоднейших размеров канав.

Работы произведены в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 "Инженерные изыскания для строительства. Общие положения", СП 11-103-97 "Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства", СП 33-101-2003 "Определение основных расчетных гидрологических характеристик".

Ожидаемый результат: предоставить компании-проектировщику ООО «Главстрой-СПб» наивыгоднейшие размеры трапецеидального сечения исследуемых канав.

1 Физико-географическое описание исследуемого участка

Участок изысканий расположен в Курортном районе г. Санкт-Петербурга. Территория ограничена с юга – р. Юнтоловка, с запада – проектируемой магистралью, с севера – границей Курортного района Санкт-Петербурга, с востока – границей заказника "Юнтоловский" (рис. 1.1-1.2).

На исследуемом участке расположены две канавы, которые берут начало из пруда, расположенного в 50-100 м выше по течению от пересечения канав и проектируемой автодороги. Канавы впадают в р. Черная.

Гидрографическая сеть в районе изысканий представлена в основном малыми реками, постоянными и временными водотоками, заболоченными участками земли. Самыми крупными реками, расположенными поблизости, являются р. Юнтоловка и р. Черная (рис. 1.2).



Рисунок 1.1 – Фрагмент карты Санкт-Петербурга и Ленинградской области с участком изысканий.

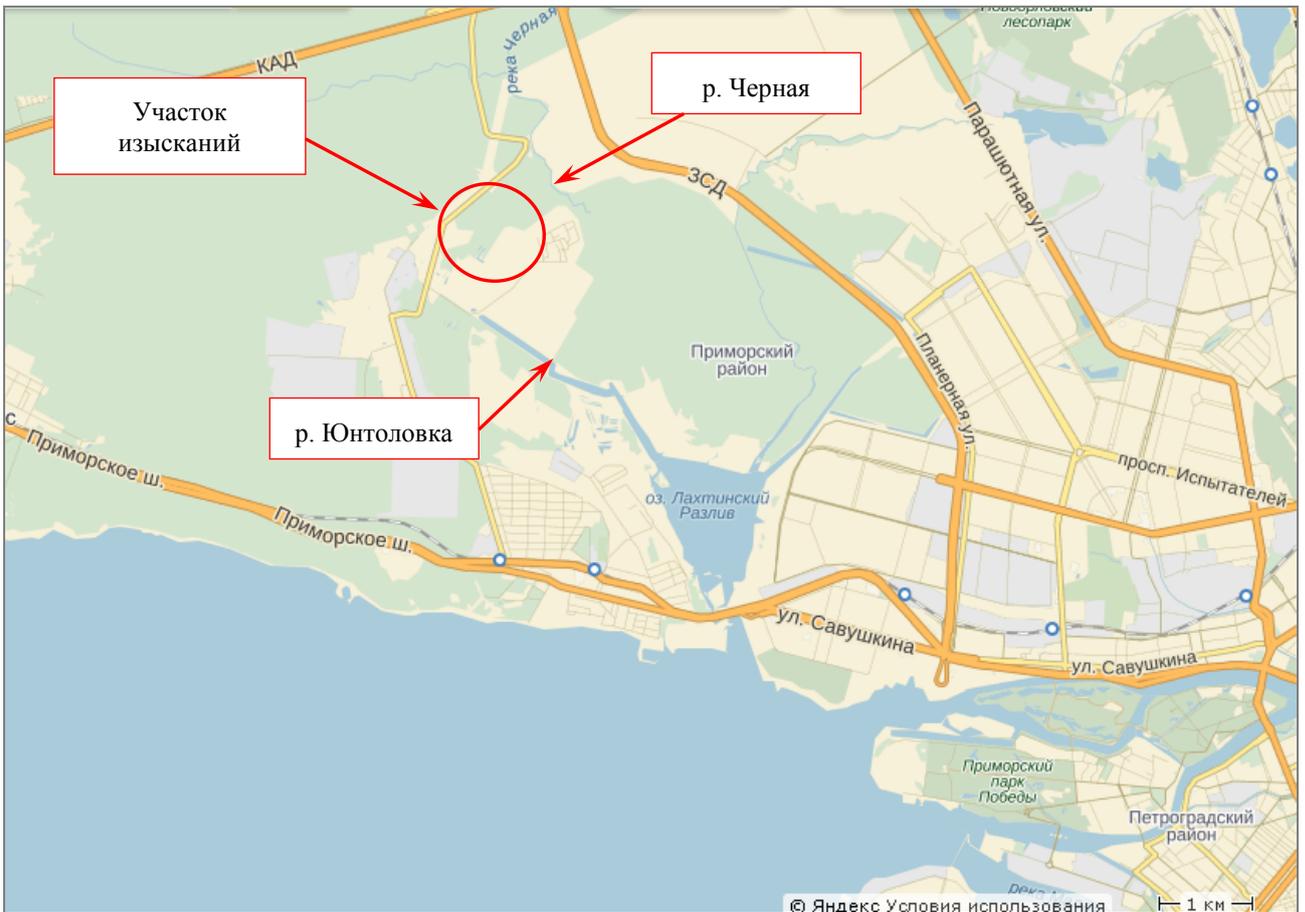


Рисунок 1.2 – Местоположение рассматриваемого участка.

1.1 Климатическая характеристика

На рисунке 1.3 приведены метеорологические станции Санкт-Петербурга, расположенные в районе участка изысканий.

В соответствии с табл. 4.1 СП 11-103-97 территория проектирования относится к недостаточно изученной по степени гидрометеорологической

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта dfn , м, определена по формуле (5.3) СП 22.13330.2011 $dfn = d_0 \sqrt{M_t} = 0,28 \cdot \sqrt{18,3} = 1,20$ м, где 18,3 – сумма абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму по СП 131.13330.2012.



Рисунок 1.3 – Метеорологические станции в районе участка изысканий.

Ближайшие метеорологические станции к участку изысканий: Невская-порт*, Санкт-Петербург**.

Примечание: * – до 1988 г. наименование станции было «Невская устьевая», с 1989 г. по 29 февраля 1993 г. наименование станции было «Ленинград-порт», с 1 марта 1993 г. наименование станции стало «Невская-порт»;

** – до 02.03.1988 г. наименование станции было «Ленинград ИЦП».

Климат района проектирования умеренно холодный, переходный от морского к континентальному.

Ведущим климатообразующим фактором в Санкт-Петербурге и Ленинградской области является циркуляция воздушных масс. Во все сезоны года преобладают юго-западные и западные ветры, несущие воздух атлантического происхождения.

Район работ характеризуется умеренно тёплым летом, длительной и сравнительно теплой зимой с частыми оттепелями в декабре.

С севера и северо-востока, из полярной области высокого давления, в регион поступают холодные и сухие арктические воздушные массы, формирующиеся над льдами Северного Ледовитого океана. Оказывает влияние на климат региона и область высокого давления в Центральной Азии.

Из этих районов с востока и юго-востока в регион приходит континентальный воздух, приносящий сухую и ясную погоду.

Следствием смены и взаимодействия воздушных масс разных направлений является типичная для Санкт-Петербурга и Ленинградской области многолетняя изменчивость погоды и её неустойчивость в течение года.

Разнообразие синоптических процессов и частая смена воздушных масс являются причиной больших межсуточных колебаний метеорологических параметров. Перепады температуры воздуха, обусловленные сменой воздушных масс, могут значительно превышать амплитуду суточных колебаний и нередко достигают $\pm 20^\circ$ и более.

Кроме резких изменений погоды, которые сами по себе являются неблагоприятными факторами, на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области наблюдаются многие опасные метеорологические явления: сильные ветры, в т.ч. шквалы и смерчи, снегопады и метели, гололёд, туман, сильные морозы и жара, кратковременные интенсивные ливни и продолжительные дожди, грозы, град, лесные пожары, засуха и наводнения.

Зима наступает обычно в начале декабря; её начало совпадает с установлением снежного покрова (но бывают годы, когда снежный покров устанавливается только в середине января). По средним многолетним данным, это бывает 5 декабря.

Зима длится в среднем 3,5 месяца (с начала декабря до середины марта). и характеризуется частыми оттепелями, особенно в первой ее

половине. В декабре в среднем отмечается до 12 дней с оттепелью, в это время преобладает пасмурная и ветреная погода, с частыми осадками в виде мокрого снега. В середине декабря отмечается устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через минус 5°С и образование устойчивого снежного покрова.

В первой половине зимы погода, как правило, неустойчивая, с частыми оттепелями. Солнце стоит низко, день короткий, снежный покров небольшой. Быстро охлаждается приносимый с запада циклонами воздух, содержащийся в нём водяной пар конденсируется, что вызывает высокую облачность и туманы. В течение декабря в среднем бывает лишь 2 ясных дня. Вторая половина зимы заметно холоднее первой. Приходящий с запада воздух становится более холодным, но менее влажным. Поэтому облачность уменьшается, реже становятся туманы, меньше выпадает осадков, чаще вторгается арктический воздух, понижающий температуру.

В январе западные потоки ослабевают, и число дней с оттепелью уменьшается до 7-8 дней в месяц, однако в тёплые зимы оттепель может длиться непрерывно более месяца.

В отдельные годы при арктических затоках температура воздуха может понижаться до минус 40-42°С.

Атмосферные осадки за период с декабря по март составляют в среднем около 140 мм или 22% от годовой суммы. Они носят в основном обложной характер и выпадают 17-20 дней в месяц в виде снега, дождя, мокрого снега. Из-за частых оттепелей мощного снежного покрова не образуется. Максимальных значений (25-30 см на открытых участках) высота снежного покрова достигает в марте.

Характер зимы в значительной степени зависит от антициклонов и циклонов в Атлантике. В годы, когда область высокого давления в Атлантике расширяется, в Ленинградской области усиливается поступление атлантического воздуха, благодаря чему зима бывает более тёплой. По

данным многолетних наблюдений, такие зимы повторяются примерно дважды за 11 лет.

Одни из самых тёплых зим в Санкт-Петербурге и Ленинградской области за всю историю метеонаблюдений наблюдались в начале XXI столетия. В период погодных аномалий конца 2006 – начала 2007 годов были установлены новые абсолютные рекорды температуры. Так, 6 декабря 2006 года температура воздуха поднялась до плюс 10,9°C, что стало абсолютным максимумом температур в зимний период.

В годы расширения области низкого давления в Атлантическом океане на северо-востоке, усиливается приток арктического воздуха, и в Санкт-Петербурге и Ленинградской области обычно бывает холодная зима. Это случается, по средним многолетним данным, примерно раз в 10 лет.

Весна в Санкт-Петербурге и Ленинградской области обычно наступает в конце марта, когда сходит снежный покров. Весна носит затяжной характер. Характерной особенностью этого времени года являются волны тепла и возвраты холодов. Во второй половине апреля – мае с выносом воздуха из южных широт на некоторое время может установиться летняя жара с температурой до плюс 25-30°C, а при вторжениях арктического воздуха даже в конце мая – начале июня наблюдаются заморозки и может образоваться кратковременный снежный покров.

Таяние снега наступает в середине марта, и к 12 апреля устойчивый снежный покров, как правило, сходит. В отдельные годы снежный покров появляется вновь, поэтому даты его окончательного схода колеблются от первой декады марта до начала мая. Переход средней суточной температуры через 0°C к положительным значениям осуществляется в среднем 3-4 апреля. Повышение температуры воздуха от 0° до плюс 10° происходит в среднем за 45 дней. Средняя суточная достигает плюс 5°C к концу апреля и плюс 10°C в мае. Заморозки возможны до конца мая. В среднем последний заморозок отмечается 5 мая, но возможен и до 28 мая, а на почве — 6 июня (1962 год).

Внутрисуточные колебания температуры воздуха в отдельные дни может достигать 18-20°C.

Относительная влажность и число дней с осадками в это время года – наименьшие, а количество ясных дней – наибольшее в году. Продолжительность осадков уменьшается от 130 часов в марте до 60 часов в мае. Усиления ветра наблюдаются значительно реже, чем зимой.

Лето умеренно тёплое и длится обычно от начала июня до конца первой декады сентября. В начале лета прекращаются заморозки. Средняя многолетняя температура летних месяцев составляет плюс 14°-17°C. Самый тёплый месяц – июль.

Период со средними суточными температурами воздуха выше плюс 15° длится обычно около 65 дней (в среднем с 19 июня по 24 августа).

Выше плюс 25°C температура воздуха бывает в среднем 16 дней в году, абсолютный максимум плюс 37,1°C наблюдался 7 августа 2010 года. Абсолютный минимум летом 0°C наблюдался в июне 1930 года.

