

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Кафедра комплексных систем водоснабжения

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ
НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА**

Методические рекомендации по практическим занятиям для обучающихся направления подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование, направленность «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения»

Краснодар,
КубГАУ
2018

Составители А. С. Шишкин, А. К. Семерджян В. В. Ванжа,
В. И. Орехова

Проектирование системы водоотведения населенного пункта
/ сост. А. С. Шишкин, А. К. Семерджян, В.В. Ванжа,
В.И. Орехова – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 70 с.

В методические рекомендации включены основные положения по выбору сети и расчёту системы водоотведения с целью ознакомления обучающихся с принципами проектирования системы водоотведения и применения достижений науки и техники в области сбора и сточных вод.

Методические рекомендации могут быть использованы обучающимися направления подготовки 20.03.02 *Природообустройство и водопользование* при изучении дисциплин «Водоотведение и очистка сточных вод» и «Способы обработки осадка сточных вод».

Рассмотрено и одобрено методической комиссии факультета гидромелиорации Кубанского госагроуниверситета, протокол № 1 от 24 сентября 2018.

Председатель методической комиссии

В. О. Шишкин

© А. С. Шишкин, А. К. Семерджян, В. В. Ванжа,
В. И. Орехова составление,
2018

© ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 2018.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ ВОДООТВЕДЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД.....	5
1.1 Порядок проектирования.....	5
1.2 Подготовительный этап.....	6
1.3 Выбор места расположения площадки очистных сооружений и створа выпуска очищенных сточных вод в водоем.....	7
1.4 Системы и схемы водоотведения, трассировка сети.....	7
1.5 Трассировка сети.....	9
1.6 Разбивка кварталов на площади стока и поквартальная трассировка сети.....	14
1.7 Назначение расчетных коллекторов. Определение диктующих точек.....	16
1.8 Расчетные точки на расчетных коллекторах.....	17
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ.....	19
2.1 Среднесекундные расходы с площадей стока.....	21
2.2 Расчетные расходы на расчетных участках водоотводящей сети.....	23
3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТИ.....	26
4 ДИАМЕТРЫ ТРУБ, НАПОЛНЕНИЕ И УКЛОНЫ.....	28
4.1 Наименьшие диаметры труб и уклоны, расчетные наполнения труб и скорости движения сточных вод в трубах и каналах.....	28
4.2 Соединение труб разных диаметров.....	30
4.3 Гидравлический расчет самотечных сетей водоотведения.....	31
5 ПРИМЕР РАСЧЕТА ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТИ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА.....	34
5.1 Границы канализования и бассейны стока.....	35
5.2 Выбор места расположения площадки очистных сооружений населенного пункта.....	37

5.3 Выбор системы и схемы водоотведения. Разбивка кварталов на площади стока. Поквартальная трассировка сети.....	38
5.4 Определение диктующих и назначение расчетных точек.....	41
5.5 Пример гидравлического расчета сети	43
ПРИЛОЖЕНИЕ А	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	73

1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ ВОДООТВЕДЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

1.1 Порядок проектирования

Для выполнения проекта студенту выдается генплан (генеральный план) населенного пункта в масштабе 1:20000 или 1:10000 на бумаге формата А4 для изучения материала в аудитории и в электронном виде в формате .dwg для самостоятельного проектирования с применением современных систем автоматического проектирования (САПР) (например, AutoCAD), а также бланк задания. Бланк задания содержит данные о географическом положении населенного пункта, данные о плотности населения и параметры, характеризующие степень благоустройства жилых зданий по районам населенного пункта, гидрогеологические данные, информацию о промышленных предприятиях, общественных и коммунальных учреждениях. На плане необходимо самостоятельно наметить расположение промышленного предприятия и трёх коммунальных учреждений (бани, больницы и школы) в границах трёх любых кварталов.

Проектирование ведут в следующей последовательности:

- детально изучают план населенного пункта и исходные данные для проектирования (подготовительный этап);
- выбирается место расположения площадки очистных сооружений и место выпуска сточных вод;
- выбирается схема трассировки в зависимости от уклонов территории;
- выполняют трассировку сети;
- определяют расчетные расходы от населенного пункта, общественных зданий и промышленных предприятий;
- определяют расчетные расходы на каждом участке;
- выбирают материала труб;
- выполняют гидравлический расчет и строят продольный профиль коллектора.

1.2 Подготовительный этап

Для составления проекта необходимо изучить данные по топографии, климату, гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеологии, канализуемого объекта, так как:

- а) топографические условия определяют трассировку сети;
- б) климатические - глубину заложения сети;
- в) гидрогеологические – (глубина залегания грунтовых вод, степень их агрессивности и т.д.) - материал труб, сооружений, способ прокладки трубопроводов;
- г) условия инженерной геологии - способ производства земляных работ;
- д) гидрологические - тип системы канализации и выпуска сточных вод в водоем;

При изучении плана населенного пункта необходимо детально разобраться в топографии местности и учесть все особенности рельефа. Следует определить, где находятся самые высокие и самые низкие точки населенного пункта, а также определить местонахождение тальвегов и водоразделов – разделить бассейны канализования.

При изучении плана населенного пункта важно выяснить входят ли в границы канализования кварталы, отдаленные от основной застройки, отделенные зелеными насаждениями, водными или другими преградами.

Бассейном стока (бассейном канализования) является часть канализуемой территории, ограниченной линиями водораздела. В границах бассейна стока водоотводящие сети объединяются одним или несколькими коллекторами, транспортирующими сточные воды за пределы бассейна. Главный коллектор объединяет коллекторы бассейнов стока.

Разбивка территории населенного пункта на бассейны стока облегчает трассировку сети, позволяет выделить диктующие ветки коллекторов, определить трассу главного коллектора, предварительно определить места расположения районных и главной насосной станций.

1.3 Выбор места расположения площадки очистных сооружений и створа выпуска очищенных сточных вод в водоем

При определении места расположения площадки очистных сооружений и выпуска очищенных сточных вод в рамках учебного проектирования следует учитывать следующее:

площадку очистных сооружений следует располагать вниз по течению реки от населенного пункта на не затопляемой в паводок территории;

следует учитывать преобладающее направление ветров в районе расположения населенного пункта и по возможности располагать очистные сооружения с подветренной стороны;

- расстояние от площадки очистных сооружений до ближайших жилых, административных и общественных зданий, а также до предприятий пищевой промышленности принимается с учетом их перспективного развития в соответствии с санитарными нормами п. 4.20 [10];
- при выполнении расчетно-графической работы размер площадки очистных сооружений средней производительности можно принимать 200×300 м.

1.4 Системы и схемы водоотведения, трассировка сети

В текстовой части проекта должно быть указано, какая(ие) система водоотведения принята(ы) для населенного пункта

Выбор схемы водоотведения зависит от ряда факторов:

- рельефа местности;
- планировки населенного пункта, месторасположения промышленных предприятий;
- расположения водоемприемника и очистных сооружений;
- геологических и гидрогеологических условий.

В зависимости от сочетания и значимости основных факторов используются следующие схемы водоотводящих сетей:

1. Перпендикулярная схема обычно применяется при спокойном рельефе с уклоном земли к водоему для отвода дождевых вод. Коллекторы бассейнов водоотведения прокладываются перпендикулярно горизонталям и перпендикулярно направлению потока воды водоема. По такой схеме выполняют водосточную сеть при полной раздельной системе водоотведения. (рисунок 1.1 а).

2. Перпендикулярно-пересеченная схема применяется при плавном падении рельефа к водоему и необходимости направления сточных вод на очистку (рисунок 1.1 б).

3. Параллельная (или веерная) схема используется при крутом рельефе местности для снижения скорости течения сточных вод в коллекторах. Коллекторы бассейнов водоотведения направляются параллельно или под небольшим углом к направлению потока воды в водоеме и пересекаются с главным коллектором, транспортирующим сточные воды к очистным сооружениям (рисунок 1.1 в).

4. Зональная схема применяется при расположении города на отдельных террасах со значительной разностью отметок земли. Каждая из зон имеет схему аналогичную одной из перечисленных выше (рисунок 1.1 в).

5. Радиальная схема используется при сложном, относительно плоском рельефе местности в больших городах. При этом город разбивается на ряд бассейнов, имеющих свою независимую сеть и свои очистные сооружения. (рисунок 1.1 г).

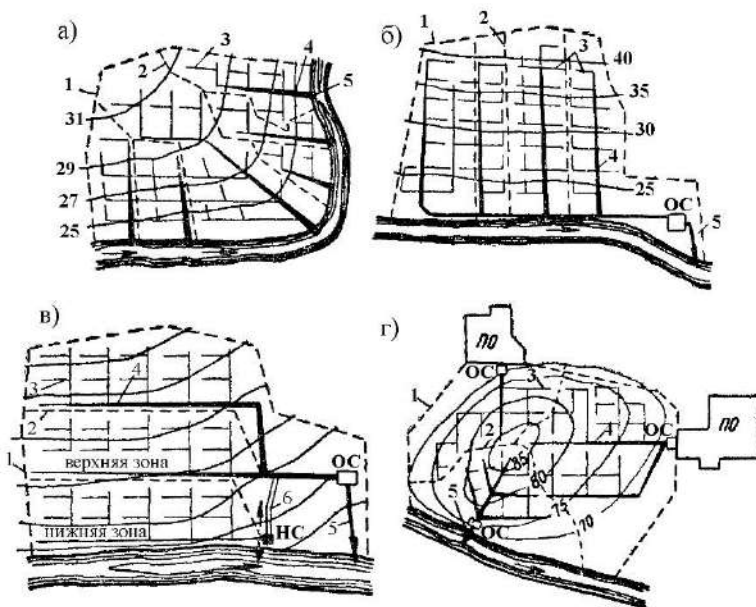


Рисунок 1.1 – Схемы сети водоотведения.

1.5 Трассировка сети

В основу трассировки положен самотечный режим движения сточных вод при минимально возможных глубинах заложения сети.

В первую очередь при выполнении трассировки намечают принципиальную схему канализации населенного пункта. Для этого выполняют следующее:

- производят разбивку территории населенного пункта на бассейны водоотведения (бассейн водоотведения (канализования) ограничен водоразделами и границей населенного пункта, (рисунок 1.2); на рисунке два бассейна водоотведения);
- намечают место расположения канализационных очистных сооружений, которые должны находиться ниже населенного пункта по течению реки на расстоянии ,

- Выбор места расположения площадки очистных сооружений и створа выпуска очищенных сточных вод в водоем
- (место расположения очистных сооружений сначала определяют ориентировочно, а после определения расчетных расходов его уточняют);
- ориентировочно намечают трассу главного коллектора; главные коллекторы трассируют по наиболее пониженным местам, тальвегам, по берегам рек и ручьев и т.д. (трассу главного коллектора уточняют после трассировки уличной сети);
- выявляют районы, требующие перекачки сточных вод, и места расположения насосных станций (перекачку сточных вод Разбудинужно предусматривать лишь при невозможности транспортирования их самотеком в случае больших заглублений сети, неудовлетворительных грунтовых условий);
- производят трассировку уличной сети.

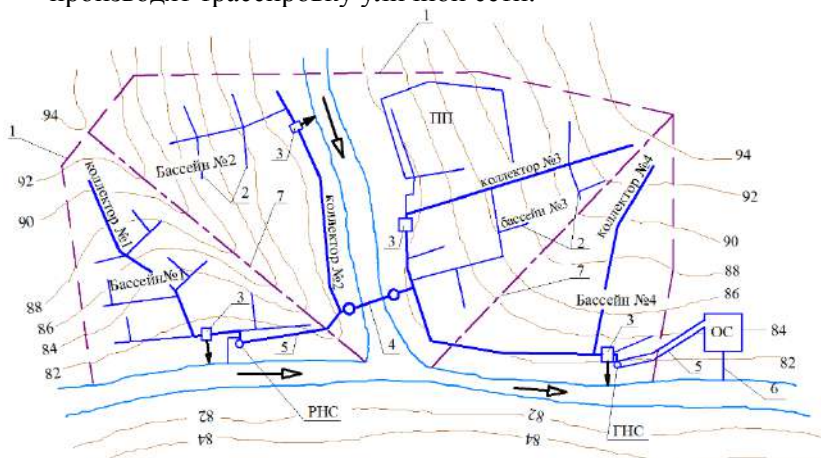


Рисунок 1.2 – Общая схема сети водоотведения населенного пункта.

РНС – районная насосная станция; ГНС – главная насосная станция; ОС – очистные сооружения; ПП – промышленное предприятие; 1 – граница города; 2 – наружная (внешняя) водотводящая сеть трубопроводов; 4 – дюкер; 5 – напорные

трубопроводы; 6 – выпуск очищенных стчных вод; 7 – граница водоразделов.

В текстовой части работы должно быть указано, какая система водоотведения принята для населенного пункта в целом или для отдельных бассейнов водоотведения.

Объемлющая трассировка (рисунок 1.3) - уличные трубопроводы прокладывают со всех сторон квартала. Эту трассировку применяют при слабовыраженном уклоне местности $i < 0,005$) для больших кварталов и при отсутствии внутри них застройки.

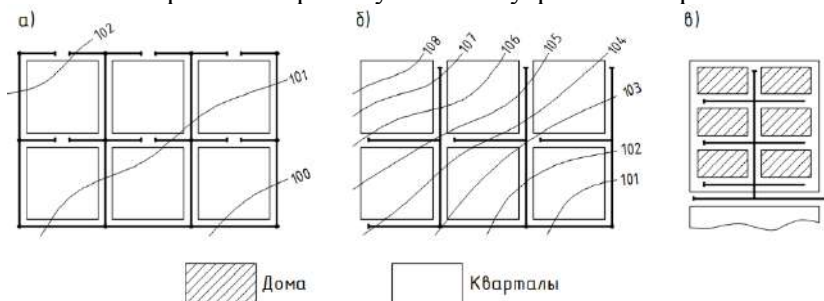


Рисунок 1.3 – Схемы трассировки сети водоотведения.

