

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой

ИСЗиС



Г.В. Сакаш

подпись

инициалы, фамилия

« 14 »

06

2017 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Сети водоснабжения и водоотведения жилого микрорайона

Пояснительная записка

Руководитель



подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

К.И. Бобык

инициалы, фамилия

Красноярск 2017

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Сети водоснабжения и водоотведения жилого микрорайона» содержит 84 страницы текстового документа, 13 использованных источников, 5 листов графического материала.

**МИКРОРАЙОН, СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ, СИСТЕМА ВОДО-ОТВЕДЕНИЯ, ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ, ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВАЯ ВОДО-ОТВОДЯЩАЯ СЕТЬ, РАСЧЁТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ И СТОЧНЫХ ВОД, ЧУГУННЫЕ ТРУБЫ, ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ, ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОВОДА.**

Объект канализования – жилой микрорайон площадью        гектаров (масштаб 1:1000).

Цели организации и устройства систем водоснабжения и водоотведения – обеспечение населения посёлка комфортными условиями проживания.

Выпускная квалификационная работа состоит из двух разделов.

В разделе «Системы водоснабжения и водоотведения жилого микрорайона»:

- выполнена трассировка сетей водоснабжения и водоотведения в пределах территории микрорайона;
- определены расчётные расходы воды и хозяйственно-бытовых и поверхностных сточных вод;
- выполнен гидравлический расчет водопроводных сетей микрорайона;
- выполнены гидравлический и геодезический расчеты хозяйственно-бытовой и ливневой водоотводящих сетей;
- построены продольные профили участков хозяйственно-бытовой и ливневой сетей водоотведения.

В разделе «Технология и организация строительства трубопровода»:

- разработана прокладка участка трубопровода водопроводной сети от колодца КК1-16 до колодца ККК-1 бестраншейным методом диаметром 200 мм, длиной 850 м.
- определены объемы земляных работ, выполняемых механизированным и ручным способами.
- на основании исходных и рассчитанных параметров сделан предварительный выбор комплекта необходимых машин, механизмов и оборудования.
- составлен календарный план производства работ и график передвижения рабочей силы при строительстве данного участка трубопровода.

Все расчёты, представленные в выпускной квалификационной работе, выполнены с учётом действующих нормативных документов и справочной литературы.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Водоснабжение и водоотведение микрорайона.....	4
1.1 Водоснабжение микрорайона .....	4
1.1.1 Расчет сетей хозяйственно-питьевого водоснабжения.....	5
1.1.2 Система противопожарного водоснабжения .....	9
1.2 Водоотведение микрорайона .....	11
1.2.1 Расчет расходов хозяйственно-бытовых сточных вод.....	12
1.2.2 Гидравлический и геодезический расчет хозяйственно-бытовой водоотводящей сети.....	21
1.2.3 Построение продольного профиля трассы одной из водоотводящей ветви сети микрорайона .....	37
1.2.4 Системы водоотведения поверхностных сточных вод.....	37
1.2.5 Определение среднегодовых объемов поверхностного стока .....	38
1.2.6 Определение расчетных расходов поверхностного стока при отведении в коллектор уличной сети .....	40
1.2.7 Гидравлический и геодезический расчет канализационной сети для отвода поверхностного стока.....	45
1.2.8 Подбор установки для очистки ливневых стоков .....	65
2 Организация и технология выполнения работ.....	66
2.1 Определение объемов земляных работ.....	66
2.2 Определение объёма земли подлежащей вывозу в отвал за пределы стройки .....	70
2.3 Предварительный выбор комплекта машин.....	73
2.4 Выбор механизмов для обратной засыпки траншеи и ее планировки .....	77
2.5 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин.....	78
2.6 Определение размеров забоя .....	80
2.7 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода .....	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	83
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	85

## ВВЕДЕНИЕ

Современные населенные пункты обеспечивают благоприятные условия для жизнедеятельности людей. С этой целью все здания и сооружения обеспечиваются инженерным оборудованием, отвечающим всем современным требованиям.