Абсолютный максимум температуры воздуха за период наблюдений составляет плюс 33°C. Скорость ветра летом наименьшая в году, на скорости ветра до 5 м/с приходится около 80% случаев.

Летние месяцы характеризуются большой продолжительностью солнечного сияния: 280-300 часов в июне, 200-240 часов в августе.

Осадков выпадает больше, чем в другие сезоны, на период с июня по август приходится 34% годовой суммы. Продолжительность осадков составляет в среднем 52 часа в месяц. Максимальное количество осадков (79 мм) выпадает в августе. В основном осадки носят ливневой характер и иногда сопровождаются грозами.

Большинство опасных явлений (ливни, грозы, град, шквалы) связаны с конвективной облачностью, развивающейся как на атмосферных фронтах, так и внутри неустойчивых влажных воздушных масс. Значительные

усиления ветра в основном кратковременны и имеют шквалистый характер, а повторяемость штилей – наибольшая.

Во второй половине лета циклоны бывают чаще и сильнее. Такая погода преобладает в годы с сильными циклонами. В августе становится холоднее, среднесуточная температура понижается до плюс 16°C.

Осень в Санкт-Петербурге и Ленинградской области начинается со второй недели сентября с началом заморозков на поверхности почвы и характеризуется общим ухудшением погоды (понижением температуры, повышением влажности, увеличением облачности).

В среднем первый заморозок бывает 10 октября, самый ранний отмечен 15 сентября 1944 года. На почве заморозки наступают раньше, самый ранний 29 августа 1973 года. В течение первой половины сентября тёплая и сухая погода; среднесуточная температура обычно превышает плюс 10°C, хотя ночью случаются заморозки.

Для осени характерны длительные периоды ненастной и дождливой погоды. Продолжительность осадков увеличивается в два-три раза, а продолжительность солнечного сияния сокращается от 140 часов в сентябре до 25 в ноябре.

Переход средней суточной температуры воздуха через плюс 10° происходит 21 сентября, через плюс 5° – 19 октября, через 0° – 15 ноября. Появление снежного покрова возможно уже в середине октября.

Со второй половины сентября усиливается циклоническая деятельность, постепенно пасмурная, сырая и ветреная погода с морозящими дождями становится преобладающей; увеличивается облачность и относительная влажность (81-87%), возрастает скорость ветра. Среднемесячная температура снижается с плюс 11°C в сентябре до плюс 5°C в октябре и до 0°C в ноябре.

Часто в сентябре и октябре за счёт интенсивных волн тепла бывает период солнечной и тёплой погоды, называемый «бабьим летом». В годы,

когда наблюдается это явление, осень бывает тёплой и сравнительно сухой. В годы с интенсивными и частыми вторжениями арктического воздуха холода наступают рано. Иногда устойчивые морозы и устойчивый снежный покров устанавливаются в конце октября.

1.1.1 Атмосферное давление

Норма среднегодового значения атмосферного давления составляет 1012,6 гПа.

Среднее годовое значение атмосферного давления изменяется в диапазоне от 1012,4 до 1012,9 гПа, а размах колебаний среднего месячного значения давления в течение года составляет 4,6 гПа.

Наибольшие значения среднего месячного давления отмечаются в феврале, марте и мае, причём наивысшие значения наблюдаются в мае.

Наименьшие значения среднего месячного давления приурочены к июлю, сентябрю и декабрю, минимум – в июле.

Среднемесячные значения атмосферного давления представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Среднемесячные значения атмосферного давления, гПа, м/ст Невская-порт

Месяцы												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1012,8	1015,0	1014,5	1012,8	1015,1	1011,8	1010,5	1011,6	1011,4	1012,6	1012,1	1010,9	1012,6

1.1.2 Солнечное сияние

На протяжении большей части года преобладают дни с облачной, пасмурной погодой, рассеянным освещением. За год в Санкт-Петербурге бывает в среднем 62 солнечных дня.

Продолжительность дня в Санкт-Петербурге меняется от 5 часов 51 минуты в зимнее солнцестояние до 18 часов 50 минут в летнее

солнцестояние. В городе наблюдаются «белые ночи», наступающие 25-26 мая, когда солнце опускается за горизонт не более чем на 9°, и вечерние сумерки практически сливаются с утренними. Заканчиваются белые ночи 16-17 июля. В общей сложности продолжительность белых ночей более 50 дней.

Годовая амплитуда сумм прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность при ясном небе от 25 МДж/м² в декабре до 686 МДж/м² в июне.

Облачность уменьшает в среднем за год приход суммарной солнечной радиации на 21 %, а прямой солнечной радиации на 60 %. Среднегодовая суммарная радиация 3156 МДж/м². Число часов солнечного сияния – 1628 в год.

Из-за небольшого количества солнечного тепла влага испаряется медленно.

1.1.3 Температура воздуха

Средняя годовая температура воздуха составляет +4,1°С.

Температура воздуха достигает максимума в июле, а минимум приходится на февраль.

Самыми холодными месяцами являются январь и февраль, среднемесячная их температура составляет минус 7,8°С и минус 8,0°С. Абсолютный минимум температуры воздуха в районе работ составляет минус 36°С.

Таблица 1.2 –Средняя месячная и годовая температура воздуха, Санкт-Петербург

Температура	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
средняя	-7,8	-7,8	-3,9	3,1	9,8	15,0	17,8	16,0	10,9	4,9	-0,3	-5,0	4,4

Характеристики температуры холодного периода, метеостанция Санкт-Петербург:

– Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,98 – минус 33°C.

– Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,92 – минус 30°C.

– Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,98 – минус 30°C.

– Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 – минус 26°C.

– Температура воздуха обеспеченностью 0,94 – минус 13°C.

– Абсолютная минимальная температура воздуха – минус 36°C.

– Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца 5,6°C.

– Характеристики температуры тёплого периода. Санкт-Петербург

– Температура воздуха, обеспеченностью 0,95 плюс 20,5°C.

– Температура воздуха, обеспеченностью 0,99 плюс 24,6°C.

– Средняя максимальная температура воздуха наиболее тёплого месяца плюс 22°C.

– Абсолютная максимальная температура воздуха плюс 34°C.

– Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее тёплого месяца 8,2°C.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха и средняя температура. Санкт-Петербург

$\leq 0^\circ\text{C}$ продолжительность 139 суток; средняя температура минус 5,1°C.

$\leq 8^\circ\text{C}$ продолжительность 220 суток; средняя температура минус 1,8°C.

$\leq 10^{\circ}\text{C}$ продолжительность 239 суток; средняя температура минус $-0,9^{\circ}\text{C}$.

1.1.4 Атмосферные осадки

Рассматриваемая территория относится к зоне избыточного увлажнения, что объясняется сравнительно небольшим приходом тепла и хорошо развитой здесь циклонической деятельностью, которая активно проявляется во все сезоны года.

В среднем в районе работ в год выпадает 533 мм осадков. Более 60% годовых осадков выпадает в тёплый период года – с апреля по октябрь. Наименьшее количество осадков отмечается в зимний период (февраль-март). Наиболее часто годовой максимум месячных сумм осадков отмечается в августе, а минимум – в марте.

Количество атмосферных осадков за ноябрь-март 200 мм (м/ст. Санкт-Петербург).

Количество осадков за апрель-октябрь 420 мм (м/ст. Санкт-Петербург).

Суточный максимум осадков 76 мм (м/ст. Санкт-Петербург).

По данным наблюдений на метеостанции Невская-порт, выпадение осадков зимой часто сопровождается метелями; весной, осенью и в начале зимы – туманами; летом – преимущественно сопровождается грозами. Град случается редко, но возможен в период с середины весны до конца осени.

Таблица 1.3 – Месячное и годовое количество осадков, мм, м/ст Невская-порт

Месяцы												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
31	27	24	32	44	56	66	77	55	47	42	32	533

Таблица 1.4 – Количество твёрдых, смешанных и жидких осадков (в процентах от общего количества) по месяцам и за год

Вид осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
твёрдые	65	72	65	21	1	-	-	-	-	8	32	51	26
жидкие	4	-	8	48	93	99	99	100	96	71	26	11	55
смешанные	31	28	27	31	6	1	1	-	4	21	42	38	19

Снежный покров появляется обычно в конце октября – начале ноября, но он, как правило, держится недолго. Устойчивый снежный покров образуется в среднем во второй декаде ноября и разрушается в конце марта. Окончательно снег сходит обычно в середине апреля. Высота снежного покрова достигает максимума обычно в феврале. Наибольшая за зиму мощность снежного покрова может достигать 41 см.

Таблица 1.5 – Средняя декадная высота (см) снежного покрова по постоянной рейке, м/ст Санкт-Петербург

октябрь	ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель			Наибольшая за зиму		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	ср	макс	мин
3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	ср	макс	мин
•*	2	2	5	7	9	11	14	17	19	23	26	28	27	24	16	6	•	•	33	64**	8

Примечания:

* – (•) означает, что снежный покров в данной декаде наблюдался менее чем в 50% лет.

** – в первой декаде марта 2011 г. высота снега достигла 73 см.

Средняя плотность снежного покрова (при наибольшей декадной высоте) – 240 кг/м³, изменяется от 170 до 330 кг/м³.

1.1.5 Влажность воздуха

Средняя годовая относительная влажность воздуха составляет 78 %. Диапазон изменений среднемесячных значений относительной влажности составляет от 67 до 86 %, т.е. размах колебаний в течение года – 19%. Минимальные значения отмечаются в мае-июне, а максимальные – в ноябре-декабре.

Таблица 1.6 – Среднее месячное и годовое парциальное давление водяного пара, гПа, Санкт-Петербург

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
парциальное давление водяного пара, гПа	3,3	3,2	3,9	5,7	8,0	11,8	14,6	14,3	10,9	7,6	5,5	4,2	7,8

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, 86% (метеостанция. Санкт-Петербург).

Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, 83% (метеостанция. Санкт-Петербург).

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее тёплого месяца, 72% (метеостанция. Санкт-Петербург).

Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее тёплого месяца, 60% (метеостанция. Санкт-Петербург).

1.1.6 Ветер

Общие сведения. Ветровой режим территории зависит от общей циркуляции атмосферы и тесно связан с особенностями распределения барических центров. Режим атмосферного давления характеризуется резко выраженной сезонной сменой полей давления. В холодный период здесь преобладает пониженное давление. В теплый период над холодной

поверхностью северных морей развивается область повышенного давления. В связи с этим воздушная циркуляция имеет муссонный характер.

Повторяемость направления ветра и штилей

На рассматриваемой территории в холодное время (ноябрь-февраль) преобладают ветра южного направления, весной и летом (март-апрель, июнь-август) – западные ветры; в мае с одинаковой повторяемостью наблюдаются западные и северо-восточные ветры; в сентябре-октябре преобладают юго-западные и южные ветры.

В таблице 1.7 приведены сведения о повторяемости направлений ветра и штилей. Розы ветров за год и навигационный период представлены на рис. 1.4.

Таблица 1.7 – Повторяемость направления ветра и штилей, %, метеостанция Невская-порт

Направление	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
С	3	3	5	4	6	6	5	5	7	7	3	3	5
СВ	8	8	10	10	19	11	15	12	7	5	4	5	10
В	10	11	12	9	11	7	12	11	6	8	10	11	10
ЮВ	20	20	13	15	9	10	10	13	13	13	22	21	15
Ю	14	14	11	13	7	8	8	10	15	15	20	17	13
ЮЗ	17	14	14	14	9	12	13	17	20	22	21	19	16
З	16	20	23	23	24	28	23	19	18	14	10	12	19
СЗ	12	10	12	12	15	18	14	13	14	16	10	12	13
Штиль	7	8	11	12	9	7	8	11	10	7	5	7	8

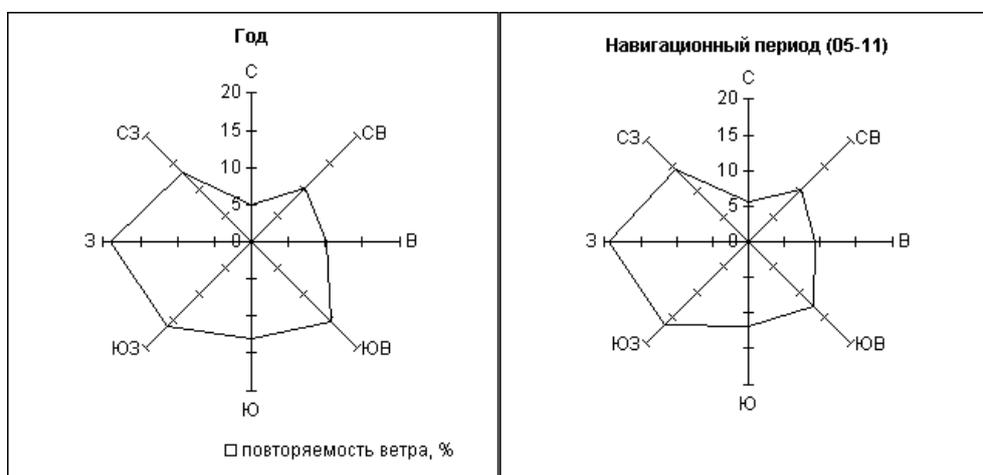


Рисунок 1.4 – Розы ветров за год и навигационный период.