а – схема *объемлющей* трассировки сети водоотведения;

б – схема трассировки сети *по пониженной стороне* квартала;

в – *чрезквартальная* схема трассировки

Подробно виды трассировок представлены в курсе лекций по водоотведению [7]

Трассировку уличной сети выполняем по пониженной грани или по объемлющей схеме.

Выбор той или иной схемы трассировки производят следующим образом. Вычисляют *в каждом квартале* уклон местности в сторону пониженной грани. Если уклон местности больше или равен 0,007, то трассировка выполняется по пониженной грани, если уклон меньше 0,007, то принимают объемлющую схему трассировки. Таким образом, в зависимости от рельефа местности одна

часть населенного пункта может иметь трассировку по пониженной грани, другая часть – по объемлющей схеме. При выполнении трассировки необходимо помнить, что наиболее экономичной является трассировка по пониженной грани, поэтому необходимо использовать все возможности для ее применения.

Черезквартальная трассировка принимается в случае прохождения через квартал тальвегов, когда другие схемы трассировки вызовут большие заглобления коллекторов (рисунок 1.5), а также в случае застройки населенного пункта микрорайонами.

Трассировку уличной сети обычно начинают с наиболее высоко расположенных кварталов. Трубопроводы водоотведения трассируют по кратчайшему расстоянию от водоразделов до коллектора. Поэтому трубопроводы направляют по улицам с наибольшим уклоном земли, т.е. трассы линий должны быть по возможности наиболее близки к перпендикулярам к горизонталям, если трассировка выполняется по объемлющей схеме. Необходимо избегать трассировки трубопроводов с малыми расходами по улицам при их уклонах менее 0,005, так как это ведет к излишнему заглоблению трубопроводов; боковые подключения должны иметь меньшие глубины заложения, чем главный коллектор. Эти обстоятельства возникают зачастую при плоском рельефе местности.

Иногда при выполнении трассировки по пониженной грани возникает необходимость прокладки длинных трубопроводов по улицам с небольшим уклоном. На начальных участках сети возможность прокладки таких трубопроводов проверяют следующим образом. Замеряют уклон земли по улице и если этот уклон будет равен или больше, чем 0,007 (т.к. допустимый минимальный уклон трубопроводов диаметром 150 мм – 0,007), то такая прокладка допустима. Если уклон земли меньше, чем 0,007, то прокладка трубопроводов с уклоном 0,007 вызовет излишнее заглобление. Целесообразно в таких случаях трубопровод после перекрестка направить по улице с большим уклоном.

При выполнении трассировки необходимо учитывать и то, что трубопроводы большого диаметра можно прокладывать с меньшим уклоном.

Если прокладывают длинные трубопроводы по улицам с большими уклонами, в конце линии водоотведения могут получиться большие глубины заложения. Наибольшую глубину заложения самотечных коллекторов при производстве работ открытым способом следует принимать:

в скальных грунтах	-	4-5 м
в мокрых плавунных грунтах -		5-6 м
в сухих скальных грунтах -		7-8 м

При достижении таких заглублений необходимо ставить насосную станцию подкачки КНС продолжать прокладку трубопровода с минимальной глубиной заложения, перекачивая сточные воды в первый от насосной ставши колодец.

Очевидно, что месторасположение насосной станции подкачки будет выявлено при гидравлическом расчете коллектора.

При перекачке сточных вод из одного бассейна водоотведения в другой напорные трубопроводы следует направлять к ближайшему от насосной станции колодцу, который принадлежит бассейну водоотведения, имеющему сток к очистным сооружениям.

Значительную часть стоимости канализационных сетей составляет устройство переходов под автомобильными и железными дорогами, оврагами и водными протоками и т.д. С целью сокращения стоимости сети целесообразно трассировать два отдельных коллектора по обеим сторонам препятствия с минимальным количеством переходов. На проездах шириной более 30 м при соответствующем технико-экономическом обосновании можно проводить две параллельные нитки трубопроводов.

Трассировка должна быть согласована с руководителем проектирования, который назначает коллекторы, подлежащие расчету.

1.6 Разбивка кварталов на площади стока и поквартальная трассировка сети

При отсутствии данных о расположении, этажности и размерах зданий жилых кварталов и промышленных площадок в при проектировании выполняется разбивка кварталов на площади стока.

Промышленные предприятия обычно имеют назначенную точку сброса сточных вод в сеть водоотведения населенного пункта.

Площадью стока могут быть жилые кварталы или их части. Необходимость разбивки жилых кварталов определяется в зависимости от принятой схемы поквартальной трассировки. В большинстве случаев при проектировании хозяйственно-фекальной водоотводящей сети разбивка кварталов производится биссектрисами пониженных углов.

Расположение коллекторов наружной водоотводящей сети определяется необходимостью приема и отвода сточных вод от каждого квартала, коммунального и промышленного предприятия. Принцип трассировки диктуется необходимостью обеспечения наименьшего заглубления внутриквартальных и уличных коллекторов и зависит от рельефа местности и размеров кварталов.

Наиболее распространенные схемы разбивки кварталов на площади стока и поквартальной трассировки сети:

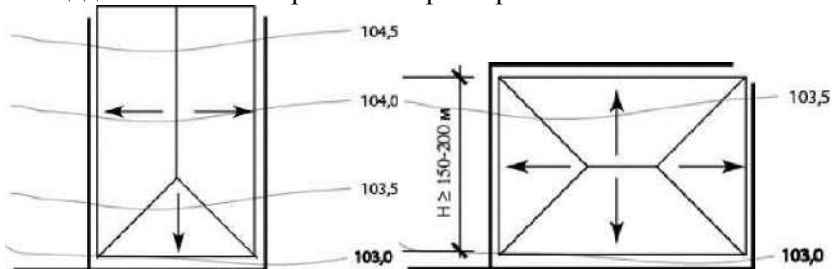


Рисунок 1.4 – Варианты разбивки кварталов при трассировке по объемлющей схеме

При трассировке по объемлющей схеме уличные коллекторы проходят вдоль граней кварталов (с 3-4 сторон). Схема применяется при небольшом уклоне поверхности земли или плоском рельефе для больших по глубине кварталов: $H > 150-200$ м, $i < 0,005$.

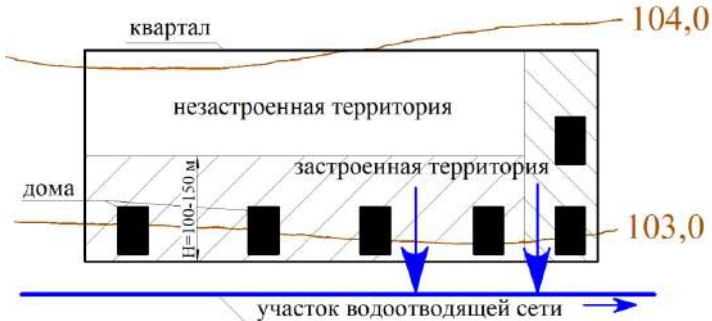


Рисунок 1.5 – Вариант разбивки кварталов при трассировке согласно схеме по пониженной стороне квартала

При такой схеме уличные коллекторы прокладывают только вдоль пониженной стороны кварталов. Схему применяют при хорошо выраженном рельефе местности ($i > 0,005-0,01$) и небольшой глубине квартала ($H < 100-150$ м)

Разбивку кварталов на площади стока производят совместно с трассировкой уличной сети. В отдельных случаях с учетом особенностей рельефа местности, формы и размеров кварталов, трассировки коллекторов вокруг них разбивка на площади стока производится способами отличными от приведенных выше. Примерами могут быть:

- разбивка по линии водораздела (квартал II-9 в примере расчета);
- разбивка с учетом расположения прилегающих коллекторов (кварталы 7, I-8 в примере расчета - направление коллекторов дворовой сети выполнено против уклона рельефа; см. также разбивку квартала III-2)

- разбивка с учетом расположения расчетных точек, позволяющая рассчитать расход на соответствующем участке (кварталы I-14, I-19, 21, III-3, III-34 в примере расчета).

Площади стока определяются в гектарах с учетом масштаба плана населенного пункта различными инструментами инженерных графических (например Autodesk AutoCAD) программ или с использованием расчета площадей простейших геометрических фигур.

Пример разбивки кварталов населенного пункта на площади стока и поквартальной трассировки приведен на рисунке 5.2.

Для дальнейших расчетов необходимо заполнить ведомость кварталов.

Таблица 1.1 – Ведомость территорий канализования

Номер квартала или части квартала (территории канализования)	Площадь территории канализования
F_i	значение в гектарах

В ведомость заносят номера кварталов и площади стока, дающие. Площади стока, относящиеся к данному расчетному участку, но к разным районам населенного пункта, в ведомости записываются отдельно друг от друга.

1.7 Назначение расчетных коллекторов. Определение диктующих точек

На практике производится расчет всех коллекторов водоотводящей сети. При выполнении учебного проекта рассчитываются только несколько коллекторов, как правило, главный коллектор и 2-4 боковых.

Главным коллектором обычно назначается наиболее протяженный коллектор, собирающий сточные воды населенного пункта и транспортирующий их в приемную камеру очистных сооружений. В качестве боковых расчетных коллекторов назначаются коллектора:

- с потенциально наибольшим заглублением в месте присоединения к главному коллектору;

- присоединяемые к главному коллектору путем перекачки сточных вод по напорным водоводам от районных насосных станций.

При определении расчетных коллекторов оцениваются следующие факторы:

- протяженность участков коллектора, проходящих в местах с неблагоприятным рельефом местности - малый ($i = 0^0,001$) или отрицательный уклон поверхности земли;
- вероятная необходимость установки транзитных или районных насосных станций;
- наличие и место присоединения к сети крупных водопотребителей (промпредприятий).

Началом расчетных коллекторов являются диктующие точки, являющиеся наиболее удаленными от ГНС (для главного коллектора) или от главного коллектора (для боковых расчетных коллекторов), а также расположенные на наиболее низких отметках.

В отдельных случаях в зависимости от рельефа местности и особенностей разбивки кварталов на площади стока для определения начальной (диктующей) точки коллектора требуется проведение расчета (см. пример п. 5.3.2).

Правильный выбор расчетных коллекторов и диктующих точек позволяет избежать ошибок, связанных с уменьшением глубин заложения коллекторов, препятствующих присоединению боковых веток и расположением районных и транзитных насосных станций.

1.8 Расчетные точки на расчетных коллекторах

После назначения расчетных коллекторов определяются расчетные участки сети. Расчетными участками являются коллектора между двумя расчетными точками, на которых расход принимается неизменным. Расчетные точки на водоотводящем коллекторе устанавливаются:

1. В местах изменения расхода:
 - поступление расчетного расхода с площади стока;

- присоединение боковых коллекторов;
 - поступление сосредоточенного расхода от крупных водопотребителей;
2. При изменении уклона коллектора.
 3. При повороте коллектора.

Для обеспечения благоприятных гидравлических условий угол поворота коллектора и/или присоединения боковой ветки не должен превышать 90° . Если схема трассировки не обеспечивает данного условия, то путем устройства дополнительного участка угол одного поворота (он) заменяется двумя углами (α и α_2) (смотри рисунок 1.6)

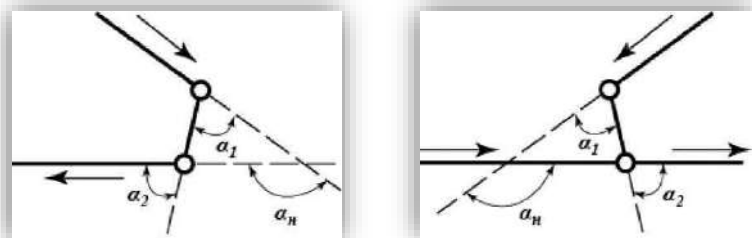


Рисунок 1.6 – Схемы поворота трубопроводов и присоединения боковых веток с устройством дополнительного участка

Поворот коллектора и присоединение бокового коллектора при устройстве перепада могут осуществляться под любым в плане углом, т.к. поток в данном случае совершает два поворота по 90° .

Расчетные точки необходимо пронумеровать. Номер проставляется таким образом, чтобы по ходу движения воды на участках сети нумерация увеличилась. То есть сточные воды текут от расчетной точки с меньшим номером к расчетной точки с большим номером. Таким образом название расчетных участков именуется $N - N+1$. Такое правило не является строго обязательным, но позволяет избежать путаницы, и создать расчет автоматически, Например с помощью табличного редактора Microsoft Excel.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ

Расчет водоотводящих сетей состоит в определении диаметров и уклонов трубопроводов, обеспечивающих при наиболее благоприятных гидравлических условиях пропуск расходов сточных вод в любой момент времени. Поскольку самотечное движение сточных вод в энергетическом отношении является наивыгоднейшим, то основная задача при проектировании заключается в построении продольного профиля коллекторов, определяющего объемы земляных работ и положения водоотводящих трубопроводов в подземной части относительно других инженерных коммуникаций.

Удельная норма водоотведения зависит от уровня санитарно-технического оборудования зданий и в определенной степени от климатических условий.

В таблице 2.1 показано влияние степени благоустройства зданий на величину удельного водоотведения.

Таблица 2.1 – Нормы водоотведения в зависимости от степени благоустройства.

Степень благоустройства жилых зданий	Удельное водоотведение, л/(чел.сут)
Жилые здания с внутренним водоснабжением и водоотведением:	
без ванн	125-160
с ваннами и местными водонагревателями	160-230
с централизованным горячим водоснабжением	230-350

В отдельных микрорайонах в зданиях с повышенным комфортом удельные нормы достигают 500-1000 л/(чел.сут). Российский опыт показывает, что обычно удельное водоотведение равно удельному водопотреблению.

Рассчитываемый коллектор разбивают на расчетные участки. Длину расчетного участка принимают равной расстоянию между узловыми и поворотными колодцами, но не более расстояния

между кварталами. Считают, что на расчетном участке расход не изменяется.

Результаты расчетных расходов сводят в таблицу 1.2. Перед выполнением расчета необходимо произвести разбивку кварталов на площади стока.

Для определения расчетных расходов сточных вод определяется расчетное население (количество жителей N , человек) для каждого района населенного пункта по формуле:

$$N = p \cdot F, \quad (2.1)$$

где p – плотность населения, чел/га,

F – площадь кварталов жилой застройки, га.