Такие системы, как водоснабжение, водоотведение, газоснабжение, теплоснабжение, электроснабжение и связь являются неотъемлемой частью зданий и сооружений жилых микрорайонов.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование сетей водоснабжения и водоотведения жилого микрорайона.

В ходе проектирования выполняются следующие задачи: проектирование сетей водоснабжения, водоотведения; расчет их параметров; построение профилей участков хозяйственно-бытовой и ливневой сетей водоотведения.

### 1 Водоснабжение и водоотведение микрорайона

Объектом водоснабжения и водоотведения является жилой микрорайон города, состоящий из 24-х строений, из них 20 жилых зданий-12-ти, 9-ти, 5-ти этажных; Так же на территории микрорайона расположены: одно здание – торгово-развлекательный центр, один – детский сад, одно здание – торговый центр, одна – школа.

Степень благоустройства принята с централизованным холодным, горячим водоснабжением и канализацией. Санитарно-технические комнаты жилых зданий оборудованы ванными, раковинами, мойками и унитазами.

Норма водоотведения 250 л/сут на 1 человека.

В каждом жилом здании расположено по четыре квартиры на каждом этаже, в одной квартире предусмотрены четыре водоразборных прибора на 4 водопотребителя.

Общественные здания канализуются. Необходимо наличие ливневой системы для отвода дождевых, талых, поливочных вод.

Фактические исходные данные:  $N$ ;  $U$ .

Нормативные исходные данные:  $q_{hr.u}$ ;  $q_0$ .

#### 1.1 Водоснабжение микрорайона

Система водоснабжения - это комплекс инженерно-технических сооружений, предназначенных для забора воды из природных источников, подъема её на высоту, очистки (в случае необходимости), хранения запасов воды и подачи её к местам потребления.

Системы водоснабжения (или водопроводы) классифицируют по ряду признаков.

По виду обслуживаемого объекта системы водоснабжения делятся на городские, поселковые, промышленные, сельскохозяйственные, железнодорожные и пр.

По способу подачи воды различают напорные и самотечные водопроводы.

Напорными водопроводами называются такие, в которых вода из источника к потребителю подается насосами; самотечными – в которых вода из высокорасположенного источника к потребителю поступает самотеком. Такие водопроводы иногда устраивают в горных районах страны.

По назначению системы водоснабжения подразделяются на хозяйственно-питьевые, предназначенные для подачи воды на хозяйственные и питьевые нужды населения; производственные, снабжающие водой технологические процессы производств; противопожарные, обеспечивающие подачу воды для тушения пожаров.

Часто устраивают объединенные системы водоснабжения: хозяйственно-противопожарные, производственно-противопожарные или хозяйственно-производственно-противопожарные.

### 1.1.1 Расчет сетей хозяйственно-питьевого водоснабжения

Водоснабжение объектов надлежит проектировать на основе утвержденных схем развития, размещения отраслей народного хозяйства, отраслей промышленности и схем развития и размещения производительных сил по союзным республикам, а также генеральных, бассейновых и территориальных схем комплексного использования и охраны вод, генеральных планов городов и сельских населенных пунктов, генеральных планов промышленных узлов.

Расчет проводится по СНиП 2.04.01-85\*. Расчетный расход определяют с самого удаленного водоразборного прибора стояка.