Метеостанция Невская-порт.

Средняя месячная и годовая скорость ветра

По данным метеостанции Невская-порт, среднегодовая скорость ветра составляет 4,3 м/с. Наибольшие среднемесячные скорости ветра наблюдаются в осенне-зимний период, преимущественно с октября по январь (средняя скорость в эти месяцы составляет 4,6-4,7 м/с).

Сведения о сезонном ходе среднемесячной скорости ветра в районе проектирования представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 –Среднемесячная и годовая скорость ветра, м/с, метеостанция Невская-порт (высота флюгера 17 м)

Месяцы												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
4.7	4.4	4.1	3.9	4.1	4.3	3.9	3.7	4.1	4.6	4.7	4.6	4.3

Вероятности скорости ветра по градациям

В Приложении А приведены данные о повторяемости ветра по направлению и по градациям скорости по месяцам на метеостанции Невская-порт.

Во все месяцы года преобладают ветры со скоростью до 6 м/с. Средняя многолетняя повторяемость этого диапазона составляет 71,9%. Наименьшая повторяемость этого диапазона (66,7%) отмечается в декабре, наибольшая повторяемость (79,0%) – в августе (приложение 1).

Повторяемость ветра более 17 м/с от 0,03% (февраль, апрель, август) до 0,26% (январь).

Наибольшие скорости ветра различной вероятности

Максимальная расчётная скорость ветра с вероятностью повторения:

- раз в 1 год – 20 м/с.
- 1 раз в 5 лет – 23 м/с.
- 1 раз в 10 лет – 24 м/с.

- 1 раз в 15 лет – 25 м/с.
- 1 раз в 20 лет – 26 м/с.

Среднее число дней с сильным ветром – 14 в год.

Максимальное число дней с сильным ветром – 49 в год.

Таблица 1.10 – Среднее число дней со скоростью ветра свыше 15 м/с в районе проектирования, метеостанция Невская-порт

Месяц												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1,3	1,1	1,5	0,9	1,0	1,6	0,9	1,1	1,1	1,7	1,4	0,9	14

Непрерывная продолжительность ветра одного направления составляет в среднем за год 15-17 часов. При скорости ветра 5-9 м/с средняя продолжительность составляет 11-14 часов, при скорости ветра 10-15 м/с – 9-12 часов, при скорости ветра 16-20 м/с – 8-10 часов.

Ветер в холодный период. Метеостанция Санкт-Петербург.

Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль – ЮЗ.

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, 4,2 м/с.

Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$ – 2,8 м/с.

Особые метеорологические явления

Северо-Западный регион России характеризуется большой изменчивостью погоды, иногда в течение одних суток.

Кроме резких изменений погоды, которые сами по себе являются неблагоприятными факторами, на территории Санкт-Петербурга и окрестностей наблюдаются следующие опасные метеорологические явления:

- сильные ветры, в том числе шквалы и смерчи,
- снегопады и метели,

- обледенение (гололёд, изморозь, сложные отложения с мокрым снегом),
- туман,
- сильные морозы и жара,
- кратковременные интенсивные ливни и продолжительные дожди,
- грозы,
- град,
- лесные пожары,
- засуха.

Сведения об основных опасных явлениях, наблюдаемых в районе проектирования, и их продолжительность, приведены в таблице 1.11

Таблица 1.11 – Число дней с атмосферными явлениями (среднее/максимальное), метеостанция Невская-порт

Явления	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
туман	4	5	5	4	2	0,8	0,9	2	3	3	4	5	39
	10	9	12	9	7	6	5	6	7	8	11	11	57
метель	7	7	4	0,8						0,2	2	5	26
	15	15	11	6						3	6	14	45
гроза			0,03	0,5	1	3	5	3	0,8	0,1			13
			1	3	6	9	10	6	4	1			27
град				0,03	0,3	0,7	0,3	0,1	0,3	0,2			1,9
				1	2	3	2	1	1	1			7

1.1.8 Видимость

В Санкт-Петербурге зимой средняя повторяемость видимости менее 4 км – 15%, весной - 4%; летом – 0.6%, осенью –2.6%.

1.1.9 Обледенение

К основным видам обледенения в районе проектирования относятся гололёд, изморозь и сложные отложения с мокрым снегом. За сезон (октябрь-апрель) бывает в среднем 31 день с обледенением всех видов, максимальное число дней с обледенением всех видов отмечалось в сезон 1959-1960 годов и

составило 57 дней. Наиболее часто обледенение наблюдается в декабре-феврале, достигая в январе в среднем 10 дней в месяц. Непрерывная продолжительность гололёда в среднем составляет 9 часов, изморози – 20 часов, сложных отложений 37 часов.

1.1.10 Нагрузки

Таблица 1.12 –Снеговые, ветровые и гололедные районы

Характеристика	Номер	Примечание
давление ветра	II	карта 3 Прилож. 5 СНиП
	II	карта 2.5.1 ПУЭ
толщина стенки гололёда	II	карта 4 Прилож. 5 СНиП
	II	карта 2.5.2 ПУЭ
вес снегового покрова	III	карта 1* Прилож. 5 СНиП

Максимальные расчётные гололёдные нагрузки на провода приведены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Максимальные расчётные гололёдные нагрузки на провода, возможные 1 раз в заданное число лет, г/м

Провода	Период повторения, число лет				
	2	5	10	15	20
Провод гололёдного станка	20	35	60	80	100
Провод линии электропередач	60	125	210	285	350

1.2 Природные условия района

1.2.1 Рельеф, геоморфология

Автомагистрали М1, М2 и М6, проектируемые на территории г. Санкт-Петербурга, расположены на северо-западе Восточно-Европейской равнины, в пределах Прибалтийской низменности, на юго-западе Карельского перешейка. Преобладающим типом рельефа является плоская морская равнина, занятая большей частью заболоченным лесным массивом.

Морская равнина имеет плоскую или слабо волнистую поверхность. На преобладающей площади она сложена валунными суглинками, на отдельных участках валунными супесями.

Морские равнины образовались в послеледниковое время. Приморская терраса примыкает непосредственно к Финскому заливу. Ширина ее у Сестрорецкого разлива 6-9 км. Абсолютные отметки террасы не превышают 12 м.

Абразионно-аккумулятивная терраса с отметками 0-9 м является морской. Она занимает центральную часть Приневской низины и побережья Финского залива. На северном побережье Финского залива терраса с поверхности сложена осадками древнебалтийского моря. Генезис этой террасы целиком связан с абразионно-аккумулятивной деятельностью литоринового моря. Поверхность ее сильно заболочена.

1.2.2 Геологическое строение

Рассматриваемая территория, расположена на Восточно-Европейской (Русской) платформе в пределах Прибалтийской низменности. В геологическом строении территории принимают участие породы от архейско-протерозойского до четвертичного возраста. Разрез осадочного чехла сложен отложениями геологических систем, залегающих моноκлиально с очень слабым падением в южном и юго-восточном направлении. В этом же направлении происходит смена древних осадочных пород более молодыми. Наиболее древние породы архея и протерозоя выходят на поверхность на севере Карельского перешейка в пределах Балтийского щита, представляющего собой наиболее крупное поднятие кристаллического фундамента. По мере продвижения к югу глубина залегания кристаллического фундамента увеличивается. Кристаллический фундамент сложен гнейсами, гранито-гнейсами, габро-диабазами архейского и нижнепротерозойского возраста (AR1-PR1).

Отложения верхнего протерозоя представлены гдовским и котлинским горизонтами. В верхнем и нижнем течении р. Сестры гдовский горизонт залегает непосредственно под четвертичными отложениями, на большей части территории гдовские слои перекрыты отложениями котлинского горизонта. По литологическому составу гдовский горизонт представлен песчаниками и гравелитами, мощность его в пределах рассматриваемого бассейна 60-80 м.

Котлинский горизонт залегает под четвертичными отложениями на глубинах 40-60 м, редко – на глубинах 60-80 м. В разрезе горизонта преобладают плотные глины с прослоями песчаников и алевролитов. Мощность котлинского горизонта изменяется в пределах 0-50 м, увеличиваясь с севера на юг и с запада на восток.

Четвертичные отложения представлены образованиями различного возраста и различных генетических типов. С поверхности и повсеместно залегают современные и верхнечетвертичные отложения валдайского оледенения. Сложены четвертичные отложения, в основном, ледниковыми, озерно-ледниковыми образованиями, местами перекрыты послеледниковыми, морскими, аллювиальными, болотными и эоловыми отложениями незначительной мощности.

Общая мощность четвертичных отложений изменяется от 40 до 140 м, увеличиваясь с юга на север. Представлены четвертичные отложения песками различного гранулометрического состава, супесями, суглинками и глинами.

1.2.3 Гидрогеологические условия.

Трасса автомагистрали проходит в пределах Ленинградского артезианского бассейна (рис. 1.5). Вдоль трассы, первыми от поверхности залегают четвертичные отложения, которые чехлом различной мощности покрывают дочетвертичные породы. Четвертичные отложения имеют

пестрый литологический состав, невыдержанный по площади и в вертикальном разрезе.

Водоносные горизонты и комплексы приурочены к четвертичным и протерозойским отложениям. Подземные воды четвертичных отложений подразделяются на грунтовые и напорные «межморенные».



Рисунок 1.5 – Карта-схема основных водоносных горизонтов на территории Ленинградской области

Содержащиеся в этих отложениях воды гидравлически связаны между собой и представляют единый поток грунтовых вод. Воды комплекса безнапорные. Водовмещающие породы представлены разномерными песками, гравийно-галечными отложениями и супесями. Мощность водоносного комплекса изменяется от единиц до нескольких десятков метров. Питание осуществляется атмосферными осадками. Осадки поступают непосредственно в водоносный комплекс. Разгрузка комплекса осуществляется гидрографической сетью и в нижележащие водоносные слои.

1.2.4 Почвы

Трассы магистралей М1, М2 и М6 проходят по лесной зоне южной тайги, характеризующейся умеренно-холодным и влажным климатом. Общее количество осадков в среднем за год составляет около 600 мм. Испаряемость за год составляет около 400 мм. Таким образом, почвы района большую часть года находятся в состоянии избыточного увлажнения.

Климат, растительность, материнская порода, рельеф – являются основными факторами, определяющими характер почвообразования на данной территории и выработку основных типов почв. Микроклимат и микрорельеф в своем сочетании обуславливают большое разнообразие почвенных разностей.

На данной территории встречаются поверхностно-подзолистые почвы в сочетании с торфянисто-подзолисто-глеевыми и болотные торфяные верховые почвы.

По механическому составу почвы в рассматриваемом бассейне песчаные, подстилаемые суглинками и глинами и супесчаные на озерно-ледниковых супесях и суглинках.

1.2.5 Растительность

Основными лесообразующими породами являются береза, осина, ольха, в меньшей степени сосна и ель. В бассейне р. Юнтоловка и р. Черная леса занимают 78% от всей водосборной площади, болота 6%.

Значительную часть бассейна р. Юнтоловка и р. Черная занимают еловые зеленомошные леса, сосновые зеленомошные и лишайниковые леса, расположенные частично на месте еловых лесов и березовые и березово-осиновые травянокустарничниковые леса на месте еловых зеленомошных лесов. Кроме того, вокруг Лахтинского разлива располагаются болота верховые с преобладанием грядово-мочажинного комплекса, местами с сосной и болота переходные травяно-сфагновые, местами с сосной и березой.

1.3 Гидрологическая изученность района

В гидрологическом отношении водотоки, пересекаемые магистралями М1, М2 и М6, не изучены.

Прежних результатов инженерно-гидрометеорологических наблюдений на исследуемых водотоках нет.

На рисунке 1.6 приведена схема гидрологической изученности прилегающей территории.



Рисунок 1.6– Гидрологическая изученность окрестностей участка изысканий.

В приложении Б приведены сведения о гидрологических постах на прилегающей территории, которые могут служить водотоками-аналогами для гидрологических расчётов.