Для каждого района населенного пункта, а затем для населенного пункта в целом определяются суточные, часовые и секундные расходы сточных вод. По этой же формуле . Удобно определить количество жителей в каждом квартале. Для вычисления расхода воды с квартала в дальнейшем. Подобные расчёта удобно вести, в табличной форме. Средствами табличного редактора Microsoft Excel или его аналогов. Примерная форма таблицы. Для расчета расхода сточных вод от каждого квартала представлена таблицей 2.2.

Таблица 2.2– Количество жителей по кварталам

Номер квартала (Шифр или наименование)	Плотность населения, чел/га	Площадь квар- тала, га	число жите- лей в квар- тале, чел.
1	x_1	y_1	$x_1 \cdot y_1$
n	x_n	y_n	$x_n \cdot y_n$
n+1	x_{n+1}	y_{n+1}	$x_{n+1} \cdot y_{n+1}$

Площади кварталов определяются на планшетах в электронном виде стандартными (или более удобными встраиваемыми, например, `lisp zx-area-len-r.VLX`) средствами чертежных программ (например, AutoCAD или его аналоги).

Среднесуточный расход сточных вод, Q_{mid}^{sym} , м³/сут, определяется по формуле:

$$Q_{\text{mid}}^{\text{сут}} = \frac{N \cdot q_n}{1000} \quad (2.2)$$

где q_n - среднесуточная норма водоотведения, равная норме водопотребления, выдано заданием или принимаемая по [9] в зависимости от степени санитарного благоустройства зданий и климатического района, в котором находится объект водоотведения, л/сут. чел.

Среднечасовой Q_h , м³/ч и среднесекундный $q_{\text{mid.s}}$ л/с расход сточных вод, можно получить по аналогии или переводом единиц измерения в нужные величины

По величине q_c на основании таблице 1 [1], или по таблице 2,3 [7] определяются величины коэффициентов общей неравномерности $K_n.\text{max}$, $K_n.\text{min}$.

После чего вычисляются максимальные и минимальные часовые и секундные расходы сточных вод.

В расчетное удельное среднесуточное водоотведение включено и водоотведение общественных зданий. Поэтому отдельно расходы от общественных зданий можно не определять. Если известна номенклатура общественных зданий в населенном пункте, то допускается расходы от этих зданий определять в соответствии с СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* (с Поправкой).

2.1 Среднесекундные расходы с площадей стока

Расчетный расход для расчетного участка сети можно определить по тяготеющим площадям [7]. Для упрощения техники расчета среднесекундных расходов с площадей стока используется модуль стока q_0 , л/с·га:

$$q_0 = \frac{q_n \cdot d}{24 \cdot 3600}, \quad (2.3)$$

При наличии в населенном пункте нескольких районов с различной плотностью населения и/или с различной степенью санитарно-технического благоустройства зданий модуль стока определяется по каждому из таких районов.

Модуль стока (средний расход с единицы площади стока) определяют по формуле (2.3) для каждого района или квартала отдельно. В значениях удельного водоотведения бытовых вод учтены расходы не только от жилых домов, но и от административных зданий и коммунально-бытовых предприятий. Для района, где расположены административные здания и коммунальные предприятия, модуль стока следует определять без учета расходов воды от указанных выше объектов по формуле 2.4:

$$q_0 = \frac{(q_{mid.s} - \sum Q_c) \cdot 1000}{86400 \cdot \sum F}, \quad (2.4)$$

где $q_{mid.s}$ – среднесуточный расход ст. вод от рассматриваемого района водоотведения (л/с)

$\sum F$ – суммарная площадь кварталов с общественными зданиями, га

$\sum Q_c$ – сумма сосредоточенных расходов от объектов нежилого назначения, (м³/сут)

Зная модуль стока q_0 можно определить расход сточных вод с любой площади. Площади стока назначаются согласовано планируемой схеме трассировки водоотводной сети.

Таким образом, заполняется таблица 2.3. Для заранее намеченных на плане площадей стока f_i .

Таблица 2.3 – Расход сточных вод с обозначенных площадей стока.

Номер квартала или его части (f) (Шифр или наименование)	Модуль стока, q_0 , л/с·га	Площадь сбора хозяйственно-бытовых сточных вод, га	Расход сточных вод с обозначенной территорией

1	q_0	f_1	$q_1 = q_0 \cdot f_1$
n	q'_0	f_n	$q_n = q_0 \cdot f_n$
n+1	$q_{0\ n+1}$	f_{n+1}	$q_{n+1} = q_0 \cdot f_{n+1}$

Расчёт также удобно свести к форме таблицы MS Excel.

2.2 Расчетные расходы на расчетных участках водоотводящей сети

Гидравлический расчет водоотводящей сети (см. п. 4.3) производится по суммарным максимальным секундным расходам от жилых кварталов и сосредоточенных расходов от промышленных предприятий.

Расчетным участком сети является часть водоотводящего коллектора между двумя расчетными точками. *Расход* на расчетном участке принимается *неизменным*. Для удобства проведения расчетов принимается, что расчетный расход полностью поступает в начало участка.

При определении расчетного расхода *по тяготеющим площадям* используются понятия транзитного $q_{\text{тр}}$, бокового $q_{\text{бок}}$, попутного $q_{\text{поп}}$ и сосредоточенного расходов q_c .

По схеме на рисунке 2.1 видно, что транзитный расход $q_{\text{тр}}$ - расход на предшествующем расчетном участке (участок 20-21); боковой расход $q_{\text{бок}}$ (участок 18-21) – расход, поступающий с боковой ветки; попутный расход $q_{\text{поп}}$ - расход, поступающий с прилегающего квартала (квартал 9); сосредоточенный расход q_c от нежилого объекта.

Сосредоточенный расход q_c от нежилого объекта определяют как сумму расчетных расходов сточных вод различного происхождения (например, бытовых, душевых и производственных), каждый из которых вычисляют отдельно по известным зависимостям. Различают транзитный и местный сосредоточенные расходы.

- местный сосредоточенный расход — расход от промышленного предприятия попадающий в сеть непосредственно на расчетный участок.

- транзитный сосредоточенный расход — расход от промышленного предприятия, попадающий в сеть выше расчетной точки 21.

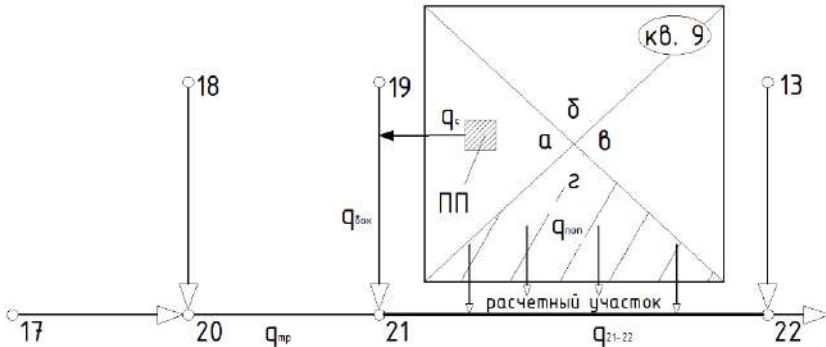


Рисунок 2.1 – Схема к определению расчетных расходов по объёмной трассировке

По схеме на рисунке 2.1, что попутный расход $q_{\text{поп}}$ в рассматриваемый участок 21-22 поступает по всей его длине. В целях упрощения расчета его условно считают присоединенным в начале участка (в точке 21) [7].

Таким образом, расчетный расход на расчетном (на примере рисунка 2.1) на отдельном участке сети q_{21-22} определяется по формуле 2.5:

$$q_{21-22} = [(q_{\text{поп}} + q_{\text{бок}}) + q_{\text{т.р}}] \cdot K + q_{\text{с}}, \text{ л / с} \quad (2.5)$$

В формуле 2.5 при определении расчетного расхода общий коэффициент неравномерности может быть введен только на общий средний расход q_i .

В целях упрощения расчеты выполняют в табличной форме (таблица 3.6).

Таблица 2.4 – Форма таблицы определения расчетного расхода для схемы на рисунке 2.1

Номер расчетного участка	Тяготеющая площадь стока, f , га	Модуль стока q_0 , л/с	Попутный расход q_{non} , л/с	Транзитный расход q_{tr} , л/с	Боковой расход $q_{бок}$, л/с	Средний расход, q_{mid} , л/с	Коэффициент суточной неравномерности, K	Максимальный расход бытовых сточных вод, q_{max} л/с	Сосредоточенный расход, q_c л/с		Расчетный расход,
									местный	транзитный	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21-22	f_c	q_0	$q_{non} = q_0 \cdot f_c$	q_{20-21}	Q_{19-21}	$\sum q = q_0 + q_{non} + q_{tr} + q_{бок}$	K	$q_{max} = (\sum q) \cdot K$	–	q_c	$q_{21-22} = q_{max} + q_c$

Примечание: Предыдущие участки 19-21 и 20-21 должны быть посчитаны ранее.

Расчет ведется, начиная «самых высоко лежащих» участков (тупиков). Таким образом, расчёт расходов придется походу стока.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТИ

Минимальная глубина заложения трубопроводов принимается исходя из следующих трех условий:

- 1) исключение промерзания труб;
- 2) исключение механического разрушения труб под действием внешних нагрузок;
- 3) обеспечение самотечного присоединения к трубопроводам внутриквартальных сетей и боковых веток.

Температура сточных вод в зимнее время не снижается ниже 10°C. Поэтому оказывается возможным прокладывать трубопроводы на глубине, меньшей глубины промерзания грунта (рисунок 3.9). Благодаря большой теплоемкости воды вокруг трубы образуется зона талого грунта, которая примыкает к нижней зоне непромерзающего грунта, поэтому трубопровод не промерзает и не разрушается.

Определение начальной глубины заложения лотка $H_{нач}$ проектируемого коллектора с учетом возможности присоединения к нему внутриквартальной сети производится по формуле:

$$H_{нач} = h_{min} + i \cdot l + \Delta d + (z_I - z_{д.м.}), \text{ м} \quad (3.1)$$

где h_{min} – минимальная глубина заложения внутриквартальной (наиболее удаленного колодца внутриквартальной /дворовой/ сети) сети, определяемая в зависимости от глубины промерзания грунта и диаметра внутриквартальной сети по формулам согласно п. 6.2.4 [10] трубопровода:

$$h_{min} = h_{np} - a \quad (3.2)$$

где h_{np} – глубина промерзания грунта

$a = 0,3 \text{ м}$ – для $d < 500 \text{ мм}$;

$a = 0,5 \text{ м}$ – для $d > 500 \text{ мм}$

i – уклон внутриквартальной сети, принимаемый в соответствии с п.2.41 [10] равным 0,007;

l – длина внутриквартальной сети от диктующей до расчетной точки;

Δd – разница диаметров внутриквартальной и уличной сетей;

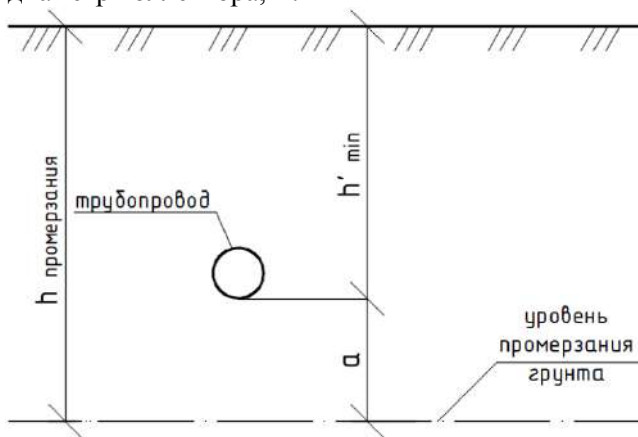
z_1 – отметка поверхности земли в расчетной начальной точке коллектора;

$z_{0.m}$ – отметка поверхности земли в диктующей точке.

Вычисленная начальная глубина заложения сети должна быть не меньше глубины заложения, определенной исходя из условий предохранения труб от механических повреждений наземным транспортом:

$$h_{min} \geq (0.7 + d), \text{ м} \quad (3.3)$$

где d – диаметр коллектора, м.



4 ДИАМЕТРЫ ТРУБ, НАПОЛНЕНИЕ И УКЛОНЫ

Расчет водоотводящих сетей из полимерных материалов рекомендуется выполнять с использованием таблиц гидравлического расчета [2], а также специализированных расчетных таблиц производителей полимерных труб, которые основаны на методике [14], например, [13].

4.1 Наименьшие диаметры труб и уклоны, расчетные наполнения труб и скорости движения сточных вод в трубах и каналах

Согласно п. 5.3.1 [10] наименьшие диаметры труб самотечных водоотводящих коллекторов следует принимать: для уличной сети – 200 мм, для внутриквартальной сети бытовой и производственной канализации – 150 мм.

Наименьшие уклоны трубопроводов следует принимать в зависимости от допустимых минимальных скоростей движения сточных вод, п. 5.5. [10]. Наименьшие уклоны трубопроводов для всех систем канализации следует принимать для труб диаметрами: 150 мм – 0,008, 200 мм – 0,007. В зависимости от местных условий при соответствующем обосновании для отдельных участков сети допускается принимать уклоны для труб диаметрами: 200 мм – 0,005, 150 мм – 0,007.

При проектировании водоотводящих сетей необходимо учитывать наименьшую и наибольшую допустимые скорости протекания сточных вод в трубопроводах [10]. Наименьшая или самоочищающая скорость, обеспечивает при пропуске расчетного расхода (q_p , л/с) смыв осадка, выпавшего в трубопроводах в часы минимального притока сточных вод. При наибольшем расчетном наполнении коллекторов бытовой и дождевой канализации наименьшие скорости следует принимать по таблице 2 [10] или таблице 4.1.