Количество человек, проживающих в доме:

$$U = M \cdot n_{кв}, \quad (1.1)$$

где  $M$  – плотность заселения квартиры, чел./кв.;

$n_{кв}$  – количество квартир.

$$U = 4 \cdot 80 = 320 \text{ чел.}$$

Количество приборов в доме:

$$N = n_{пр} \cdot n_{кв}, \quad (1.2)$$

где  $n_{пр}$  – количество приборов;

$n_{кв}$  – то же, что и в формуле (1.1).

$$N = 4 \cdot 80 = 320 \text{ шт.}$$

Вероятность действия водоразборных приборов:

$$P^c = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{3600 \cdot q_o^c \cdot N} = \frac{15,6 \cdot 320}{3600 \cdot 0,25 \cdot 320} = 0,0173, \quad (1.3)$$

где  $q_{hr,u}^c$  – общий расход горячей и холодной воды, зависящий от типа водопотребителя;

$U$  – количество жителей в доме, человек, чел.;

$q_o^c$  – секундный расход воды прибора с наибольшим водопотреблением;

$N$  – количество приборов в доме, шт.

Общий максимальный расход воды:

$$q^c = 5 \cdot \alpha \cdot q_o^c, \quad (1.4)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, зависящий от числа санитарно-технических приборов и вероятности их действия, принимается по приложению 4 [1], при  $NP = 1,44$ ,  $\alpha = 5,27$ .

$q_o^c$  – то же, что и в формуле (1.3).

$$q^c = 5 \cdot 2,72 \cdot 0,25 = 3,41 \text{ л/с.}$$

Таблица 1.1 – Гидравлический расчёт водопроводной сети

№ участка	$N$	$P$	$NP$	$\alpha$	$q_0^c$ , л/с	$q^c$ , л/с	$d$ , мм	$V$ , м/с	$l$ , м	Потери напора	
										на 1 п.м	на длину участка
B1-1-B1-2	320	0,0173	5,55	2,726	0,25	3,41	90	0,8	76,54	11,3	0,865
B1-2-B1-3	896	0,0173	15,53	5,712	0,25	7,14	110	1,12	26,47	16	0,424
B1-3-B1-4	1056	0,0173	18,30	6,469	0,25	8,09	110	1,27	60,43	20,2	1,221
B1-4-B1-5(школа)	1488	0,0173	25,79	8,447	0,25	10,56	140	1,02	32,5	10,2	0,332
B1-5-B1-6	1542	0,0223	34,46	10,58	0,25	13,23	140	1,29	74,34	15,3	1,137
B1-6-B1-7	1974	0,0212	41,95	12,41	0,25	15,51	160	1,15	6,15	10,7	0,066
B1-7-B1-8	2550	0,0204	51,93	14,8	0,25	18,50	160	1,38	70,13	14,6	1,024
B1-8-B1-9	3702	0,0194	71,90	19,48	0,25	24,35	160	1,82	5,5	24,1	0,133
B1-9-ГКВ1-5	4854	0,0189	91,87	24,08	0,25	30,10	225	0,96	23,55	4,61	0,109
B1-12-B1-13	1728	0,0173	29,95	9,457	0,25	11,82	140	1,17	86,61	12,9	1,117
B1-13-B1-14	2304	0,0173	39,94	11,92	0,25	14,90	160	1,12	46,16	10,1	0,466
B1-14-B1-15	2304	0,0173	39,94	11,92	0,25	14,90	160	1,12	23,81	10,1	0,240
B1-16-B1-17	288	0,0173	4,99	2,558	0,25	3,20	90	0,75	38,85	10,1	0,392
B1-17-B1-18	608	0,0173	10,54	4,302	0,25	5,38	110	0,85	15,34	9,82	0,151
B1-18-B1-15(ТЦ)	640	0,0327	20,94	7,156	0,25	8,95	140	0,88	47,83	7,73	0,370