На Карельском перешейке нет гидрологически изученных малых водотоков, которые могли бы служить аналогами исследуемых водотоков в соответствии с требованиями СП 33-101-2003 «Определение основных

расчётных гидрологических характеристик» [10] и «Пособия по определению расчётных гидрологических характеристик» [6].

Ввиду отсутствия малого водотока–аналога, принято решение использовать в качестве базовых данных результаты гидрологических наблюдений на ближайшей реке, водосбор которой отличается квазиоднородными с водосбором исследуемых водотоков условиями формирования жидкого стока.

При выборе рек-аналогов необходимо учитывать следующие условия:

- однотипность стока реки-аналога и исследуемого водотока;
- 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;
- средние высоты водосборов не должны существенно отличаться, для горных и полугорных районов следует учитывать экспозицию склона и гипсометрию;
- отсутствие факторов, существенно искажающих естественный речной сток (регулирование стока, сбросы воды, изъятие стока на орошение и другие нужды).

Выбор водотока-аналога выполняется по формулам 7.7 (формула 1.1) и 7.8 (формула 1.2) СП 33-101-2003.

$$L / A^{0,56} \approx L_a / A_a^{0,56}; \quad (1.1)$$

$$JA^{0,50} \approx J_a A_a^{0,50}, \quad (1.2)$$

где L и L_a – длина исследуемых водотоков и реки-аналога соответственно, км;

J и J_a – уклон водной поверхности исследуемых водотоков и реки-аналога, ‰;

A и A_a – площади водосборов исследуемых водотоков и реки-аналога соответственно, км².

В таблице 1.14 приведены расчёты по подбору наиболее подходящих водотоков-аналогов на основе критериев по формулам (1.1) и (1.2).

Таблица 1.14– Расчёт критериев по формулам (1.1) и (1.2).

Наименование	Расстояние от истока, км	Площадь водосбора, км ²	Среднее уклон водотока, ‰	Критерий $L/A^{0.56}$	Критерий $I/A^{0.5}$
Канавы 1 – пересечение с М6	0,32	0,41	0,57	0,53	0,89
Канавы 2 – пересечение с М6	0,10	0,56	0,57	0,14	0,76
Река Авлога – Д. Матокса	20,0	89,1	9	1,6	1,0
Река Черная – Р.П. Дибунны	27,0	88	17	2,2	1,8
Река Охта – Д. Новое Девяткино	67,0	340	9	2,6	0,5
Река Сторожиловка – Пос. Парголово	5,8	31,1	12	0,8	2,2
Река Сестра – Ст. Белоостров	69,0	390	17	2,4	0,9

Для малых канав по критерию $L/A^{0.56}$ ни один из водотоков, на которых проводились гидрологические наблюдения не подходит в качестве аналога. В качестве аналога принят ближайший гидрологический пост с относительно длинным рядом наблюдений и близкий по критерию $I/A^{0.5}$ – р. Сестра – пос. Белоостров.

При оценке основных гидрологических характеристик исследуемых водотоков использованы материалы Государственного водного кадастра [3, 7].

Расчёты выполнены на основе СП 33-101-2003 [10], Пособия [6] и Атласа [1].

1.4 Параметры водосборов и водотоков

Площади водосборов и другие параметры исследуемых водотоков определены по картографическим материалам и спутниковым снимкам (рис. 1.7).

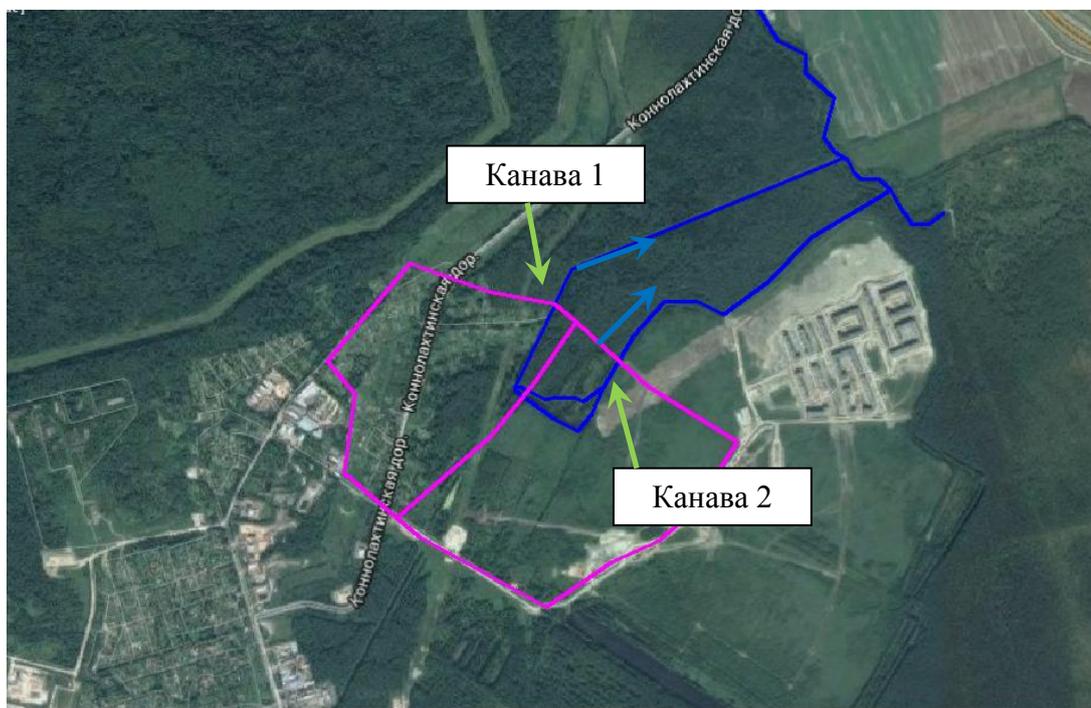


Рисунок 1.7– Схема водосборов водотоков, протекающих на участке изысканий.

В таблице 1.15 приведены сведения об исследуемых водосборах и водотоках.

Таблица 1.15– Параметры водосбора и водотоков в расчетных створах на участке изысканий

Характеристика	Канавы 1	Канавы 2
Длина водотока, м	320	105
Уклон водотока, ‰	0,57	0,57
Площадь водосбора, км ²	0,41	0,56
Уклон водосбора, ‰	20	20
Уклон склонов, ‰	20	20
Озёрность, %	1	3
Заболоченность, %	0	15
Залесённость, %	50	25

2 Расчеты основных гидрологических характеристик и результаты полевого обследования исследуемых водотоков

2.1 Расчет основных гидрологических характеристик

2.1.1 Норма стока

Расчёты гидрологических характеристик водотоков произведены с использованием данных о водности водотока-аналога с учетом особенностей бассейна.

В качестве типичного для окружающей местности и наиболее изученного водотока принята р. Сестра. Показатели водности вычислены в соответствии с основными требованиями СП 33-101-2003 [3].

Расчёт нормы стока произведён по формуле:

$$\bar{Q} = M \cdot F, \quad (2.1)$$

где $M = 4430/390 = 11,4$ л/(с · км²) – модуль среднегодового стока р. Сестры; модуль стока рассчитан как частное от нормы среднегодового расхода воды р. Сестры (4,43 м³/с = 4430 л/с) и площади водосбора р. Сестры, замыкаемой гидрометрическим створом в посёлке Белоостров (390 км²).

Площадь водосбора канавы 1 – 0,41 км². Норма стока 11,4 л/(с · км²) · 0,41 км² = 4,7 л/с.

Площадь водосбора канавы 2 – 0,56 км². Норма стока 11,4 л/(с · км²) · 0,56 км² = 6,4 л/с.

2.1.2 Максимальные расходы воды весеннего половодья

Расчёты максимальных расходов воды весеннего половодья малых водотоков, на которых не производились гидрометрические наблюдения, выполняются по схеме, рекомендуемой в СП 33-101-2003 [3]:

$$Q_{P\%} = K_o \cdot h_{P\%} \cdot \mu \cdot F / (F + f)^n, \quad (2.2)$$

где: $Q_{P\%}$ – максимальный мгновенный расход воды расчетной обеспеченности P %, м³/с;

K_0 – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья (коэффициент дружности), который рассчитан обратным путём по реке-аналогу;

h_p – слой суммарного весеннего стока (без срезки подземного питания) той же обеспеченности, мм; определён в зависимости от коэффициента вариации $C_v = 0,33$ и отношения $C_s/C_v = 3,3$, а также среднего многолетнего слоя стока $h_o = 147$ мм;

μ – коэффициент, учитывающий различие коэффициентов вариации слоя стока и максимальных расходов воды половодья (неравенство статистических параметров), определён по [15];

δ – коэффициент, учитывающий снижение максимальных расходов воды на реках, зарегулированных проточными озёрами;

δ_1, δ_2 – коэффициенты, учитывающие снижение максимальных расходов воды на заболоченных и залесенных водосборах.

F – площадь водосбора расчётного водотока, км²;

f – площадь водосбора, начиная с которой наблюдается редукция стока, км² [6];

n – показатель степени редукции [15].

Коэффициент дружности половодья K_0 определён обратным путём по данным водотоков-аналогов ($K_0 = 0,004$).

В районе изысканий слой стока за половодья обеспеченностью 1% составляет $h_{1\%} = 299$ мм.

Значения $\delta, \delta_1, \delta_2$ рассчитывают по формулам:

$$\delta = 1/(1 + c \cdot f_{oz}), \quad \delta_1 = 1 - \beta \cdot \lg(0,1 \cdot f_o + 1), \quad \delta_2 = \alpha / (1 + f_n)^n, \quad (2.3)$$

где f_{oz}, f_o, f_n – соответственно: озёрность, заболоченность и залесённость водосбора;

c, β, α, n по табл. 20-22 в работе [15]: $c = 0,20, \beta = 0,7; \alpha = 0,8, n = 0,22$.

Таблица 2.1 – Расчет коэффициентов на озерность δ

№	Водоток – створ	Озерность $f_{оз}$, %	Коэффициент c	$\delta = 1/(1 + c \cdot f_{оз})$
1	Канавы 1 – пересечение с М6	1	0,2	1,0
2	Канавы 2 – пересечение с М6	3	0,2	0,99

Таблица 2.2 – Расчет коэффициентов на заболоченность δ_1

№	Водоток – створ	Заболоченность $f_{бол}$, %	Коэффициент β	$\delta_1 = 1 - \beta \cdot \lg(0,1 \cdot f_{бол} + 1)$
1	Канавы 1 – пересечение с М6	0	0,7	1,00
2	Канавы 2 – пересечение с М6	3	0,7	0,92

Таблица 2.3 – Расчет коэффициентов на залесенность δ_2

№	Водоток – створ	Залесенность $f_{л}$, %	Коэффициент α	Показатель степени n	$\delta_2 = \alpha / (1 + f_{л})^n$
1	Канавы 1 – пересечение с М6	50	0,8	0,22	0,73
2	Канавы 2 – пересечение с М6	25	0,8	0,22	0,76

Таблица 2.4 – Расчет произведения коэффициентов

№	Водоток – створ	Коэффициент на озерность, δ	Коэффициент на заболоченность, δ_1	Коэффициент на залесенность, δ_2	Произведение коэффициентов, $\delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2$
1	Канавы 1 – пересечение с М6	1,0	1,00	0,73	0,73
2	Канавы 2 – пересечение с М6	0,99	0,92	0,76	0,69

Расчёты максимальных расходов воды весеннего половодья обеспеченностью 1% ($\mu=1$) приведены в таблице 2.5 (по формуле 2.2).

Таблица 2.5 – Расчёт максимальных расходов воды весеннего половодья, $Q_{1\%max}$, м³/с

$$Q_{P\%} = K_o \cdot h_{P\%} \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot F / (F + f)^n$$

Водоток – створ	F, км ²	f	n	K ₀	h _{1%}	$\delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2$	$Q_{1\%max}$, м ³ /с
Канавы 1 – пересечение с М6	0,41	1	0,17	0,004	299	0,73	0,34
Канавы 2 – пересечение с М6	0,56	1	0,17	0,004	299	0,69	0,43

Максимальные расходы воды обеспеченностью 1, 2, 3, 5 и 10 % определены по переходным коэффициентам $\lambda_{P\%}$ от максимальных расходов воды вероятностью превышения 1% [18, табл. 115].