Таблица 4.1– Наименьшие скорости потока сточных вод при различных диаметрах и наполнении

Диаметры, мм	Максимальные степени напол- нения	Минимальные	
		скорости, м/с	уклоны
200	0,6	0,7	0,0046
300	0,7	0,8	0,0033
400	0,7	0,8	0,0021
500	0,75	0,9	0,002
600	0,75	1	0,0019
800	0,75	1	0,0013
1000	0,8	1,15	0,0013
1200	0,8	1,15	0,001
1400	0,8	1,3	0,001
2000	0,8	1,5	0,0009

В населенных пунктах с расходом сточных вод до 300 м³/сут для уличной сети допускается применение труб диаметром 150 мм [10].

При соответствующем обосновании для производственной водоотводящей сети допускается применение труб диаметром менее 150 мм

При выполнении гидравлического расчета трубопроводов из полимерных материалов минимальные скорости движения сточных вод и наибольшие расчетные наполнения должны также приниматься с учетом требований табл. 2 [10]. Минимальные диаметры и уклоны труб из полимерных материалов принимаются в соответствие с п. 5.5.1 [10]. Для трубопроводов $d > 200$ мм наименьший уклон может быть ориентировочно определен:

$$i_{\min} = \frac{a_i}{d} \quad (4.1)$$

где a_i – коэффициент, принимаемый по таблица 4.2.

d – диаметр трубопровода, мм

Таблица 4.2 – Рекомендуемые значения коэффициента a_i для определения минимального уклона по формуле 4.1

d, мм	250-500	600-800	1000-1200	1400	1600	2000
a_i	1	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0

Наибольшая расчетная скорость движения сточных вод принимается согласно п. 5.4.2 [10], м/с: для металлических и пластиковых труб – 8, для неметаллических (бетонных, железобетонных и хризотилцементных) – 4, для дождевой канализации – соответственно 10 и 7.

В соответствие с п. 5.4.3 [10] скорость движения неосветленных сточных вод в дюкерах следует принимать не менее 1 м/с, при этом на участке, подводящем сточные воды к дюкеру скорости должны быть не более скоростей в дюкере.

Примечание. При глубине потока менее 0,4 м значения скоростей движения сточных вод следует принимать с коэффициентом 0,85, при глубине свыше 1 м - с коэффициентом 1,24

4.2 Соединение труб разных диаметров

Согласно п. 6.2.3 [10] соединение труб различных диаметров следует предусматривать в колодцах по шельгам, т.е. совмещением верхних сводов труб (рисунок 4.1 а). При обосновании допускается соединение труб по расчетным уровням воды (рисунки 4.1б).

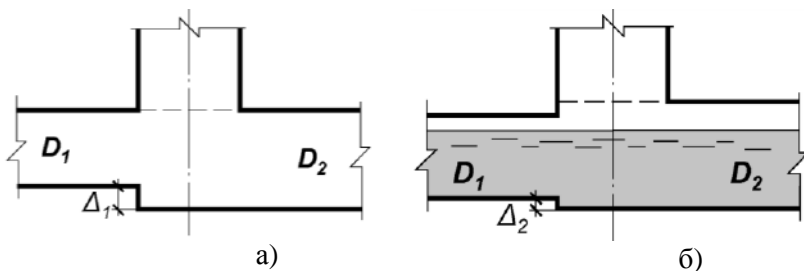


Рисунок 4.1 – Методы соединения труб разных диаметров.

При выполнении гидравлического расчета следует учитывать, что трубы из полимерных материалов для безнапорной канализации унифицированы по наружному диаметру (п. 6.2.1 [11]). Поэтому при выравнивании труб по шельгам следует использовать значение внутреннего диаметра согласно сортаменту выпускаемых труб.

В таблице 4.1 приведены рекомендуемые максимальные наполнения и минимальные уклоны, соответствующие минимальным скоростям.

4.3 Гидравлический расчет самотечных сетей водоотведения

Гидравлический расчет водоотводящих коллекторов выполняется в форме таблицы, пример которой представлен в таблице А.4 Приложения А. Расчет удобно производить с использованием программы Microsoft Excel.

Перед началом гидравлического расчета необходимо иметь сортаменты труб для проектирования безнапорных и напорных коллекторов, а также соответствующие таблицы гидравлического расчета.

Таблицы для гидравлического расчета [8] используются в расчете трубопроводов из керамических, асбестоцементных, бетонных и железобетонных труб. При использовании данных таблиц необходимо учитывать сортаменты труб, выпускаемых промышленностью.

При выборе труб из полимерных материалов в расчете следует использовать таблицы для гидравлического расчета предоставляемые производителем данного вида труб. Для участков из полимерных материалов в таблице гидравлического расчета удобно указывать два диаметра труб – номинальный наружный и внутренний. Для трубопроводов из других материалов, унифицированных по внутреннему диаметру, Указывается только внутренний диаметр.

Диаметр трубопровода в направлении движения воды может быть увеличен без ограничения в соответствии с расчетом.

В случаях, когда по расчету необходимо уменьшение диаметра в направлении движения воды (резкое увеличение уклона трубы), допускается уменьшение диаметра:

- на один типоразмер при $D < 300$ мм
- не более чем на 2 типоразмера при $D > 300$ мм.

Соединение труб в данном случае выполняется по лоткам.

При увеличении расхода скорости движения жидкости должны возрастать. Если на нижележащем участке скорость уменьшилась и стала меньше 1,2-1,5 м/с, то в этом месте устанавливают колодцы-гасители скорости (рис. 11), исключая образования подпора в коллекторе с меньшим уклоном, приводящим к нарушению вентиляции сети и ухудшению гидравлических условий протекания сточных вод

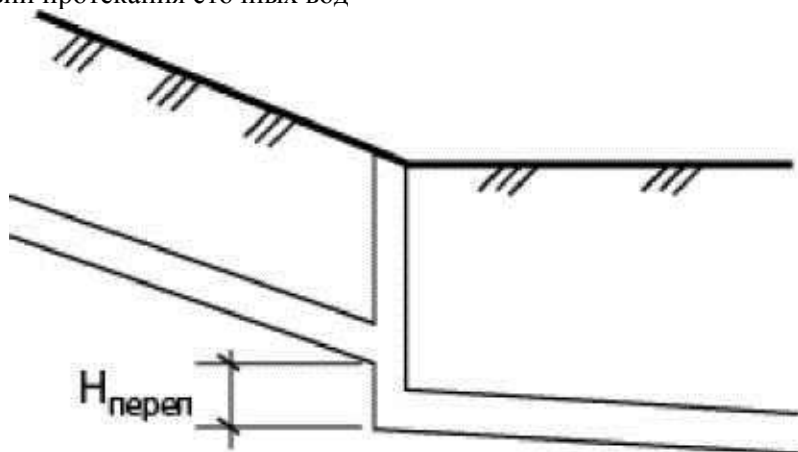


Рисунок 4.2 – схема колодца-гасителя скорости (перепадного колодца)

Скорости в боковых присоединениях должны быть меньше скоростей в главном коллекторе, чтобы не возникал подпор жидкости и выпадение осадка.

Таблица 4.3 – Гидравлический расчет участков сети водоотведения

номер расчетного участка	длина участка, м	Расчетный расход на участке, q_{max} , л/с	Диаметр D , мм	Проектный уклон Трубопровода i	Скорость, v , м/с	Наполнение h/d	Падение (перепад) h , м
1	2	3	4	5	6	7	8
	<i>с плана</i>	<i>таблица 2.4</i>	<i>значения подбираются по таблицам [6]</i>				<i>вычисляется</i>
<i>1-2</i>	l_i	$q_{max i}$	D	i	v	h/d	$h=i \cdot l_i$
<i>n</i>							

Таблица 4.4 – Отметки по расчетным участкам сети водоотведения

номер расчетного участка	отметка поверхности земли		отметка поверхности воды		отметка лотка трубы		глубина заложения лотка трубы, м	
	в начале участка	в конце участка	в начале участка	в конце участка	в начале участка	в конце участка	в начале участка	в конце участка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>1-2</i>								
<i>n</i>								

5 ПРИМЕР РАСЧЕТА ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТИ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

В примере приведен возможный вариант оформления расчета сети водоотведения.

На основании плана населенного пункта и нижеследующих исходных данных необходимо разработать проект водоотводящей сети для крупного населенного пункта.

1. Населенный пункт расположен в средней полосе России.
2. Грунты на территории населенного пункта - суглинки ($\beta=0,15-0,20$ МПа).
3. Уровень грунтовых вод располагается на глубине 5,5-9 м от поверхности земли.
4. Уровень воды в реке в паводок достигает отметки 76,70 м. абс.
5. Степень благоустройства районов жилой застройки:
 - район I - застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией без ванн;
 - район II - застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией с ванными и местными водонагревателями;
 - район III - застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией с централизованным горячим водоснабжением.
6. Плотность населения:
 - район I - 150 чел./га; район II - 210 чел./га; район III - 250 чел./га.
7. Промышленное предприятие - мясокомбинат:
 - производительность: I смена - 55 т/см, II смена - 45 т/см
 - норма водоотведения производственных сточных вод на единицу выпускаемой продукции - 15 м³/т
 - коэффициент часовой неравномерности сброса производственных сточных вод - 2,3
 - число работающих: I смена - 650 чел., II смена - 500 чел.

- число пользующихся душем: I смена - 350 чел., II смена - 290 чел.

8. Коммунальные предприятия:

- больница: число коек 550;

- школа: число учащихся 800 чел., продолжительность смены 7 ч., количество смен 1;

- баня: пропускная способность 1000 чел./сут., продолжительность работы 14 ч.

5.1 Границы канализования и бассейны стока

В соответствие с планом населенного пункта в границы канализования входят три района жилых кварталов с расположенными в них школой, больницей и баней, а также мясокомбинат, сбрасывающий сточные воды в городскую водоотводящую сеть.

Территория населенного пункта разделяется рекой и ее притоком впадающим с правого берега. Линии водораздела определены с учетом расположения водоемов и рельефа местности (рисунок 5.1).

Расположение линий водораздела позволяет предположить, что коллектор подключения промышленного предприятия, а также отдельные коллектора в южной части населенного пункта, расположенной на правом берегу реки будут трассироваться в направлении с отрицательными уклонами поверхности земли.

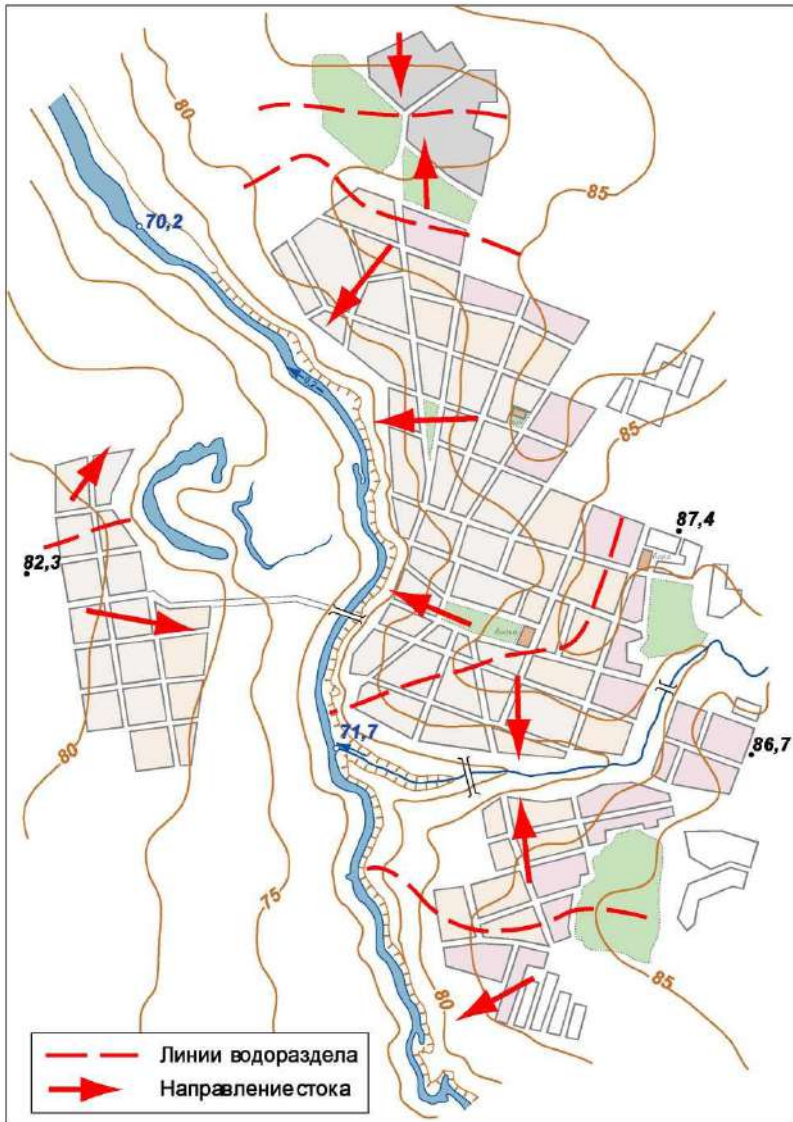


Рисунок 5.1 – определение бассейна стока

5.2 Выбор места расположения площадки очистных сооружений населенного пункта

С учетом направления течения реки, паводковых уровней воды и преобладающего направления ветров можно определить два варианта расположения площадки канализационных очистных сооружений - на правом или на левом берегу реки вниз по течению от населенного пункта.

С учетом следующих факторов в проекте был принят I вариант:

- площадка очистных сооружений должна располагаться на не затапливаемой в паводок территории, поэтому ее расположение на левом берегу приведет к большему удалению от берега, чем при расположении на правом берегу;
- пойменная территория на вдоль низкого левого берега реки будет характеризоваться близким к поверхности уровнем грунтовых вод и значительной водонасыщенностью в паводковый период, что соответственно ведет к снижению несущей способности грунта;
- наибольшие глубины речного потока расположены ближе к правому высокому берегу, что позволяет при расположении
- при расположении площадки очистных сооружений на правом берегу реки выпуск очищенных сточных вод будет производиться в наиболее глубоководную часть речного потока, что важно для более интенсивного смешения стоков с речной водой.

После определения суммарного суточного расхода сточных вод от населенного пункта (см. п. 3.5) размер санитарно-защитной зоны был определен в соответствие с п. 1.10 [2]. Так как на данной стадии проектирования (и при выполнении курсового проекта) состав очистных сооружений не известен, размер санитарно-защитной зоны был принят максимальным - 300 м.