Результаты расчётов максимальных расходов воды весеннего половодья различной обеспеченности по расчётным створам приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Максимальные расходы воды весеннего половодья различной обеспеченности для расчётных створов, м³/с

№	Водоток – створ	Обеспеченность, %				
		1	2	3	5	10
Коэффициент $\lambda_{P\%}$		1,00	0,92	0,89	0,80	0,70
1	Канавы 1 – пересечение с М6	0,34	0,31	0,28	0,22	0,16
2	Канавы 2 – пересечение с М6	0,43	0,40	0,35	0,28	0,20

2.1.3 Максимальные расходы воды дождевых паводков

Максимальные расходы воды паводков малых водотоков рассчитаны по формуле предельной интенсивности:

$$Q_P = A_{1\%} \cdot \varphi \cdot H_{1\%} \cdot F \cdot \delta \cdot \lambda_P \quad (2.4)$$

где $A_{1\%}$ – максимальный модуль стока обеспеченностью 1%, выраженный в долях произведения $\varphi \cdot H_{1\%}$ при $\delta=1$; определён по табл. 9 [15] в зависимости

от гидроморфологической характеристики русла исследуемых водотоков Φ_p , продолжительности склонового добега $\tau_{скл}$ (мин) и района, принятого по листу 14 [15];

$H_{1\%}$ – максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения P , равной 1%; определяется по карте (лист 14 [15]); $H_{1\%} = 100$ мм;

φ – сборный коэффициент стока.

Величина φ рассчитана по формуле:

$$\varphi = \left[c \cdot \varphi_o / (F + 1)^{n_3} \right] \cdot (i_b / 50)^{n_2} \quad (2.5)$$

где $c = 1,2$;

φ_o – сборный коэффициент стока, определённый по табл. 11 [15], $\varphi_o = 0,38$;

$n_2 = 0,30$ – определён по табл. 11 [15];

$n_3 = 0,07$;

i_b – средний уклон водосбора, ‰.

Таблица 2.7 – Расчет сборного коэффициента стока φ

Водоток – створ	c	φ_o	F, км ²	n_3	i_b , ‰	n_2	φ
Канавы 1 – пересечение с М6	1,2	0,38	0,41	0,07	20	0,65	0,24
Канавы 2 – пересечение с М6	1,2	0,38	0,56	0,07	20	0,65	0,24

Расчёт гидроморфологической характеристики русла исследуемых водотоков Φ_p произведён по формуле:

$$\Phi_p = 1000 \cdot L / \left[m_p \cdot I_p^{m_1} \cdot F^{0,25} \cdot (\varphi \cdot H_{1\%})^{0,25} \right] \quad (2.6)$$

где L – длина водотока;

m_p – гидравлический параметр русла, определённый по таблице 27 из работы [15], м/мин, $m_p = 11$;

I_p – средневзвешенный уклон русла,

m_1 – коэффициент, определённый по табл. 27 из работы [15], $m_1 = 1/3$.

Данные для расчёта гидроморфометрической характеристики русла Φ_p для расчётных створов и полученные значения представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Данные и расчёт гидроморфометрической характеристики русла

Водоток – створ	L, км	m_p , м/мин	$i_p, \%$	m_1	F, км ²	φ	$H_{1\%}$, мм	Φ_p
Канавы 1 – пересечение с М6	0,32	11	0.57	0,333	0,41	0,24	100	19.8
Канавы 2 – пересечение с М6	0,10	11	0.57	0,333	0,56	0,24	100	5.73

Гидроморфометрическая характеристика склонов рассчитана по формуле:

$$\Phi_{скл} = \frac{(1000L_{ск})^{0,5}}{[m_{ск} I_{ск}^{0,25} (\varphi H_{1\%})^{0,25}]}, \quad (2.7)$$

где $L_{ск}$ – средняя длина безрусловых склонов водосбора;

$m_{ск}$ – коэффициент, принят равным 0,25;

$I_{ск}$ – средний уклон склонов;

φ – сборный коэффициент стока (см. расчёт в таблице 5.7);

$H_{1\%}$ – максимальный суточный слой осадков вероятности превышения 1%, мм, принят равным 100 мм.

Вычисление $\Phi_{скл}$ приведено в таблице 2.9 (столбец 6).

По вычисленному $\Phi_{скл}$ согласно таблицы 12 прил. 2 [15] определена продолжительность склонового добегания $\tau_{ск}$. (табл. 2.9, столбец 7).

Максимальный модуль стока $A_{1\%}$ ежегодной вероятностью превышения P , равной 1%, выраженный в долях произведения $\varphi N \lambda_{1\%}$ определен по таблице 9 приложения 2 [15] в зависимости от гидроморфологической характеристики водотока Φ_p (скопировано в столбец 8 табл. 2.9) и продолжительности склонового добегания $\tau_{ск}$, мин (табл. 2.9, столбец 7).

Номер района по приложению 1 – 3.

Значения $A_{1\%}$ приведены в столбце 9 таблицы 2.9.

Таблица 2.9 – Вычисление гидроморфометрической характеристики склонов $\Phi_{скл}$ и максимальный модуль стока обеспеченностью 1% $A_{1\%}$, выраженный в долях произведения $\varphi \cdot H_{1\%}$ при $\delta = 1$

Водоток – створ	$L_{ск}$, км	$m_{ск}$	$I_{ск}$	φ	$H_{1\%}$, мм	$\Phi_{скл}$	$\tau_{ск}$, мин	Φ_p	$A_{1\%}$
Канавы 1 – пересечение с М6	0,32	0,25	20	0,24	100	12,8	200	19.8	0,044
Канавы 2 – пересечение с М6	0,10	0,25	20	0,24	100	7,18	80	5.73	0,10

Максимальные расходы воды $Q_{1\%}$ дождевых паводков рассчитаны по формуле (2.4) $Q_{1\%} = A_{1\%} \cdot \varphi \cdot N_{1\%} \cdot \delta \cdot \lambda_{p\%} \cdot F$,

где $A_{1\%}$ – максимальный модуль стока ежегодной вероятностью превышения P , равной 1%.

φ – сборный коэффициент стока (табл. 5.7).

$N_{1\%}$ – максимальный суточный слой осадков вероятности превышения 1%, мм, принят равным 100 мм;

δ – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер;

F – площадь водосбора, км²;

$\lambda_{p\%}$ – переходной коэффициент от расходов $P = 1\%$ к другим вероятностям ($\lambda_{1\%}=1$).

Вычисление $Q_{1\%}$ дождевых паводков приведено в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Вычисление максимальных расходов воды $Q_{1\%}$ дождевых паводков

Водоток – створ	$A_{1\%}$	φ	$H_{1\%}$, мм	δ	F, км ²	$Q_{1\%}$, м ³ /с
Канавы 1 – пересечение с М6	0,044	0,24	100	1,0	0,41	0,43
Канавы 2 – пересечение с М6	0,10	0,24	100	0,99	0,56	1,33

Максимальные расходы воды обеспеченностью 1, 2, 3, 5 и 10 % определены по переходным коэффициентам $\lambda_{p\%}$ от максимальных расходов воды вероятностью превышения 1% [18, табл. 139].

Таблица 5.11 – Максимальные расходы воды весеннего половодья различной обеспеченности для расчётных створов, м³/с

№	Водоток – створ	Обеспеченность, %				
		1	2	3	5	10
Коэффициент $\lambda_{p\%}$		1,00	0,87	0,83	0,69	0,55
1	Канавы 1 – пересечение с М6	0,43	0,38	0,36	0,30	0,24
2	Канавы 2 – пересечение с М6	1,33	1,16	1,10	0,92	0,73

2.1.4 Сравнение значений максимальных расходов воды

В таблице 2.12 приведены итоговые значения максимальных расходов воды весеннего половодья и дождевых паводков.

Таблица 2.12 – Рассчитанные значения максимальных расходов воды весеннего половодья и дождевых паводков для расчетных створов.

Водоток – створ	Максимальные расходы воды, м ³ /с					
	весеннего половодья Q _{пол}		дождевых паводков Q _{пав}		наибольшие, принятые для расчёта уровней	
	P _{1%}	P _{10%}	P _{1%}	P _{10%}	P _{1%}	P _{10%}
Канавы 1 – пересечение с М6	0,34	0,16	0,43	0,24	0,43	0,24
Канавы 2 – пересечение с М6	0,43	0,20	1,33	0,73	1,33	0,73

Как видно из таблицы 2.12, на канавах 1 и 2 максимальные расходы воды дождевых паводков больше максимальных расходов воды весеннего половодья.

В последних двух столбцах приведены наибольшие из расходов, принятые далее для расчётов уровней воды.

2.1.5 Минимальные расход воды

Минимальные расходы воды водотоков наблюдаются в периоды летне-осенней и зимней межени.

Расчёт минимальных 30-суточных расходов воды за периоды межени выполнен, согласно [6], по формуле:

$$Q_p = 10^{-3} a \cdot (F \pm f)^n \cdot \lambda_p, \quad (2.8)$$

где Q_p – минимальный 30-суточный расход воды расчетной обеспеченности, м³/с;

F – площадь водосбора, км²;

f – площадь с дополнительным питанием, км² (1 км²);

a, n – районные параметры, определённые по табл. 17 Пособия [15].

Номер района для зимнего периода по Приложению 1, лист 19, – 4.

Номер района для летне-осеннего периода по Приложению 1:

для летне-осенней межени $a=0,56$, $n=1,04$;

для зимней межени $a=0,56$, $n=1,04$;

λ_p – переходной коэффициент от минимального расхода 80 % обеспеченности к расходам воды обеспеченностью 75-97 % (для 80% обеспеченности принят равным 1).

В результате расчётов по формуле (5.8) получены минимальные 30-суточные расходы воды 80 % обеспеченности исследуемых водотоков (табл. 2.13).

Таблица 2.13 – Рассчитанные значения минимальных расходов воды

Водоток – створ	Площадь водосбора, км ²	Летней межени, л/с	Зимней межени, л/с
Канавы 1 – пересечение с М6	0,41	1	1
Канавы 2 – пересечение с М6	0,56	1	1

На основании рассчитанных значений минимальных расходов воды можно сделать вывод, что канавы 1 и 2 летом могут пересыхать, зимой – замерзать.

2.2 Полевое обследование исследуемых водотоков

Целью полевого обследования являлось определение гидрологических и морфологических характеристик водотоков.

Инженерно-гидрометеорологические изыскания выполнены в соответствии с нормативными документами [8, 9].

Виды полевых работ:

- Рекогносцировочное обследование канав.
- Нивелирование морфостворов.
- Измерение расходов воды.

Участок изысканий расположен на земельном участке проектируемого и строящегося жилого комплекса "Юнтолово" площадью 632 757 кв.м.

Канавы (рис. 2.1-2.4) берут начало из проточного пруда с площадью зеркала 0,017 км² (рис. 1.4). Распределение стока по канавам 1 и 2 примерно 40 % и 60 % соответственно. На данном участке русло канав слабоизвилистое, хорошо врезанное. Пойма покрыта смешанным лесом.

Промеры глубин канав выполнены гидрометрической штангой. Увязка к отметкам в м БС произведена с помощью геодезическими GPS/Глонасс приемниками.

Ширина русла канавы 1 составляет 1-2 м по урезу воды. Глубина воды в русле 0,10-0,15 м. На момент обследования скорость течения воды отсутствовала, вода стояла в канаве. Склоны канавы слабо выраженные.

Ширина русла канавы 2 составляет 2-5 м по урезу воды. Глубина воды в русле 1,0-1,20 м. На момент обследования скорость течения воды отсутствовала, вода стояла в канаве. Склоны канавы умеренно крутые (правый берег более высокий, 2-3 м), покрыты кустарником средней густоты, березами (возраст 10-15 лет). Канавы выше пересечения с автодорогой разливаются и переходят в пруд, из которого и берет начало. При обследовании на пойме ниже по течению от пересечения канавы 2 с М6 обнаружены старицы. Пойма захламлена поваленными деревьями. Заболочена.



Рисунок 2.1 – Канавы после пересечения со строящейся автодорогой

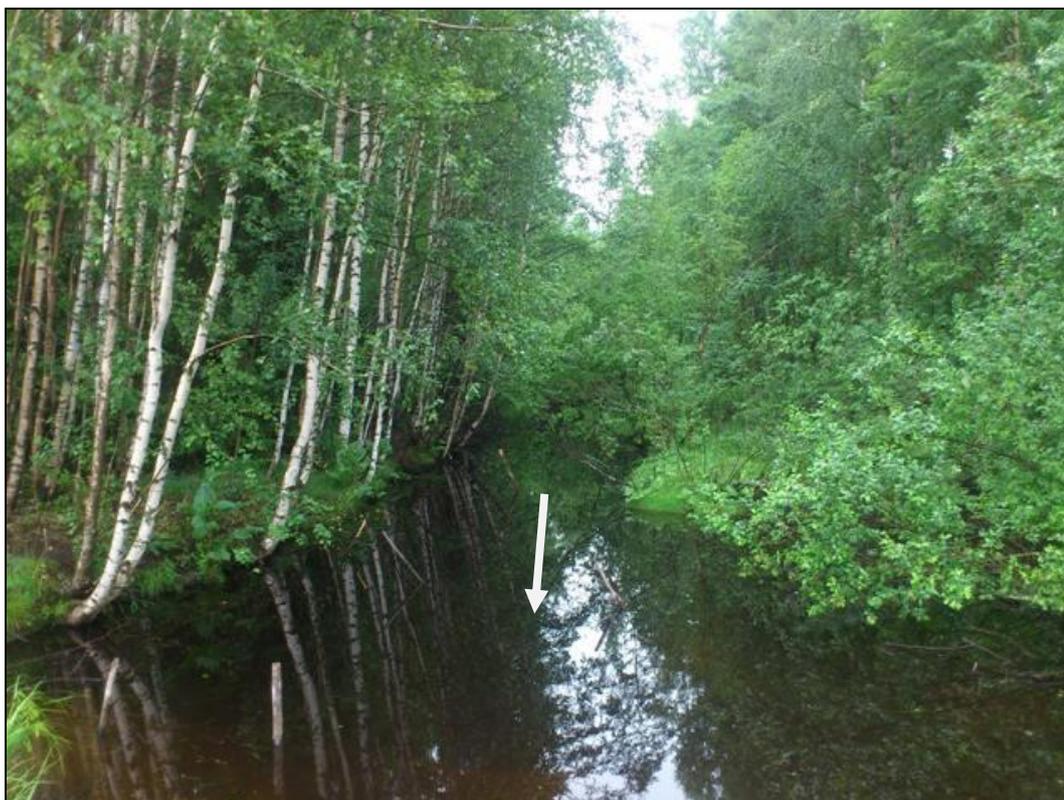


Рисунок 2.2 – Канавка 2 выше пересечения со строящейся автодорогой



Рисунок 2.3 – Строящаяся автодорога



Рисунок 2.4 – Канавы 2 ниже пересечения со строящейся автодорогой

На момент обследования рельеф территории значительно изменен в процессе проведения строительных работ на участке, в канавах стояла вода и поэтому уровень воды выше расчетного уровня 1%-ной обеспеченности. Поэтому провести границы зон возможного затопления территории проектирования при расчетных уровнях высоких вод не представляется возможным.

Закономерности руслового процесса в данном случае не наблюдаются. По данным рекогносцировочного обследования обнаружены следы размыва склонов канав. По растительности видно, что эти процессы идут медленно. По оценкам плановые деформации канав составляют около 1 см/год.

Донные отложения представлены илами. Прогнозируемые средние скорости потока в периоды высоких вод при прохождении расходов воды 1 % обеспеченности в русле достигают 0,30-0,36 м/с при средней глубине потока 0,7-1,0 м. При данных скоростях водного потока наносы размером 8 мм и менее подвержены перемещению.

2.3 Гидравлические расчеты

2.3.1 Теоретические основы

Для определения наивысших уровней воды использовались методы и приёмы расчёта, рекомендуемые СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» [10].

Наивысшие уровни воды заданной обеспеченности определены в результате гидравлических расчётов, с учётом морфологии и состояния участков, прилегающих к водопропускным сооружениям и параметрам водопропускных отверстий.

Расчётные наивысшие уровни воды при отсутствии регулярных гидрометрических наблюдений в створах переходов определялись в соответствии с максимальными расходами воды той же вероятности превышения Р%.

Координаты кривых расходов воды $Q = f(H)$ рассчитаны с учётом гидравлических и морфологических особенностей участков водотоков, пересекаемых трассой, а также морфометрических характеристик створов переходов.

Расчёты координат зависимости кривых $Q = f(H)$ в створах переходов произведены по уравнению Шези:

$$Q = W \cdot V = WC \sqrt{RI} \quad (2.9)$$

где Q – расход воды, м³/с;

W – площадь поперечного сечения, м²;

R – гидравлический радиус, м (для простоты расчётов гидравлический радиус приравнивался средней глубине потока, средняя глубина потока вычислена как частное от деления площади на ширину потока);

I – уклон водной поверхности; в данном случае уклон водной поверхности принимался равным уклону дна.

C – коэффициент Шези, м^{0.5}/с, определяемый по формуле Маннинга:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (2.10)$$

n – коэффициент шероховатости; коэффициенты шероховатости назначены согласно Приложения 23[20].

2.3.2 Общие сведения о ходе уровней воды

В годовом ходе уровня выражены те же фазы, что и для стока воды.

Подъем уровня воды весной обычно начинается в третьей декаде марта.

Наивысшие уровни воды весеннего половодья чаще всего наблюдаются в середине апреля и, как правило, являются наивысшими в году. При этом подъемы уровня воды над меженным достигают 0,3-0,6 м.

Затем устанавливается летне-осенняя межень, которая продолжается до середины октября. Она характеризуется незначительными колебаниями уровня воды. Низшие за указанный период уровни воды чаще всего наблюдаются в августе-сентябре.

Почти ежегодно летне-осенняя межень нарушается несколькими дождевыми паводками.

В начале декабря устанавливается зимняя межень, которая обычно продолжается до середины марта. Наиболее низкие за этот период уровни воды в среднем наблюдаются в феврале.

2.3.3 Исходные данные для расчётов уровней

Уклоны на пойме приняты уклонам водотоков.

Коэффициенты шероховатости приняты согласно Приложению 23[20] $n = 0,03$ – для русла исследуемого водотока.

Принятые коэффициенты шероховатости по руслу и другие параметры приведены в табл. 2.14.

Таблица 2.14–Исходные данные для гидравлических расчётов

Водоток - створ	Коэффициент шероховатости	Уклон, ‰	Отметка дна, м БС
Канавы 1	0,03	0,57	1,62
Канавы 2	0,03	0,57	0,92

2.3.4 Расчёты пропускной способности

В таблице 2.15 приведены расчёты пропускной способности водотоков в морфостворах 1-2.

Таблица 2.15– Расчёты пропускной способности водотоков

H, м БС	W, м ²	I, доли	n	V, м/с	Q, м ³ /с
Канавы 1 – Морфоствор 1					
1,62	0,00	0.00057	0.03	0,00	0,00
2,00	0,48	0.00057	0.03	0,15	0,070
2,25	1,02	0.00057	0.03	0,21	0,21
2,50	1,67	0.00057	0.03	0,26	0,44
3,00	3,20	0.00057	0.03	0,36	1,16
Канавы 2 – Морфоствор 2					
0,92	0,00	0.00057	0.03	0,00	0,00
1,25	0,57	0.00057	0.03	0,13	0,072
1,50	1,33	0.00057	0.03	0,20	0,26
2,00	5,03	0.00057	0.03	0,24	1,19
2,25	7,44	0.00057	0.03	0,30	2,21

На рисунках 2.5-2.6 показаны кривые расходов воды $Q=f(H)$.

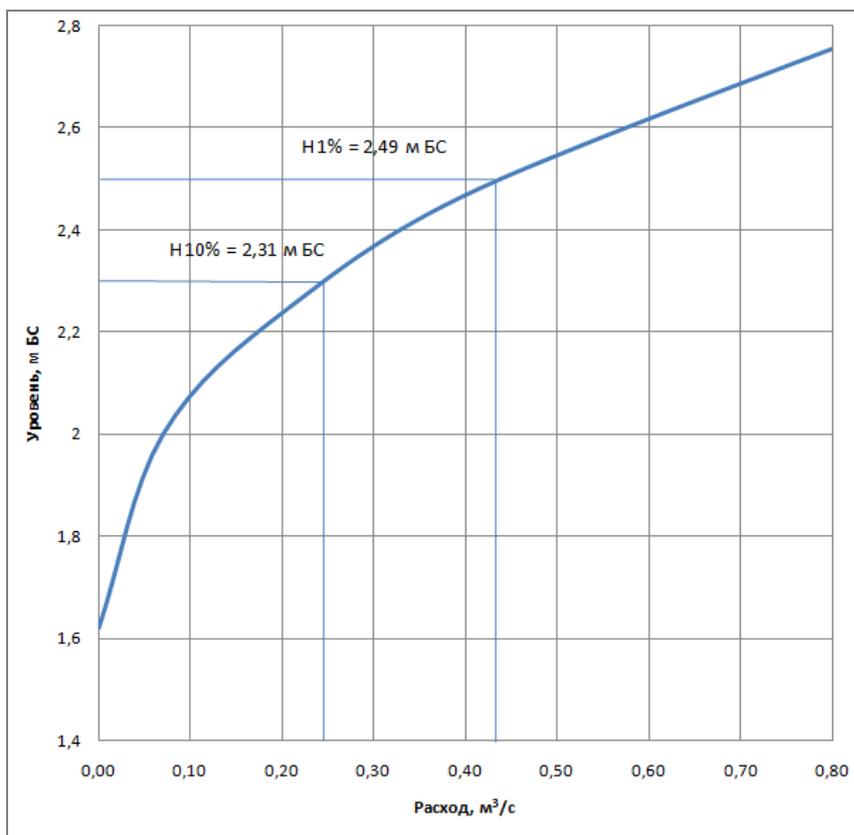


Рисунок 2.5. Кривая расходов воды $Q = f(H)$ канавы 1.

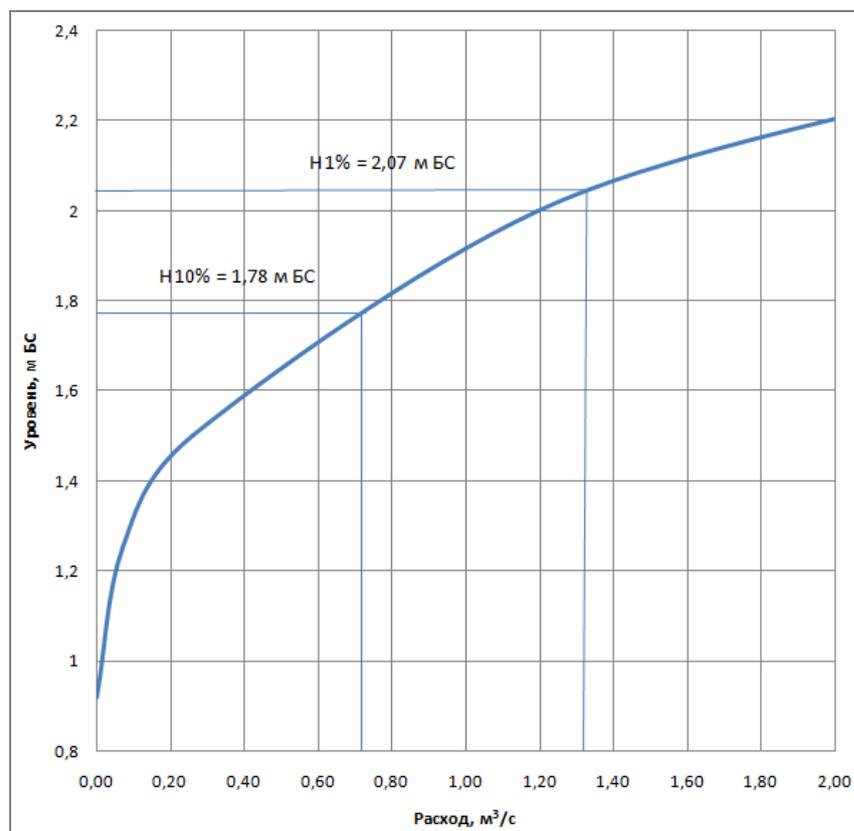


Рисунок 2.6. Кривая расходов воды $Q = f(H)$ канавы 2.

2.3.5 Уровни воды разной обеспеченности

По полученным зависимостям расходов и уровней определены наивысшие уровни воды, соответствующие максимальным расходам воды заданной обеспеченности:

В таблице 2.16 приведены наивысшие уровни воды заданной обеспеченности (1 и 10%).

Таблица 2.16– Средние и максимальные расходы воды (Q , м³/с) и уровни воды (H , м БС) различной обеспеченности (P , %) для исследуемых водотоков

Водоток – створ	Обеспеченность P , %			
	1		10	
	Q , м ³ /с	H , м БС	Q , м ³ /с	H , м БС
Канавы 1 – морфоствор 1	0,43	2,49	0,24	2,31
Канавы 2 – морфоствор 2	1,33	2,07	0,73	1,78

3 Современное состояние нормативного обеспечения выбора поперечного сечения и геометрических параметров мелиоративных каналов при их проектировании

Каналы осушительных систем (регулирующей, проводящей и оградительной сетей) должны иметь устойчивое русло, обеспечивающее пропуск расчетных расходов. Обеспечение этих требований зависит от правильно произведенного в процессе проектирования выбора вида поперечного сечения и его геометрических параметров в зависимости от геологических, функциональных и других требований. В связи с этим выбор поперечного сечения и геометрических параметров для всех видов осушительных каналов без ограничения по расходу должен быть регламентирован документом в области стандартизации, отвечающим требованиям современного законодательства Российской Федерации.[22]

Обзор существующей нормативно-методической базы в области проектирования, строительства и эксплуатации мелиоративных объектов позволил выявить ОСТ 33-2.2.13-87 «Каналы осушительных систем на расходы до 10 м³/с. Параметры поперечных сечений», утвержденный и введенный в действие приказом Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР № 429 от 25 декабря 1987 г. Статус данного документа, регламентирующего выбор вида поперечного сечения осушительных каналов и его геометрических параметров, в настоящее время не определен.