Расположение площадки очистных сооружений и выпуска очищенных сточных вод в водоем с указанием границ зоны санитарной охраны представлено на рисунке 5.3.

5.3 Выбор системы и схемы водоотведения. Разбивка кварталов на площади стока. Поквартальная трассировка сети

В проекте принята неполная раздельная система водоотведения (для указанной в задании части населенного пункта принята полная раздельная система водоотведения и предусмотрено выполнение проекта водоотводящей сети атмосферных осадков).

В водоотводящую сеть населенного пункта поступают хозяйственно-фекальные стоки от жилых кварталов и коммунальных предприятий. Сточные воды от мясокомбината сбрасываются в городскую сеть после предварительной очистки на локальных очистных сооружениях предприятия.

С учетом планировки города, рельефа местности и расположения водотоков в проекте принята перпендикулярно-пересеченная схема водоотведения.

Разбивка кварталов на площади стока была выполнена с учетом рекомендаций, изложенных в п. 1.6 настоящих методических указаний (рисунок 5.2). Определение поквартальных площадей стока представлено в таблицах А.1-А.3 приложения А. Поквартальная трассировка сети выполнена по пониженной грани и по объемлющей схеме.

С учетом рекомендаций п. 1.6 на основе анализа рельефа местности, выбора места расположения площадки очистных сооружений и выполненной поквартальной трассировки коллекторов в проекте были приняты следующие расчетные коллектора:

- главный коллектор (точка №1-ГНС-ОС см. рисунок 5.3)

Коллектор начинается в южной правобережной части населенного пункта на наиболее низких отметках рельефа местности. С учетом наличия ряда участков направленных в сторону отрицательного уклона рельефа местности, пересечения коллектором ручья данный коллектор предположительно будет иметь наиболее глубокое заложение.

- коллектор №1 (от точки №25 до точки №10)



Рисунок 5.2 – Разбивка кварталов на площади стока

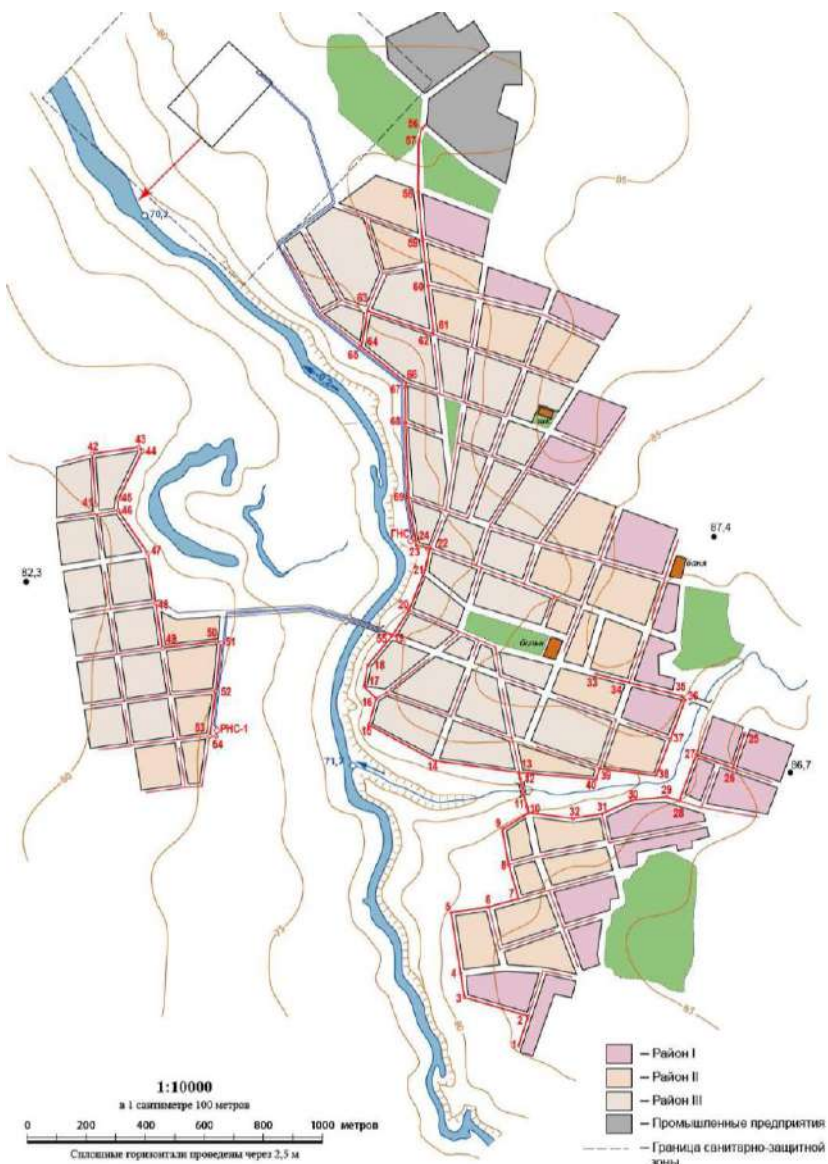


Рисунок 5.3 – Назначение расчетных коллекторов

Коллектор является боковым присоединением для главного коллектора перед пересечением ручья. Назначение его расчетным важно для определения глубины заложения главного коллектора в точке №10.

Обоснование выбора начальной точки коллектора №1 приведено в п. 3.4.2.

– коллектор №2 (от точки №33 до точки №13)

Коллектор назначен расчетным для определения глубины заложения главного коллектора в точке №13, после пересечения ручья.

– коллектор №3 (от точки №41 до точки №19)

Боковой коллектор, транспортирующий сточные воды от жилых кварталов, расположенных на левом берегу реки имеет наибольшую протяженность. Однако данный коллектор не рассматривался как главный потому, что жилой район, который он обслуживает, расположен на низком берегу, что делает нецелесообразным использование самотечного дюкера. Перекачивание сточных вод по напорным трубопроводам делает участок 55-19 менее заглубленным, чем участок 18-19.

– коллектор №4 (от точки №56 до точки №24)

Коллектор №4 начинается от промышленного предприятия и присоединяется к главному перед ГНС. Данный коллектор назначен расчетным, так как он имеет наибольшую начальную глубину заложения (3,00 м), обусловленную условиями подключения подвальных помещений предприятия. Расчет коллектора необходим для определения глубины заложения самотечного коллектора перед ГНС.

5.4 Определение диктующих и назначение расчетных точек

Выбор диктующих точек для всех расчетных коллекторов вполне очевиден (см. п. 1.7). Исключением является коллектор 1 (рисунок 5.4)

– точка 25 расположена на более низкой отметке земли, чем точка 25';

- на участке 25-26 уклон поверхности земли меньше, чем на участке 25'-26, однако первый участок короче второго;
- участки дворовой сети в направлении коллектора 25-26 имеют положительный уклон поверхности земли, а участка 25'-26 – отрицательный, при этом длина дворовых участков до коллектора 25-26 больше, чем до коллектора 25'-26.

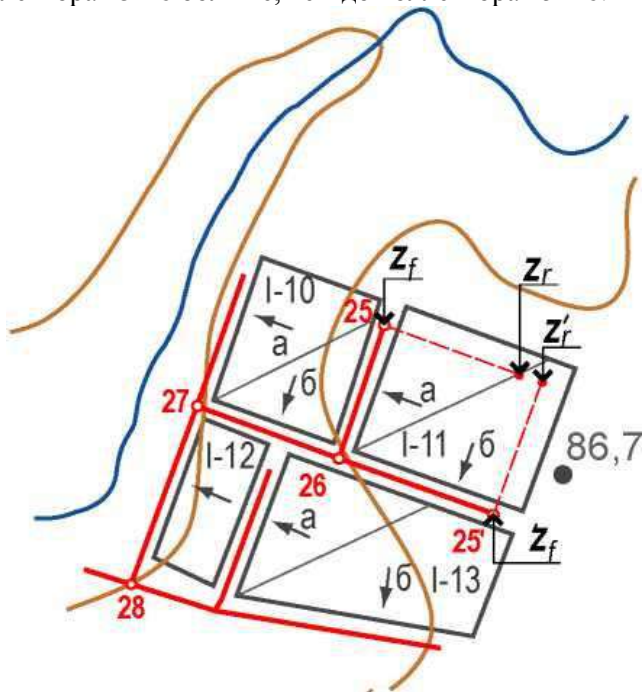


Рисунок 5.4 – Определение диктующей точки для расчетного коллектора №1

Для назначения диктующей точки коллектора №1 необходимо определить расчетом, какой из коллекторов 25-26 или 25'-26 имеет наибольшее заглубление в конце участка (см. рисунок 5.4).

Для участков дворовой и начальных участков уличной сети приняты минимальные диаметры полиэтиленовых труб, составляющие соответственно 160 и 200 мм. Согласно сортамента труб

разница внутренних диаметров труб дворовых и уличных коллекторов составит: $A = 0,176 - 0,138 = 0,038$ м

Принимая наименьший уклон дворового коллектора (п. 5.5.1 [10]) 0,007 определяем начальную глубину заложения (см. п. 3): для точки № 25

$$H_{min} = (1,68 - 0,3) + 0,007 \cdot 130,18 + 0,038 + 85,27 - 85,7 = 1,90 \text{ м}$$

для точки №25':

$$H_{min} = (1,68 - 0,3) + 0,007 \cdot 120,88 + 0,038 + 85,91 - 85,78 = 2,39 \text{ м}$$

Гидравлический расчет участков 25-26 и 25'-26 показывает (см. табл. 3.1), что наибольшая глубина заложения в точке 2 при прокладке труб из полипропилена диаметром 200 мм с минимальным уклоном согласно п. 5.5.1 [1] будет при назначении диктующей точку № 25.

Таблица 5.1 – Гидравлический расчет участков 25-26 и 25'-26

Номера расчетных точек	Длина участка l , м	D трубы, мм	Уклон трубы, i	Падение трубы, м, il	Отметки, м				Глубина заложения трубы, м	
					поверхности земли		дна трубы			
		Номинальный /внутренний			в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце
25-26	123,0	200 / 176	0,005	0,62	85,27	84,85	83,37	82,76	1,90	2,10
25'-26	141,4	200 / 176	0,005	0,71	85,91	84,85	83,52	82,81	2,39	2,04

5.5 Пример гидравлического расчета сети

Для проектирования самотечных водоотводящих коллекторов к расчету были приняты полиэтиленовые трубы с двухслойной

профилированной стенкой «Корсис», производимые согласно. Выбор был сделан с учетом следующих характеристик данных труб:

- гидравлические характеристики, обеспечивающие пропуск расчетных расходов при меньших уклонах, чем для чугунных, керамических и железобетонных труб;
- высокая кольцевая жесткость;
- долговременная герметичность соединений;
- устойчивость к агрессивным средам и истиранию;
- легкость монтажа, складирования и транспортирования;
- постоянные величины внутреннего и наружного диаметров, позволяющие производить гидравлические расчеты без учета различных классов кольцевой жесткости.

Данные характеристики обеспечивают возможность снижения заглубления коллекторов, а также минимизации количества транзитных и районных насосных станций (см. таблицу А.4 приложения А).

Пересечение ручья на участке 11-12 организовано через самотечный дюкер.

Результаты гидравлического расчета сведены в таблицу А.4 приложения А, рисунки 1, 2 приложения А. Первый вариант расчета показывает возможность прокладки самотечной части главного коллектора до главной насосной станции при допустимых глубинах заложения полиэтиленовых труб с двухслойной профилированной стенкой. Средняя глубина заложения коллектора на участках от нижней камеры дюкера до ГНС составляет 6,04 м.

В качестве альтернативного варианта был произведен гидравлический расчет главного коллектора с установкой транзитной насосной станции, позволяющей уменьшить глубину заложения трубопроводов (таблица А.4 приложения А, рисунки 3 и 4). Для выбора наиболее оптимального варианта необходимо проведение технико-экономического сравнения. К очевидным преимуществам представленных вариантов следует отнести:

I вариант

+ не расходуется дополнительная электроэнергия для транспортирования сточных вод;

+ при отсутствии дополнительной насосной станции выше надежность системы.