Данный документ был разработан и введен в действие взамен ОСТ 33-23-79. Как видно из дат введения в действие обоих документов актуализация ОСТ 33-23-79 потребовалась через 8 лет после вступления в силу. С 1987 года и по настоящее время ОСТ 33-2.2.13-87 не перерабатывался и его статус не определен. С одной стороны, документов, отменяющих его или переводящих в статус недействующего, в процессе обзора не обнаружено. С другой стороны, данный документ не соответствует современным

требованиям законодательства РФ о техническом регулировании и его положения требуют проверки на соответствие современным требованиям проектирования, строительства и эксплуатации мелиоративных систем. Необходимо разработать новый документ.

Основные положения рассматриваемого ОСТ 33-2.2.13-87 «Каналы осушительных систем на расходы до $10 \text{ м}^3/\text{с}$. Параметры поперечных сечений» изложены на четырех листах и содержат 10 пунктов. Оформление и содержание стандарта не соответствует требованиям ГОСТ Р 1.5-2004 «Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения» [6].

В первом пункте ОСТ 33-2.2.13-87 представлены область применения и содержание стандарта: «Настоящий стандарт распространяется на каналы осушительных систем с расходами воды до $10 \text{ м}^3/\text{с}$ в нескальных грунтах.

Стандарт устанавливает геометрические параметры поперечных сечений каналов трапецеидального профиля регулирующей, проводящей и оградительной сетей.

Стандарт обязателен для предприятий и организаций системы Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР» [7].

Анализ первого пункта показал необходимость:

- из области применения удалить ограничение по расходам воды;
- при разработке нового документа проверить возможность использования при проектировании и строительстве каналов осушительных систем других профилей поперечного сечения кроме трапецеидального и, при необходимости, внести эти профили в содержание стандарта;
- абзац, содержащий ссылки на несуществующие органы исполнительной власти, в разрабатываемый документ не вносить.

Во втором пункте данного стандарта содержится следующее требование к каналам осушительных систем: «Каналы осушительных систем должны иметь устойчивое русло и обеспечивать пропуск расчетных

расходов» [7]. Данное требование актуально и должно быть внесено во вновь разрабатываемый документ.

В п. 3 рассматриваемого стандарта представлено графическое изображение трапецидальных каналов осушительной сети (рисунок 3.1), а также указаны условные обозначения параметров каналов (H_B – глубина выемки, $H_{СТР}$ – строительная глубина, $H_{УСТ}$ – высота уступа, b – ширина канала по дну, A – ширина берм, m – коэффициент заложения подводных откосов, m_1 – коэффициент заложения надводных откосов). Положения данного пункта должны быть внесены в разрабатываемый стандарт. При этом условные обозначения параметров каналов необходимо проверить на соответствие современным требованиям. Кроме того, при выявлении возможности использования при проектировании и строительстве каналов осушительных систем других профилей поперечного сечения, кроме трапецидального, в разрабатываемый стандарт необходимо добавить графическое изображение этих профилей и условные обозначения их параметров.

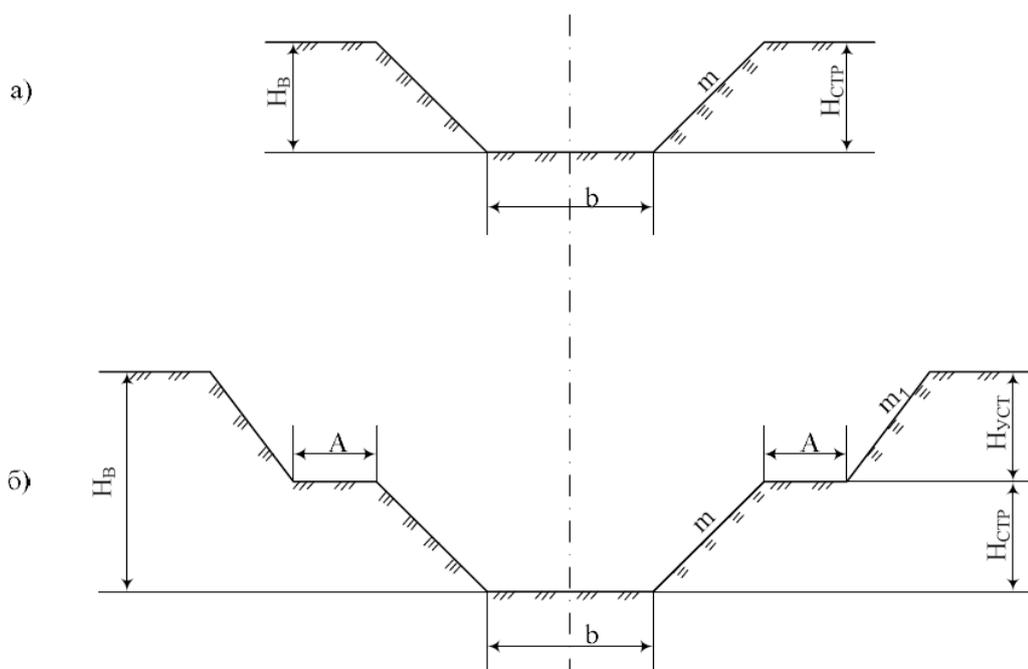


Рисунок 3.1 – Параметры трапецидальных каналов

а) каналы при $H_B = H_{СТР}$; б) каналы при $H_B > H_{СТР}$

В п. 4 рассматриваемого стандарта представлены основные геометрические параметры трапецидальных поперечных сечений каналов $H_{СТР}$, b , m , доступные при разработке общестроительными и специализированными мелиоративными машинами. Значения данных параметров представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Геометрические параметры поперечных сечений каналов, разрабатываемых общестроительными и специализированными мелиоративными машинами

Наименование	$H_{СТР}$	b , м	m
Каналы регулирующей, оградительной и проводящей сетей, выполняемые общестроительными машинами	От 0,8 до 1,5включ.	0,4; 0,6; 0,8; 1,0	1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0
	Св. 1,5 до 2,5включ.	0,6; 0,8; 1,0; 1,5	1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5
	2,5 до 3,5 включ.	0,6; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0	1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5
Каналы регулирующей сети, выполняемые специализированными машинами	От 0,8 до 1,0включ.	0,25	1,0
	Св. 1,0 до 1,2включ.	0,25	1,0
	1,2 до 1,7 включ.	0,25	1,0

Положения п. 4 соответствуют содержанию и назначению вновь разрабатываемого документа и после уточнения значений параметров поперечных сечений должны быть включены в его состав.

В п. 5 рассматриваемого документа изложены правила установления параметров трапецидального поперечного сечения каналов с учетом назначения каналов, пропускаемых расходов, продольного уклона дна и вида грунтов, слагающих русло канала. Так, параметры поперечных сечений каналов проводящей сети на расходы более $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$, а также при меньших расходах, когда уклон канала, проходящего в песчаных грунтах более 0,0005, в суглинистых грунтах – более 0,003 и глинистых грунтах – более 0,005, нагорных каналов, ловчих каналов при строительной глубине более 3,5 м, должны устанавливаться гидравлическими расчетами с учетом геотехнических свойств грунтов, гидрогеологических условий, рабочих

характеристик землеройных машин и корректироваться до ближайших значений, указанных в таблице 3.1. Параметры поперечных сечений каналов регулирующей сети, проводящей сети на расходы до 0,5 м³/с с уклонами менее 0,0005 в песчаных, 0,003 в суглинистых и 0,005 в глинистых грунтах, ловчих каналов оградительной сети при строительной глубине менее 3,5 м должны устанавливаться конструктивно согласно таблице с учетом тех же условий. Данные правила будут включены в состав разрабатываемого документа и расширены (при необходимости) аналогичными правилами установления параметров других видов поперечного сечения.

В п. 6 рассматриваемого стандарта указано, что гидравлические расчеты параметров поперечных сечений каналов и расчеты их креплений необходимо выполнять согласно СНиП 2.06.03-85, а также ведомственных нормативных документов, утвержденных Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР. Данное указание должно быть включено в разрабатываемый стандарт после доработки с целью проверки актуальности ссылок.

В п. 7 рассматриваемого документа указано, что при строительстве каналов в просадочных, набухающих и пучинистых грунтах параметры поперечных сечений необходимо назначать с учетом инженерных мероприятий, обеспечивающих их устойчивость и эксплуатационную надежность.

В п. 8 указано, что при строительстве каналов в малоустойчивых и плывунных грунтах, имеющих угол внутреннего трения в водонасыщенном состоянии менее 20°, а также при скоростях течения воды в канале, превышающих допустимые, и при высоте выклинивания грунтовых вод выше допустимых, параметры поперечных сечений принимаются согласно требований п. 5 с креплением дна и откосов. В данном случае тип крепления принимается согласно типовым проектным решениям.

В девятом пункте указано, что коэффициенты заложения каналов оградительной сети с нагорной стороны необходимо увеличить на 0,5 против значений, указанных в таблице.

В п. 10 рассматриваемого стандарта указано, что при прохождении каналов в выемке, глубина которой превышает строительную глубину, необходимо устраивать первую берму на отметке строительной глубины канала. В дальнейшем отметки последующих берм и коэффициенты заложения откосов выемки определяются расчетом. Как правило, расстояние по высоте между бермами $H_{уст}$ не должно превышать 5 м, а ширину берм следует принимать в зависимости от назначения берм и рабочих характеристик машин, которые применяются при строительстве и эксплуатации каналов.

Требования пунктов 7-10 ОСТ 33-2.2.13-87 «Каналы осушительных систем на расходы до 10 м³/с. Параметры поперечных сечений» соответствуют цели и назначению вновь разрабатываемого стандарта и будут включены в его содержание.

Проведенный анализ показал, что нормативное обеспечение выбора поперечного сечения и геометрических параметров осушительных каналов при их проектировании включает один документ, область применения которого ограничивается применением только трапецеидального сечения для каналов с расходами до 10 м³/с. Кроме этого оформление и содержание данного документа не соответствует требованиям ГОСТ Р 1.5-2004. Поэтому требуется коренная переработка рассмотренного нормативного документа и разработка на его основе национального стандарта, который должен регламентировать выбор поперечного сечения и его параметров для каждого вида осушительных каналов (регулирующей, проводящей и оградительной сетей) без ограничения по расходу с учетом местных геологических условий.

4 Определение геометрических параметров мелиоративных каналов

За расчётный расход берём однопроцентный расход по обеим каналам для каждой соответственно из таблицы 2.16. Далее приняв коэффициент шероховатости равный 0.03 (таблица 23 [20]), определяем максимально возможную в сечении скорость протекания потока. Сначала нужно определить безразмерный параметр

$$\Psi_{\text{ГНП}} = 8\sqrt{1 + m^2} - 4m \quad (4.1)$$

где m – коэффициент заложения откосов, который находится по таблице V.1[20].

Далее рассчитываем расходную характеристику

$$K_0 = Q/\sqrt{i} \quad (4.2)$$

и функцию

$$K_0 n / \Psi_{\text{ГНП}} \quad (4.3)$$

Показатель степени « z » находится по таблице IV.3 [20]. Гидравлический радиус R_{max} определяется по таблице приложения 26 [20]. Скоростную характеристику W_{max} - по таблице приложения 24 [20].

Максимально возможная средняя скорость в сечении.

$$V_{\text{max}} = W_{\text{max}}\sqrt{i} \quad (4.4)$$

Допускаемая средняя скорость в сечении определяется по таблице приложения 22 [20].

Так как для обеих каналов максимальные скорости оказались меньше допустимых, то для дальнейшего расчёта принимается $V_{\text{расч}} = V_{\text{max}}$.

Далее следует определить ширину русла по зависимости V.2[20], предварительно установив, что при $m = 1.5$, $\beta_{\text{ГНП}} = 0.61$. Тогда требуемая площадь живого сечения:

$$\omega = Q/V_{\text{расч}} \quad (8.5)$$

$$b = \frac{\beta_{\text{ГНП}}}{\sqrt{\beta_{\text{ГНП}} + m}} \sqrt{\omega} \quad (8.6)$$

Последним этапом будет определение воды в русле:

$$h_0 = \frac{\sqrt{b^2 + 4m} - b}{2m} \quad (8.7)$$

Расчёты гидравлически наивыгоднейших размеров трапецеидального сечения представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 Расчёт гидравлически наивыгоднейших размеров трапецеидального сечения.

Исходные данные		табличные параметры		расчётные параметры	
Q ₁	0,43	Z	0,75	Ψ _{ГНП}	8,42
i	0,00057	R _{max}	0,37	K ₀	18,0
m	1,5	W _{max}	15,5	K ₀ n/Ψ _{ГНП}	0,06
n	0,03	V _{доп}	0,5	V _{max}	0,37
h	0,87			$\beta_{\text{ГНП}}/\sqrt{\beta_{\text{ГНП}} + m}$	0,42
β _{ГНП}	0,61			ω	1,16
				b	0,45
				h ₀	0,70
Q ₂	1,33	Z	0,75	Ψ _{ГНП}	8,42
i	0,00057	R _{max}	0,55	K ₀	55,7
m	1,5	W _{max}	21,1	K ₀ n/Ψ _{ГНП}	0,19
n	0,03	V _{доп}	0,52	V _{max}	0,50
h	1,15			$\beta_{\text{ГНП}}/\sqrt{\beta_{\text{ГНП}} + m}$	0,42
β _{ГНП}	0,61			ω	2,64
				b	0,70
				h ₀	1,32

Заключение

В работе исследованы гидрометеорологические условия участка изысканий, определены параметры водотоков и их водосборов, рассчитаны обеспеченные расходы воды и произведены гидравлические расчёты наивыгоднейших размеров канав.

В процессе работы обнаружено, что на сегодняшний день нормативных документов для определения геометрических параметров мелиоративных канав нет. Найден ОСТ 33-2.2.13-87 «Каналы осушительных систем на расходы до $10 \text{ м}^3/\text{с}$. Параметры поперечных сечений», утвержденный и введенный в действие приказом Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР № 429 от 25 декабря 1987 г. Однако статус данного документа, регламентирующего выбор вида поперечного сечения осушительных каналов и его геометрических параметров, в настоящее время не определен.

В результате расчетов получены следующие параметры для исследуемых канав:

Канавы 1 – ширина по дну 0,45 м, глубина в русле 0,70 м.

Канавы 2 – ширина по дну 0,70 м, глубина в русле 1,32 м.

В соответствии с ОСТ 33-2.2.13-87, рекомендуется принять для указанных канав следующие параметры:

Канавы 1 – ширина по дну 0,4 м, строительная глубина 1,0 м.

Канавы 2 – ширина по дну 0,8 м, строительная глубина 1,5 м.

В результате работы обоснована необходимость актуализации нормативного документа ОСТ 33-2.2.13-87 «Каналы осушительных систем на расходы до $10 \text{ м}^3/\text{с}$. Параметры поперечных сечений».

Список использованной литературы:

1. Свод правил СП 47.13330.2012 "СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения". Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 (утв. приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству от 10 декабря 2012 г. N 83/ГС).
2. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства СП 11-103-97 "Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства" (одобрен Госстроем РФ 10 июля 1997 г. N 9-1-1/69).
3. Свод правил по проектированию и строительству СП 33-101-2003 "Определение основных расчетных гидрологических характеристик" (одобрен постановлением Госстроя РФ от 26 декабря 2003 г. N 218).
4. Свод правил СП 46.13330.2012 "СНиП 3.06.04-91. Мосты и трубы". Актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91 (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. N 635).
5. Свод правил СП 131.13330.2012 "СНиП 23-01-99*. Строительная климатология". Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г. N 275).
6. ГОСТ Р 1.5-2004. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения. – М.: Изд-во стандартов, 2005. – 45 с.
7. ОСТ 33-2.2.13-87. Каналы осушительных систем на расходы до $10 \text{ м}^3/\text{с}$. Параметры поперечных сечений. – Взамен ОСТ 33-23-79; введ. 1987-25-12. – М.: Госстандарт, 1987. – 9 с.
8. Климат Ленинграда, Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 252 с.
9. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3, части 1-6, вып. 3, Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 692 с.
10. Схема комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) бассейна реки Нева. В 6 книгах. // Министерство природных ресурсов и экологии РФ. – Санкт-Петербург, 2010.
11. Справочник по климату СССР. Вып 3, ч. 2, - Л: Гидрометеиздат, 1965. – 340 с.

12. Справочник по климату СССР. Вып 3, ч.3, - Л: Гидрометеиздат, 1966. – 270 с.
13. Справочник по климату СССР. Вып 3, ч.4, - Л: Гидрометеиздат, 1968. – 326 с.
14. Справочник по климату СССР. Вып 3, ч.5. - Л: Гидрометеиздат, 1968. – 248 с.
15. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат. 1984.
16. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т.2. Л.: Гидрометеиздат, 1965.
17. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.2, Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1972.
18. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т.2. Л.: Гидрометеиздат, 1966.
19. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т.1, вып. 5. Л.: 1986.
20. Большаков В.А., Курганович А.А. Гидрологические и гидравлические расчеты малых дорожных сооружений. – Киев: Вища школа, 1983. – 280 с.
21. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1. Реки и каналы. Т. 1. Вып. 5. Бассейны рек Балтийского моря, Ладожского и Онежского озер. - Л.: Гидрометеиздат, 1981-1997 гг.
22. Штанько А. С. Современное состояние нормативнообеспечения выбора поперечного сечения и геометрических параметров осушительных каналов при их проектировании // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 51. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – 128-132 с.

Приложения

Приложение А

Скорость ветра, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь								
0-1	0,7	0,8	1,0	2,7	2,8	2,6	2,5	2,3
2-5	2,2	4,0	6,2	10,8	7,8	7,6	6,6	6,5
6-9	1,0	2,2	2,6	5,2	4,0	5,4	4,2	3,1
10-13	0,06	0,4	0,1	0,6	0,5	0,8	1,3	0,4
14-17						0,2	0,5	0,1
18-20					0,03	0,1	0,1	0,03
Февраль								
0-1	0,4	1,1	1,6	3,2	3,3	3,5	4,0	2,6
2-5	1,7	3,5	5,9	9,9	7,3	7,3	7,9	4,9
6-9	1,6	2,4	3,1	5,5	3,4	2,8	5,0	2,6
10-13	0,06	0,5	0,2	0,4	0,6	0,6	1,8	0,5
14-17		0,03		0,03	0,03	0,06	0,5	0,2
18-20							0,03	
Март								
0-1	1,3	1,4	1,8	2,3	3,1	3,6	6,5	4,4
2-5	2,3	5,2	5,9	7,3	5,5	7,1	9,2	5,4
6-9	1,4	2,4	3,2	2,2	2,5	3,2	5,1	2,2
10-13	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,6	2,0	0,4
14-17		0,1	0,1	0,1	0,06	0,03	0,5	0,2
Апрель								
0-1	1,0	2,2	1,7	3,2	2,0	3,8	7,8	4,3
2-5	2,2	5,3	5,6	7,9	6,4	6,8	8,9	6,1
6-9	0,9	1,9	1,6	2,7	3,4	3,0	5,2	2,0
10-13	0,2	0,7	0,2	0,1	0,3	0,5	1,1	0,2
14-17		0,06		0,1	0,1	0,06	0,4	0,06
18-20					0,03			
Май								
0-1	0,8	2,1	2,3	3,0	1,8	2,1	5,5	3,7
2-5	3,8	9,4	6,5	5,6	4,2	4,8	10,7	7,5
6-9	1,4	4,8	2,2	0,9	1,2	1,8	5,6	3,2
10-13	0,1	0,7	0,1	0,2	0,2	0,4	1,8	0,7
14-17	0,03	0,06			0,03	0,1	0,5	0,09
18-20							0,09	
Июнь								
0-1	1,4	1,6	1,5	2,1	2,3	2,7	4,8	3,0
2-5	3,7	6,6	4,6	5,8	5,3	6,8	11,1	8,5
6-9	1,2	2,3	1,3	1,3	1,5	2,7	8,1	4,5
10-13	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	2,4	1,1
14-17	0,03				0,03	0,03	0,5	0,2
18-20							0,1	0,03
Июль								
0-1	1,4	2,2	2,9	3,0	3,2	3,5	4,4	3,1

Скорость ветра, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
2-5	3,2	8,8	7,7	6,4	4,5	6,8	8,9	7,0
6-9	1,0	2,9	1,1	0,9	0,9	2,0	6,5	3,6
10-13	0,1	0,2	0,1		0,03	0,4	1,7	0,6
14-17	0,03	0,06				0,03	0,6	0,2
18-20							0,06	0,03
Август								
0-1	2,1	2,5	2,8	3,8	4,1	4,1	3,4	3,5
2-5	3,0	6,8	6,9	7,6	5,8	8,7	8,0	5,9
6-9	0,6	2,3	1,8	1,3	1,7	3,5	4,2	2,4
10-13	0,03	0,2	0,1	0,06	0,03	0,6	1,2	0,5
14-17							0,3	0,2
18-20								0,03
Сентябрь								
0-1	1,9	2,6	2,1	3,8	3,5	4,1	3,4	2,0
2-5	4,5	3,6	3,6	7,7	8,8	9,9	6,7	6,0
6-9	1,2	1,4	1,0	1,3	2,3	4,5	5,2	3,7
10-13	0,1	0,1	0,03	0,06	0,2	0,5	1,7	1,2
14-17			0,03		0,03	0,3	0,6	0,3
18-20					0,03		0,03	
Октябрь								
0-1	1,5	1,3	1,4	2,2	2,6	3,9	1,9	1,5
2-5	4,6	2,9	4,8	8,4	9,2	11,5	5,4	6,7
6-9	1,3	1,0	1,4	2,3	3,5	5,6	4,3	4,0
10-13	0,2	0,2	0,2	0,03	0,2	0,7	1,5	1,6
14-17			0,1		0,06	0,2	0,7	0,9
18-20							0,1	0,1
Ноябрь								
0-1	0,8	0,8	1,6	3,0	2,9	2,5	0,8	1,2
2-5	2,1	2,0	5,7	12,9	11,6	11,4	3,7	4,4
6-9	0,7	0,9	2,9	5,6	4,9	5,0	3,6	3,4
10-13		0,2	0,3	0,2	0,4	0,8	1,5	0,8
14-17			0,2	0,03	0,1	0,2	0,4	0,3
18-20					0,03		0,1	0,03
Декабрь								
0-1	0,6	0,9	1,8	3,0	3,1	2,5	1,7	2,7
2-5	1,8	2,9	6,1	11,1	9,1	8,4	5,3	5,7
6-9	0,9	1,6	2,8	5,2	4,4	5,7	3,7	3,1
10-13	0,03	0,2	0,1	0,5	0,5	1,4	1,4	0,9
14-17				0,1		0,1	0,3	0,2
18-20						0,03	0,2	

Приложение Б – Сведения о гидрологических постах на ближайших водотоках

Наименование	Расстояние от истока, км	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Отм. нуля поста, м	Ср. высота водосбора, м	Ср. уклон водосбора, %	Дата открытия	Дата закрытия	Ведомственная принадлежность
Река Авлога – Д. Матокса	20,0	34	89.1	35.19	75	12.4	19.09.1954	Действ.	ФГБУ СЗУГМС
Река Черная – Р.П. Дибуны	27,0	7.7	88	9.88	67	23	30.05.1925	12.11.1966	ФГБУ СЗУГМС
Река Лепсари – Д.Лепсаари, верх. пост	14,0	7.5	105	8.05	0	0	04.12.1926	30.04.1934	ФГБУ СЗУГМС
Река Лепсари – Д. Лепсаари, ниж. пост	18,0	3	118	7.1	0	0	01.05.1930	30.11.1933	ФГБУ СЗУГМС
Река Охта – Д. Новое Девяткино	67,0	23	340	8.54	68	12.3	26.05.1932	Действ.	ФГБУ СЗУГМС
Река Сторожиловка – Пос. Парголово	5,8	1.2	31.1	98	37	15.4	18.05.1932	25.05.1933	ФГБУ СЗУГМС
Река Сторожиловка – Шуваловский Парк	6,2	0.8	30.1	71.5	40	19.8	02.12.1974	28.02.1978	ФГБУ СЗУГМС
Река Сестра – Ст. Белоостров	69,0	5.7	390	7.87	84	22.5	03.10.1940	01.07.1998	ФГБУ СЗУГМС