II вариант

+ ниже капитальные затраты на строительство коллектора из-за меньшей глубины заложения и отсутствия необходимости использования труб большей кольцевой жесткости.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Определение площадей стока, количества жителей и среднесекундных расходов от населения в районе 1

№ кварталов	Наименование площади стока	Площадь стока, F , га	Плотность населения, P , чел./га	Количество населения, N , чел.	Модуль стока, q_0 , л/с	Среднесекундный расход, q_{mid} , л/с
1	2	3	4	5	6	7
Район I						
1	а	0,84	180	151	0,302	0,25
	б	2,00	180	360	0,302	0,60
2		1,83	180	329	0,302	0,55
3		1,93	180	347	0,302	0,58
4	а	1,50	180	270	0,302	0,45
	б	1,10	180	198	0,302	0,33
5	а	0,73	180	131	0,302	0,22
	б	1,33	180	239	0,302	0,40
6	а	1,30	180	234	0,302	0,39
	б	0,98	180	176	0,302	0,30
	в	1,12	180	202	0,302	0,34
7		0,99	180	178	0,302	0,30
8	а	0,87	180	157	0,302	0,26
	б	0,54	180	97	0,302	0,16
9	а	1,38	180	248	0,302	0,42
	б	0,66	180	119	0,302	0,20
10	а	0,82	180	148	0,302	0,25
	б	0,63	180	113	0,302	0,19
11	а	0,90	180	162	0,302	0,27
	б	1,20	180	216	0,302	0,36
12		0,77	180	139	0,302	0,23
13	а	0,85	180	153	0,302	0,26
	б	1,49	180	268	0,302	0,45

продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7
14	а	0,89	180	160	0,302	0,27
	б	0,91	180	164	0,302	0,27
	в	0,38	180	68	0,302	0,11
	г	0,44	180	79	0,302	0,13
15		1,67	180	301	0,302	0,50
16	а	0,59	180	106	0,302	0,18
	б	1,54	180	277	0,302	0,47
17	а	0,80	180	144	0,302	0,24
	б	0,42	180	76	0,302	0,13
18	а	0,27	180	49	0,302	0,08
	б	2,26	180	407	0,302	0,68
19	а	0,58	180	104	0,302	0,18
	б	0,61	180	110	0,302	0,18
	в	0,47	180	85	0,302	0,14
Итого по району		37,59		6766		11,36

Таблица А2 – Определение площадей стока, количества жителей и среднесекундных расходов от населения в районе 2

№ кварталов	Наименование площади стока	Площадь стока, F , га	Плотность населения, P , чел./га	Количество населения, N , чел.	Модуль стока, q_0 , л/с	Среднесекундный расход, q_{mid} , л/с
1	2	3	4	5	6	7
Район II						
1		2,77	210	582	0,474	1,31
2	а	0,86	210	181	0,474	0,41
	б	0,89	210	187	0,474	0,42
3	а	0,64	210	134	0,474	0,30
	б	1,39	210	292	0,474	0,66
4	а	1,00	210	210	0,474	0,47
	б	0,85	210	179	0,474	0,40
5	а	1,10	210	231	0,474	0,52
	б	1,74	210	365	0,474	0,82
6	а	1,15	210	242	0,474	0,55
	б	1,67	210	351	0,474	0,79
7	а	1,62	210	340	0,474	0,77
	б	1,34	210	281	0,474	0,64
8	а	0,73	210	153	0,474	0,35
	б	1,69	210	355	0,474	0,80
9	а	1,81	210	380	0,474	0,86
	б	1,28	210	269	0,474	0,61
10	а	0,47	210	99	0,474	0,22
	б	0,27	210	57	0,474	0,13
11		1,12	210	235	0,474	0,53
12	а	0,89	210	187	0,474	0,42
	б	1,40	210	294	0,474	0,66
13		2,20	210	462	0,474	1,04
14	а	0,84	210	176	0,474	0,40
	б	0,72	210	151	0,474	0,34
	в	0,70	210	147	0,474	0,33
15	а	0,33	210	69	0,474	0,16

продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7
	б	1,00	210	210	0,474	0,47
16	а	0,54	210	113	0,474	0,26
	б	0,28	210	59	0,474	0,13
17	а	1,22	210	256	0,474	0,58
	б	0,77	210	162	0,474	0,36
18	а	0,54	210	113	0,474	0,26
	б	0,24	210	50	0,474	0,11
19		1,90	210	399	0,474	0,90
20	а	1,56	210	328	0,474	0,74
	б	0,54	210	113	0,474	0,26
21	а	0,71	210	149	0,474	0,34
	б	0,42	210	88	0,474	0,20
	в	1,08	210	227	0,474	0,51
22	а	1,34	210	281	0,474	0,64
	б	0,58	210	122	0,474	0,27
23		1,54	210	323	0,474	0,73
24	а	1,05	210	221	0,474	0,50
	б	1,18	210	248	0,474	0,56
25	а	0,52	210	109	0,474	0,25
	б	0,90	210	189	0,474	0,43
26	а	0,93	210	195	0,474	0,44
	б	1,02	210	214	0,474	0,48
27		0,90	210	189	0,474	0,43
Итого район II		52,23		10968		24,75

Таблица А.3 – Определение площадей стока, количества жителей и среднесекундных расходов от населения в районе 3

№ кварталов	Наименование площади стока	Площадь стока, F , га	Плотность населения, P , чел./га	Количество населения, N , чел.	Модуль стока, q_0 , л/с	Среднесекундный расход, q_{mid} , л/с
Район III						
1		1,73	250	433	0,839	1,45
2	а	0,52	250	130	0,839	0,44
	б	1,02	250	255	0,839	0,86
	в	0,48	250	120	0,839	0,40
	г	0,24	250	60	0,839	0,20
	д	2,64	250	660	0,839	2,22
3	а	0,74	250	185	0,839	0,62
	б	0,29	250	73	0,839	0,24
	в	0,54	250	135	0,839	0,45
	г	0,85	250	213	0,839	0,71
4		0,85	250	213	0,839	0,71
5	а	0,66	250	165	0,839	0,55
	б	1,97	250	493	0,839	1,65
	в	0,86	250	215	0,839	0,72
6		1,43	250	358	0,839	1,20
7	а	0,71	250	178	0,839	0,60
	б	0,95	250	238	0,839	0,80
	в	0,74	250	185	0,839	0,62
8	а	0,87	250	218	0,839	0,73
	б	0,55	250	138	0,839	0,46
9	а	0,66	250	165	0,839	0,55
	б	0,59	250	148	0,839	0,50

продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6	7
10	А	0,72	250	180	0,839	0,60
	б	0,61	250	153	0,839	0,51
11	а	0,86	250	215	0,839	0,72
	б	0,57	250	143	0,839	0,48
12	а	1,97	250	493	0,839	1,65
	б	0,67	250	168	0,839	0,56
13		1,6	250	400	0,839	1,34
14		1,59	250	398	0,839	1,33
15	а	1,94	250	485	0,839	1,63
	б	1,12	250	280	0,839	0,94
16		0,89	250	223	0,839	0,75
17	а	0,69	250	173	0,839	0,58
	б	0,89	250	223	0,839	0,75
18	а	0,63	250	158	0,839	0,53
	б	1,17	250	293	0,839	0,98
19	а	0,22	251	55	0,839	0,19
	б	1,18	252	297	0,839	1,00
20	а	0,58	250	145	0,839	0,49
	б	1,99	250	498	0,839	1,67
21	а	0,46	250	115	0,839	0,39
	б	1,08	250	270	0,839	0,91
22	а	0,32	250	80	0,839	0,27
	б	0,86	250	215	0,839	0,72
23		0,48	250	120	0,839	0,40
24		0,39	250	98	0,839	0,33
25	а	0,29	250	73	0,839	0,24
	б	1,01	250	253	0,839	0,85

продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6	7
26	А	1,29	250	323	0,839	1,08
	б	0,53	250	133	0,839	0,44
27	а	1,24	250	310	0,839	1,04
	б	1,21	250	303	0,839	1,02
28	а	1,08	250	270	0,839	0,91
	б	1,14	250	285	0,839	0,96
29		1,29	250	323	0,839	1,08
30	а	2,6	250	650	0,839	2,18
	б	1,06	250	265	0,839	0,89
31	а	0,24	250	60	0,839	0,20
	б	0,34	250	85	0,839	0,29
	в	2,22	250	555	0,839	1,86
32		2,49	250	623	0,839	2,09
33	а	0,66	250	165	0,839	0,55
	б	1,38	250	345	0,839	1,16
34	а	0,54	250	135	0,839	0,45
	б	0,9	250	225	0,839	0,76
	в	0,22	250	55	0,839	0,18
35	а	0,79	250	198	0,839	0,66
	б	1,04	250	260	0,839	0,87
36		1,29	250	323	0,839	1,08
37	а	0,8	250	200	0,839	0,67
	б	0,95	250	238	0,839	0,80
38	а	0,9	250	225	0,839	0,76
	б	0,96	250	240	0,839	0,81
39	а	0,83	250	208	0,839	0,70
	б	0,79	250	198	0,839	0,66

продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6	7
40	а	0,87	250	218	0,839	0,73
	б	0,87	250	218	0,839	0,73
41	а	0,82	250	205	0,839	0,69
	б	0,95	250	238	0,839	0,80
Итого район III		82.44		20613		69.19
Итого		172.26		38347		105.30

Таблица А.4 – Подсчет расчетных расходов на расчетных участках сети

№ участка	№ площади стока			Средний расход с кварталов					Расчетный расход, л/с		
	Путевой, q _i	Боковой, q _s	Транзитный, q _t	Путевой, q _i	Боковой, q _s	Транзитный, q _t	Суммарный, q _{tot}	К	С кварталов, q _{max}	Средоточенный, q _c	Суммарный, q _{расч}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I коллектор											
25-26	I-11a	-	-	0,27	-	-	0,27	3,0	0,82		0,82
26-27	I-10б	I-11б	25-26	0,19	0,36	0,27	0,82	3,0	2,47		2,47
27-28	I-12	I-10a	26-27	0,23	0,25	0,82	1,31	3,0	3,92		3,92
28-29	I-14в	I-14г; I-13а; I-13б	27-28	0,11	0,84	1,31	2,26	3,0	6,78		6,78
29-30	I-14б	-	28-29	0,27	-	2,26	2,53	3,0	7,60		7,60
30-31	I-14а	-	29-30	0,27	-	2,53	2,80	3,0	8,41		8,41
31-32	II-17б	I-15	30-31	0,36	0,50	2,80	3,67	3,0	11,02		11,02
32-10	II-17а	-	31-32	0,58	-	3,67	4,25	3,0	12,75		12,75
II коллектор											
33-34	II-12а	-	-	0,42	-	-	0,42	3,0	1,27		1,27
34-35	I-8б	II-12б; I-8а	33-34	0,16	0,93	0,42	1,51	3,0	4,53		4,53
35-36	-	-	34-35	-	-	1,51	1,51	3,0	4,53		4,53
36-37	I-9б	-	35-36	0,20	-	1,51	1,71	3,0	5,13		5,13
37-38	II-14б	I-9а	36-37	0,34	0,42	1,71	2,47	3,0	7,41		7,41

продолжение таблицы А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
38-39	II-14в	-	37-38	0,33	-	2,47	2,80	3,0	8,40		8,40
39-40	-	II-13; III-30б; II-14а; III-30а	38-39	-	4,51	2,80	7,31	2,31	16,93		16,93
40-13	II-15б	-	39-40	0,47	-	7,31	7,79	2,28	17,73		17,73
III коллектор											
41-42	III-33б	-	-	1,16	-	-	1,16	3,0	3,47		3,47
42-43	III-34а	III-33а	41-42	0,45	0,55	1,16	2,16	3,0	6,49		6,49
43-44	-	-	42-43	-	-	2,16	2,16	3,0	6,49		6,49
44-45	III-34б	-	43-44	0,76	-	2,16	2,92	3,0	8,76		8,76
45-46	III-34в	-	44-45	0,18	-	2,92	3,10	3,0	9,31		9,31
46-47	III-36	III-35а; III-35б	45-46	1,08	1,54	3,10	5,72	2,44	13,98		13,98
47-48	III-38б	-	46-47	0,81	-	5,72	6,53	2,38	15,52		15,52
48-49	III-40б	III-37а; III-37б; III-38а	47-48	0,73	2,22	6,53	9,48	2,14	20,31		20,31
49-50	II-23	III-39а; III-39б; III-40а	48-49	0,73	2,09	9,48	12,30	2,05	25,27		25,27
50-51	-	-	49-50	-	-	12,30	12,30	2,05	25,27		25,27
51-52	II-24б	-	50-51	0,56	-	12,30	12,86	2,04	26,27		26,27

продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
52-53	II-256	III-41a; III-41б; III-42a; III-42б; II- 24a	51-52	0,43	3,59	12,86	16,87	1,96	33,11		33,11
53-54	-	III-43a; III-43б; III-44a; III-44б; II- 25a; II-26a; II-26б; II-27	52-53	-	4,59	16,87	21,47	1,89	40,58		40,58
54- PHC1	-	-	53-54	-	-	21,47	21,47	1,89	40,58		40,58
PHC1- 55	-	-	54-PHC1	-	-	21,47	21,47	1,89	40,58		40,58
55-19	-	-	PHC1-55	-	-	21,47	21,47	1,89	40,58		40,58
IV коллектор											
56-57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74,77	74,77
57-58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74,77	74,77
58-59	I-1a	-	-	0,25	-	-	0,25	3,00	0,76	74,77	75,54
59-60	III-36; II- 3a	I-16	58-59	0,55	0,60	0,25	1,40	3,00	4,21	74,77	78,99

продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60-61	III-3в; II- 4а	I-3; I-2; II-3б	59-60	0,93	1,79	1,40	4,13	3,00	12,38	74,77	87,15
61-62	-	-	60-61	-	-	4,13	4,13	3,00	12,38	74,77	87,15
62-63	III-3г	II-6б; III-8б; II-6а; II-5б; III-7б; II- 5а; II-4б	61-62	0,71	4,34	4,13	9,18	2,17	19,89	74,77	94,66
63-64	III-5а	II-1; III-2а; III-2б; II-2а; II-2б; III-2в; III-3а	62-63	0,55	4,46	9,18	14,20	2,02	28,62	74,77	103,39
64-65	-	-	63-64	-	-	14,20	14,20	2,02	28,62	74,77	103,39
65-66	III-5б	III-2д; III-2г; III-1; III-4	64-65	1,65	4,58	14,20	20,43	1,90	38,76	74,77	113,53

продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
66-67	-	III-8а; III-7в; III-7а; III-6; III-5в	65-66	-	3,87	20,43	24,30	1,87	45,47	74,77	120,25
67-68	III-9а	-	66-67	0,55	-	24,30	24,85	1,87	46,42	74,77	121,19
68-69	III-12а	III-9б	67-68	1,65	0,50	24,85	27,00	1,85	50,04	74,77	124,82
69-24	III-16	III-11а; III-11б;	68-69	0,75	5,55	27,00	33,30	1,81	60,32	74,77	135,10
Главный коллектор											
1-2	I-19а	-	-	0,18	-	-	0,18	3,00	0,53		0,53
2-3	I-18б	I-19б;	1-2	0,68	0,60	0,18	1,46	3,00	4,38		4,38
3-4	I-18а	-	2-3	0,08	-	1,46	1,54	3,00	4,62		4,62
4-5	II-20а	-	3-4	0,74	-	1,54	2,28	3,00	6,84		6,84
5-6	II-20б	-	4-5	0,26	-	2,28	2,54	3,00	7,61		7,61
6-7	II-21б	II-22а;	5-6	0,20	0,97	2,54	3,71	3,00	11,12		11,12
7-8	II-18а	I-17а; I-17б; I-16а; I- 16б; II- 21в	6-7	0,26	1,52	3,71	5,49	2,46	13,50		13,50
8-9	II-16а	II-19;	7-8	0,26	1,01	5,49	6,76	2,36	15,94		15,94

продолжение таблицы А.3

9-10	II-166	-	8-9	0,13	-	6,76	6,89	2,35	16,18		16,18
10-11	-	107-10	9-10	-	4,25	6,89	11,14	2,08	23,14		23,14
11-12	-	-	10-11	-	-	11,14	11,14	2,08	23,14		23,14
12-13	-	-	11-12	-	-	11,14	11,14	2,08	23,14		23,14
13-14	III-32	III-29;	12-13	2,09	9,98	11,14	23,21	1,88	43,60		43,60
14-15	III-31в	-	13-14	1,86	-	23,21	25,07	1,87	46,79		46,79
15-16	III-31б	-	14-15	0,29	-	25,07	25,36	1,86	47,28		47,28
16-17	-	II-28а;	15-16	-	3,16	25,36	28,52	1,84	52,57		52,57
17-18	III-26б	-	16-17	0,44	-	28,52	28,97	1,84	53,31		53,31
18-19	III-26а	-	17-18	1,08	-	28,97	30,05	1,83	55,08		55,08
19-20	III -22а	64-19	18-19	0,27	21,47	30,05	51,78	1,70	87,85		87,85
20-21	III -21а	III -25б; III -25а;	19-20	0,39	3,45	51,78	55,62	1,69	93,93		93,93
21-22	III -19а	-	20-21	0,19	-	55,62	55,80	1,69	94,22		94,22

продолжение таблицы А.3

22-23	-	I-7; I-6a; I-6б; I-6в; II-9a; II-9б; II-11; II-10a; II-10б; II-8a; II-8б; II-7a; 7б; III- 20a; III- 20б; III- 18a; III- 18б; I-4a; I- 4б; I-5a; I-5б; III-15a; III-15б; III-19б; III-17a; III-17б	21-22	-	16,19	55,80	71,99	1,66	119,22	119,22
-------	---	---	-------	---	-------	-------	-------	------	--------	--------

продолжение таблицы А.3

23-24	-	-	22-23	-	-	71,99	71,99	1,66	119,22		119,22
24-ГНС	-	84-23	23-24	-	33,30	71,99	105,29	1,60	168,46	74,77	243,23
ГНС-КП1	-	-	24-ГНС	-	-	105,29	105,29	1,60	168,46	74,77	243,23
КП1-КП2	-	-	24-ГНС	-	-	105,29	105,29	1,60	168,46	74,77	243,23
КП2-КП3	-	-	24-ГНС	-	-	105,29	105,29	1,60	168,46	74,77	243,23
КП3-ОС	-	-	24-ГНС	-	-	105,29	105,29	1,60	168,46	74,77	243,23

Таблица А.4 – Гидравлический расчет сети

1	2	3	D трубы, мм		6	7	8	9	Отметки, м				Глубина заложения трубы, м		16
			4	5					поверхности земли		дна трубы				
									10	11	12	13	14	15	
			в	в					в	в	в	в			
нача	кон	нача	конц	нача	кон										
ле	це	ле	е	ле	це										
I коллектор															
Н _{нач} = (1,68-0,3)+0,007-130,18+0,038+85,27-85,7 = 1,90 м										<i>устройство колодца-гасителя</i>					
25-26	0,82	123	200	176	0,005	-	-	0,62	85,2	84,8	83,37	82,7	1,90	2,10	0,0034
26-27	2,47	132	200	176	0,013	0,89	0,16	1,72	84,8	82,4	82,76	81,0	2,10	1,38	0,0184
27-28	3,92	165	200	176	0,005	0,73	0,27	0,83	82,4	82,5	80,64	79,8	1,78	2,69	-0,0005
28-29	6,78	44	200	176	0,005	0,84	0,36	0,22	82,5	81,8	79,81	79,5	2,69	2,30	0,0140
29-30	7,60	119	200	176	0,005	0,87	0,39	0,60	81,8	80,7	79,59	79,0	2,30	1,78	0,0093
30-31	8,41	113	200	176	0,005	0,89	0,41	0,56	80,7	80,6	79,00	78,4	1,78	2,20	0,0012
31-32	11,02	100	200	176	0,005	0,94	0,48	0,50	80,6	80,6	78,44	77,9	2,20	2,73	-0,0002
32-10	12,75	152	200	176	0,005	0,97	0,53	0,76	80,6	80,2	77,93	77,1	2,73	3,12	0,0024

продолжение таблицы А.4

II коллектор															
$H_{нач} = (1,68-0,3)+0,007 \cdot 122,13+0,038+84,54-85,0 = 1,81 \text{ м}$															
33-34	1,27	118	200	176	0,005	-	-	0,59	84,5	84,3	82,73	82,1	1,81	2,22	0,0015
34-35	4,53	180	200	176	0,005	0,76	0,29	0,90	84,3	82,6	82,14	81,2	2,22	1,42	0,0094
35-36	4,53	20	200	176	0,006	0,82	0,27	0,12	82,6	82,5	81,24	81,1	1,42	1,38	0,0080
36-37	5,13	142	200	176	0,005	0,79	0,31	0,71	82,5	81,9	81,12	80,4	1,38	1,54	0,0039
37-38	7,41	130	200	176	0,008	1,06	0,33	1,04	81,9	80,7	80,41	79,3	1,54	1,38	0,0092
38-39	8,40	194	200	176	0,007	1,03	0,37	1,36	80,7	79,7	79,37	78,0	1,38	1,78	0,0050
39-40	16,93	38	250	216	0,004	1,01	0,46	0,17	79,7	79,5	77,97	77,8	1,82	1,71	0,0073
40-13	17,73	263	250	216	0,004	1,02	0,48	1,18	79,5	78,2	77,80	76,6	1,71	1,67	0,0046
III коллектор															
$H_{нач} = (1,68-0,3)+0,007 \cdot 114,83+0,038+79,68-80,42 = 1,48 \text{ м}$															
41-42	3,47	174	200	176	0,007	0,8	0,23	1,22	79,6	78,9	78,20	76,98	1,48	1,95	0,0043
42-43	6,49	161	200	176	0,005	0,84	0,35	0,80	78,9	78,0	76,98	76,18	1,95	1,87	0,0055
43-44	6,49	20	200	176	0,005	0,84	0,35	0,10	78,0	77,9	76,18	76,08	1,87	1,87	0,0050
44-45	8,76	183	200	176	0,005	0,9	0,42	0,91	77,9	78,5	76,08	75,17	1,87	3,42	-0,0035
45-46	9,31	37	200	176	0,005	0,91	0,44	0,19	78,5	78,7	75,17	74,98	3,42	3,76	-0,0040
46-47	13,98	178	250	216	0,004	0,92	0,43	0,71	78,7	78,1	74,94	74,23	3,80	3,87	0,0036
47-48	15,52	168	250	216	0,004	0,94	0,46	0,67	78,1	78,5	74,23	73,56	3,87	5,01	-0,0028
48-49	20,31	157	250	216	0,004	1,01	0,54	0,63	78,5	78,7	73,56	72,93	5,01	5,80	-0,0010

продолжение таблицы А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
49-50	25,27	183	315	271	0,003	1,02	0,44	0,64	78,7	77,7	72,88	72,24	5,85	5,52	0,0053
50-51	25,27	20	315	271	0,003	1,02	0,44	0,07	77,7	77,6	72,24	72,17	5,52	5,49	0,0050
51-52	26,27	165	315	271	0,003	1,02	0,45	0,58	77,6	77,5	72,17	71,59	5,49	5,91	0,0010
52-53	33,11	154	315	271	0,003	1,00	0,56	0,46	77,5	77,1	71,59	71,13	5,91	6,02	0,0023
53-54	40,58	20	315	271	0,003	1,03	0,65	0,06	77,1	76,9	71,13	71,07	6,02	5,86	0,0110
54-	40,58	20	315	271	0,003	1,03	0,65	0,06	76,9	76,7	71,07	71,01	5,86	5,72	0,0100
PHC1-	40,58	994		2x150	i=0,01	1,15	1	-	76,7	77,8	75,13	76,24	1,6	1,6	-0,0011
55-19	40,58	20	315	271	0,003	1,03	0,65	0,06	77,8	78,4	76,12	76,06	1,72	2,41	-0,0309
IV коллектор															
$H_{нач} = 3,00$ м															
56-57	74,77	48	400	343	0,0025	1,11	0,69	0,12	82,19	82,25	79,19	79,0	3,00	3,18	-0,0012
57-58	74,77	169	400	343	0,0025	1,11	0,69	0,42	82,25	82,89	79,07	78,6	3,18	4,24	-0,0038
58-59	75,54	161	400	343	0,0025	1,11	0,69	0,40	82,89	82,86	78,65	78,2	4,24	4,62	0,0002
59-60	78,99	158	400	343	0,003	1,22	0,66	0,47	82,86	81,83	78,24	77,7	4,62	4,06	0,0065
60-61	87,15	152	500	427	0,002	1,09	0,55	0,30	81,83	80,75	77,69	77,3	4,14	3,37	0,0071
61-62	87,15	20	500	427	0,002	1,09	0,55	0,04	80,75	80,65	77,38	77,3	3,37	3,31	0,0050
62-63	94,66	235	500	427	0,0017	1,02	0,62	0,40	80,65	80,18	77,34	76,9	3,31	3,24	0,0020
63-64	103,39	109	500	427	0,0016	1,00	0,68	0,17	80,18	79,01	76,94	76,7	3,24	2,24	0,0107
64-65	103,39	20	500	427	0,0016	1,00	0,68	0,03	79,01	78,78	76,77	76,7	2,24	2,04	0,0115
65-66	113,53	197	500	427	0,0018	1,07	0,69	0,35	78,78	78,66	76,74	76,3	2,04	2,28	0,0006

продолжение таблицы А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
66-67	120,25	20	500	427	0,002	1,14	0,69	0,04	78,66	78,55	76,38	76,34	2,28	2,21	0,0055
67-68	121,19	121	500	427	0,002	1,14	0,69	0,24	78,55	78,47	76,34	76,10	2,21	2,37	0,0007
68-69	124,82	252	500	427	0,002	1,15	0,71	0,50	78,47	77,73	76,10	75,60	2,37	2,13	0,0029
69-24	135,10	149	500	427	0,003	1,42	0,63	0,45	77,73	77,06	75,60	75,15	2,13	1,91	0,0045
Главный коллектор (вариант I)															
$H_{нач} = (1,68-0,3)+0,007 \cdot 39,08+0,038+81,9-82,18 = 1,41 \text{ м}$															
1-2	0,53	104	200	176	0,007	-	-	0,73	82,61	82,86	81,20	80,47	1,41	2,39	-0,0024
2-3	4,38	223	200	176	0,005	0,76	0,28	1,12	82,86	80,89	80,47	79,35	2,39	1,54	0,0088
3-4	4,62	82	200	176	0,005	0,77	0,29	0,41	80,89	80,92	79,35	78,95	1,54	1,97	-0,0004
4-5	6,84	208	200	176	0,005	0,85	0,36	1,04	80,92	80,16	78,95	77,90	1,97	2,26	0,0036
5-6	7,61	130	200	176	0,005	0,87	0,39	0,65	80,16	81,26	77,90	77,25	2,26	4,01	-0,0085
6-7	11,12	103	250	216	0,0035	0,83	0,39	0,36	81,26	81,81	77,21	76,85	4,05	4,96	-0,0053
7-8	13,50	120	250	216	0,003	0,8	0,46	0,36	81,81	81,17	76,85	76,49	4,96	4,68	0,0053
8-9	15,94	121	250	216	0,003	0,83	0,52	0,36	81,17	80,09	76,49	76,13	4,68	3,96	0,0089
9-10	16,18	105	250	216	0,003	0,84	0,52	0,31	80,09	80,00	76,13	75,82	3,96	4,18	0,0009
10-11	23,14	20	315	271	0,0025	0,86	0,47	0,05	80,00	79,12	75,76	75,71	4,24	3,41	0,044
11-12	23,14	101	2x150		i=0,0237	1,31	1	$\Sigma h=2,44$	79,12	77,94	75,71	73,24	3,41	4,70	0,012
12-13	23,14	21	315	271	0,0025	0,86	0,47	0,05	77,94	78,26	73,12	73,07	4,82	5,19	-0,015
13-14	43,60	288	400	343	0,0016	0,82	0,56	0,46	78,26	78,23	73,00	72,53	5,26	5,70	0,000
14-15	46,79	252	400	343	0,0016	0,83	0,58	0,40	78,23	78,08	72,53	72,13	5,70	5,95	0,001

продолжение таблица А4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
$H_{нач} = (1,68-0,3)+0,007\ 124,51+0,205+78,29-80,5=1,53\ м$																
14-15'	46,79	252	400	343	0,0016	0,83	0,58	0,40	78,29	78,0	76,49	76,0	1,80	1,99	0,001	
15-16	47,28	92	400	343	0,0016	0,84	0,59	0,15	78,08	78,5	72,13	71,9	5,95	6,59	-0,005	
16-17	52,57	57	400	343	0,0016	0,85	0,64	0,09	78,57	77,9	71,98	71,8	6,59	6,10	0,010	
17-18	53,31	73	400	343	0,0016	0,85	0,64	0,12	77,99	77,8	71,89	71,7	6,10	6,06	0,002	
18-19	55,08	133	400	343	0,0016	0,85	0,66	0,21	77,84	78,4	71,78	71,5	6,06	6,92	-0,005	
19-20	87,85	101	500	427	0,0014	0,92	0,63	0,14	78,48	77,6	71,48	71,3	7,00	6,33	0,008	
20-21	93,93	143	500	427	0,0014	0,93	0,67	0,20	77,67	77,5	71,34	71,1	6,33	6,36	0,001	
21-22	94,22	77	500	427	0,0014	0,93	0,67	0,11	77,50	77,7	71,14	71,0	6,36	6,70	-0,003	
22-23	119,22	47	630	535	0,0014	1,03	0,51	0,07	77,73	76,2	70,92	70,8	6	6,81	5,34	0,032
23-24	119,22	16	630	535	0,0014	1,03	0,51	0,02	76,20	77,0	70,86	70,8	3	5,34	6,23	-0,055
24-ГНС	243,23	20	800	678	0,0012	1,14	0,57	0,02	77,06	76,2	70,69	70,6	7	6,37	5,59	0,04
ГНС-КП1	243,23	488		2'400	i=0,003 36	0,94	1	-	76,26	78,2	74,26	76,2	5	2,00	2,00	-0,004
КП1-КП2	243,23	488		2'400	i=0,003 36	0,94	1	-	78,25	78,7	76,25	76,7	1	2,00	2,00	-0,001
КП2-КП3	243,23	488		2'400	i=0,003 36	0,94	1	-	78,71	81,9	76,71	79,9	4	2,00	2,00	-0,007
КП3-ОС	243,23	488		2'400	i=0,003 36	0,94	1	-	81,94	81,4	79,94	79,4	7	2,00	2,00	0,001

продолжение таблица А4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$H_{нач} = (1,68-0,3)+0,007-39,08+0,038+81,9-82,18=1,41 \text{ м}$															
1-2	0,53	104	200	176	0,007	-	-	0,73	82,61	82,86	81,20	80,47	1,41	2,39	-0,0024
2-3	4,38	223	200	176	0,005	0,76	0,28	1,12	82,86	80,89	80,47	79,35	2,39	1,54	0,0088
3-4	4,62	82	200	176	0,005	0,77	0,29	0,41	80,89	80,92	79,35	78,95	1,54	1,97	-0,0004
4-5	6,84	208	200	176	0,005	0,85	0,36	1,04	80,92	80,16	78,95	77,90	1,97	2,26	0,0036
5-6	7,61	130	200	176	0,005	0,87	0,39	0,65	80,16	81,26	77,90	77,25	2,26	4,01	-0,0085
6-7	11,12	103	250	216	0,0035	0,83	0,39	0,36	81,26	81,81	77,21	76,85	4,05	4,96	-0,0053
7-8	13,50	120	250	216	0,003	0,8	0,46	0,36	81,81	81,17	76,85	76,49	4,96	4,68	0,0053
8-9	15,94	121	250	216	0,003	0,83	0,52	0,36	81,17	80,09	76,49	76,13	4,68	3,96	0,0089
9-10	16,18	105	250	216	0,003	0,84	0,52	0,31	80,09	80,00	76,13	75,82	3,96	4,18	0,0009
10-11	23,14	20	315	271	0,0025	0,86	0,47	0,05	80,00	79,12	75,76	75,71	4,24	3,41	0,044
11-12	23,14	101	2x150		i=0,0237		1,31	1	$\Sigma h=2,44$	79,12	77,94	75,71	73,24	3,41	4,70
12-13	23,14	21	315	271	0,0025	0,86	0,47	0,05	77,94	78,26	73,12	73,07	4,82	5,19	-0,015
13-14	43,60	288	400	343	0,0016	0,82	0,56	0,46	78,26	78,23	73,00	72,53	5,26	5,70	0,000
14-ТНС	43,6	25	400	343	0,0016	0,82	0,56	0,04	78,23	77,75	72,53	72,49	5,70	5,26	0,019
ТНС-14'	43,6	30	2x200		i=0,0048	0,7	1	-	77,75	78,29	76,15	76,69	1,60	1,60	-0,018
$H_{нач} = (1,68-0,3)+0,007 \ 124,51+0,205+78,29-80,5=1,53 \text{ м}$															
14'-15	46,79	252	400	343	0,0016	0,83	0,58	0,40	78,29	78,08	76,49	76,09	1,80	1,99	0,001
15-16	47,28	92	400	343	0,0016	0,84	0,59	0,15	78,08	78,57	76,09	75,94	1,99	2,63	-0,005
16-17	52,57	57	400	343	0,0016	0,85	0,64	0,09	78,57	77,99	75,94	75,85	2,63	2,14	0,010
17-18	53,31	73	400	343	0,0016	0,85	0,64	0,12	77,99	77,84	75,85	75,73	2,14	2,11	0,002
18-19	55,08	133	400	343	0,0016	0,85	0,66	0,21	77,84	78,48	75,73	75,52	2,11	2,96	-0,005

продолжение таблица А4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
19-20	87,85	101	400	343	0,0035	1,34	0,67	0,35	78,48	77,67	75,52	75,16	2,96	2,51	0,008
20-21	93,93	143	400	343	0,004	1,44	0,67	0,57	77,67	77,5	75,16	74,59	2,51	2,91	0,001
21-22	94,22	77	400	343	0,004	1,44	0,67	0,31	77,50	77,73	74,59	74,28	2,91	3,45	-0,003
22-23	119,2	47	400	343	0,013	2,64	0,49	0,61	77,73	76,2	74,28	73,67	3,45	2,53	0,032
23-24	119,2	16	400	343	0,009	2,22	0,56	0,14	76,20	77,06	73,67	73,53	2,53	3,53	-0,055
24-ГНС	243,2	20	500	427	0,007	2,33	0,69	0,14	77,06	76,26	73,45	73,31	3,61	2,95	0,04
ГНС-	243,2	488		2'400	i=0,003	0,94	1	-	76,26	78,25	74,26	76,25	2,00	2,00	-0,004
КП1-	243,2	488		2'400	i=0,003	0,94	1	-	78,25	78,71	76,25	76,71	2,00	2,00	-0,001
КП2-	243,2	488		2'400	i=0,003	0,94	1	-	78,71	81,94	76,71	79,94	2,00	2,00	-0,007
КП3-	243,2	488		2'400	i=0,003	0,94	1	-	81,94	81,47	79,94	79,47	2,00	2,00	0,001

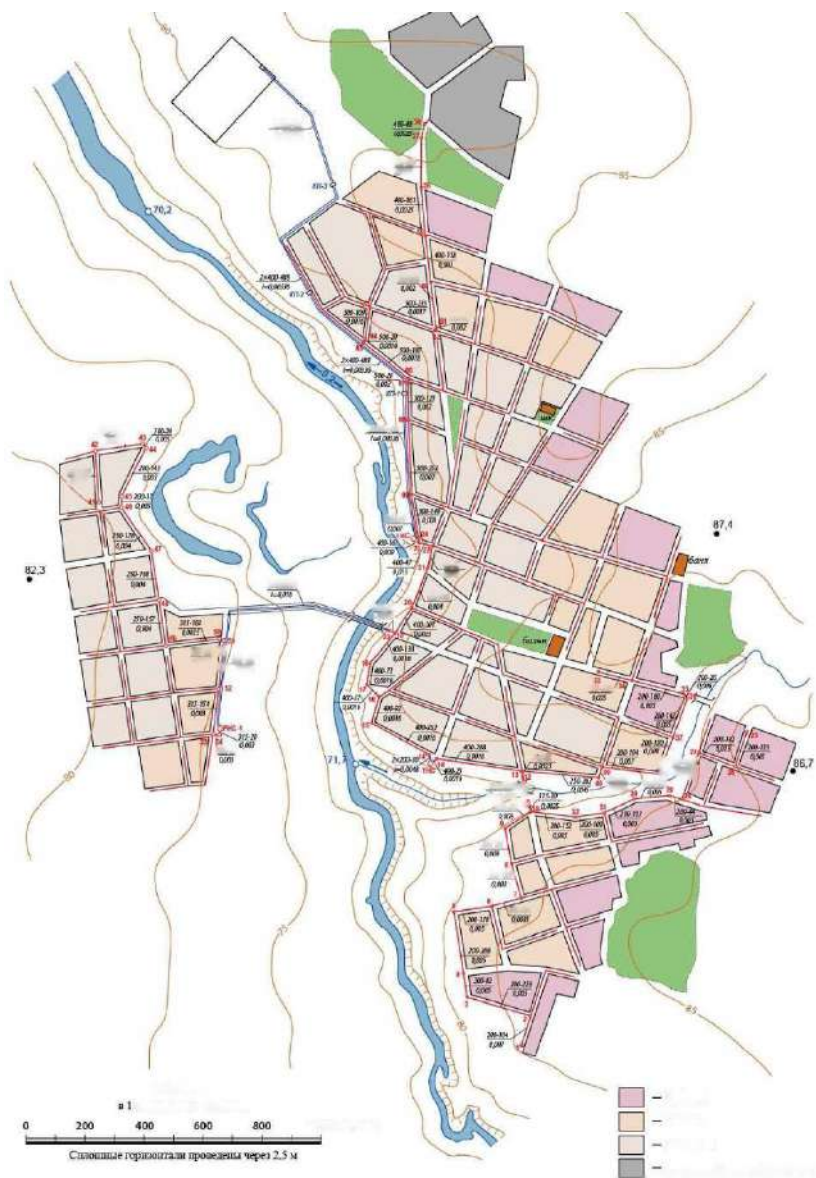
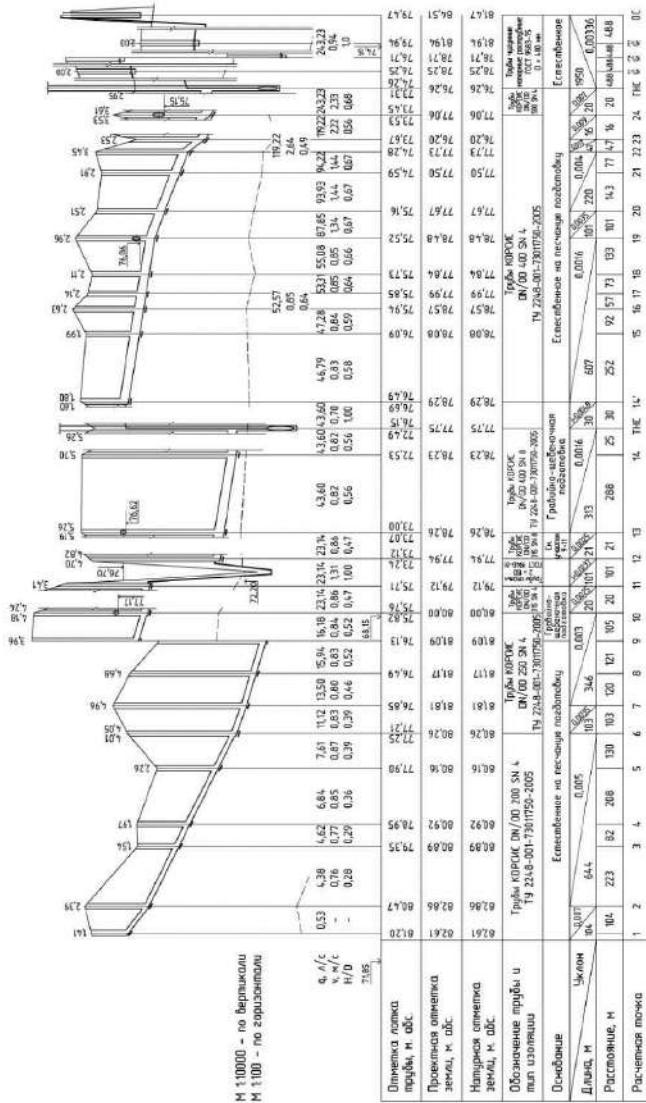


Рисунок А.3 – План трассировки водоотводящих сетей варианта 2



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод [Текст] : учеб. для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев ; под общ. ред. Ю. В. Воронова - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 704 с.
2. Добромыслов А. Я. Таблицы для гидравлических расчетов трубопроводов из полимерных материалов [Текст] : в 2 т. / А. Я. Добромыслов. - М.: ТОО "Издательство ВНИИМП", 2004. - 2 т.
3. Калицун В.И. Гидравлический расчет водоотводящих сетей. [Текст] Справочное пособие / В.И. Калицун – М.: Стройиздат, 1987. - 72 с.
4. Калицун, В.И. Водоотводящие системы и сооружения. [Текст] Учебник для ВУЗов. / В.И. Калицун – М: Стройиздат, 1987. - 336 с.
5. Кащенко О.В. Проектирование водоотводящих сетей населенного пункта [Электронный ресурс]: учебн. пособие / О.В. Кащенко, М.О. Жакевич, В. А. Земскова; Нижегор. гос. архитектур. – строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2016. – 106 С.
6. Лукиных А. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского [Текст] : справочное пособие / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. - Изд. 5-е, перераб. и доп. - М.: Стройиздат. - 1986. - 152 с
7. Свистунов, Ю.А. Водоотведение и очистка сточных вод курс лекций для студентов специальности «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения» Часть 1 [Текст] в 3 частях / Ю.А. Свистунов, КубГАУ. – Краснодар, 2007 118 с
8. Свистунов, Ю.А. Водоотведение и расчет комплекса водоотведения очистки сточных вод населенного пункта [Текст] / Ю.А. Свистунов Ламунин А.В., КубГАУ. – Краснодар, 2007 118 с : – Краснодар, 2007 118 с
9. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84. [Текст] : Минрегионразвития РФ. - М., 2012. - 123 с

10. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. [Текст] : Мин-регионразвития РФ. - М., 2012. - 85 с.
11. СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов [Текст] : утв. Госстроем России 16.08.2000 : взамен СН 478-80: - М. [б. и.], 2001. – 70 с.
12. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий [Текст] : справочник / В. А. Клячко, С.Н. Аронов, В.И. Лазарев [и др.] ; под общ. ред. И.А. Назарова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1977. - 288 с.
13. ТР 171-07 Технические рекомендации на проектирование и строительство подземных систем водоотведения с применением полипропиленовых гофрированных труб Pragma [Текст] : - М. [б. и.], 2008. - 100 с.
14. Федоров Н. Ф. Таблицы гидравлического расчета канализационных сетей [Текст] : расчетные таблицы / Н. Ф. Федоров, Л. Е. Волков. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - Л.: Стройиздат. - 1968. - 252 с.

Шишкин Александр Сергеевич
Семерджян Акоп Карписович
Ванжа Владимир Владимирович
Орехова Валентина Ивановна

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ
НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА**

Методические рекомендации

Подписано в печать

Формат –
Усл. Печ. Л. –
Уч.-изд. -
Тираж
Заказ №

Типография Кубанского государственного аграрного универ-
ситета.
350044, г. Краснодар, ул.Калинина,.13