Окончание таблицы 1.1

№ участка	$N$	$P$	$NP$	$\alpha$	$q_0^c$ , л/с	$q^c$ , л/с	$d$ , мм	$V$ , м/с	$l$ , м	Потери напора	
										на 1 п.м	на длину участка
В1-15-В1-19	2944	0,0207	60,87	16,92	0,25	21,15	160	1,56	17,85	18,3	0,327
В1-19-В1-20	3088	0,0205	63,37	17,39	0,25	21,74	160	1,64	54,26	19,9	1,080
В1-20-В1-21	3376	0,0202	68,36	18,55	0,25	23,19	160	1,71	26,38	21,5	0,567
В1-21-В1-22(детский сад)	3444	0,0219	75,30	20,18	0,25	25,23	160	1,86	50,65	25	1,266
В1-22-В1-23	4020	0,0212	85,28	22,48	0,25	28,10	225	0,9	55,37	4,08	0,226
В1-23-В1-24(ТЦ)	4044	0,0219	88,75	23,39	0,25	29,24	225	0,93	20,16	4,34	0,087
В1-24-ГКВ1-4	5196	0,0209	108,71	27,72	0,25	34,65	225	1,12	23,48	6,06	0,142
ГКВ1-4-ГКВ1-5	5196	0,0209	108,71	27,72	0,25	34,65	225	1,12	246,62	6,06	1,495
ГКВ1-5-ГКВ1-1	10050	0,0200	200,58	48,43	0,25	60,54	280	1,25	144,83	5,42	0,785
ГКВ1-2-ГКВ1-3	960	0,0173	16,64	5,984	0,25	7,48	110	1,18	56,93	17,6	1,002
ВК-28-ВК-29	432	0,0173	7,49	3,369	0,25	4,21	90	1,01	50,08	17,1	0,856
ВК-29-ГКВ1-3	864	0,0173	14,98	5,547	0,25	6,93	110	1,08	22,45	15,2	0,341
ГКВ1-3-ГКВ1-1	1824	0,0173	31,62	9,957	0,25	12,45	140	1,02	276,46	10,2	2,820

### 1.1.2 Система противопожарного водоснабжения

Наружное противопожарное водоснабжение должно предусматриваться на территории поселений и организаций. Наружный противопожарный водопровод, как правило, объединяется с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом.

Противопожарные системы должны иметь воду в объеме и с напором, достаточными для обеспечения эффективного тушения наиболее серьезного загорания, которое может возникнуть на данном объекте. При расчете системы следует учитывать наибольшие специфические риски.

Если есть такая возможность, целесообразно оснастить противопожарную сеть системой комбинированных питателей, с тем, чтобы вода могла поступать в нее одновременно из нескольких источников (например, водопровода и накопительного резервуара).

Для питания сети пожаротушения могут использоваться, в том числе сточные (обратные) воды, обработанные должным образом. Разумеется, во избежание загрязнения в этом случае соответствующую сеть необходимо надежно отделить от водопроводной сети, предназначенной для потребления человеком. Большую роль играет также защита воды в водопроводе и резервуарах от замерзания. Для этого наружный трубопровод заглубляют, а трубопровод и резервуары, проложенные в неотапливаемых помещениях, оборудуют необходимой теплоизоляцией.

Таблица 1.2 – Расчет расхода с учетом пожаротушения

Номер здания	Характеристика	Число стволов	$q^c$ , л/с	Расход на пожаротушение, л/с
1	5-ти этажное жилое здание	0	3,41	0,00
2	12-ти этажное жилое здание	1	5,12	5,12
3	5-ти этажное жилое здание	0	2,85	0,00
4	9-ти этажное жилое здание	0	4,21	0,00
5	школа	1	10,92	10,92
6	9-ти этажное жилое здание	0	4,21	0,00
7	12-ти этажное жилое здание	1	5,12	5,12
8	12-ти этажное жилое здание	1	8,62	8,62

## Окончание таблицы 1.2

Номер здания	Характеристика	Число стволов	$q^c$ , л/с	Расход на пожаротушение, л/с
9	12-ти этажное жилое здание	1	6,93	6,93
10	12-ти этажное жилое здание	1	8,62	8,62
11	12-ти этажное жилое здание	1	5,12	5,12
12	12-ти этажное жилое здание	1	5,12	5,12
13	9-ти этажное жилое здание	0	3,20	0,00
14	5-ти этажное жилое здание	0	3,41	0,00
15	торговый центр	1	5,31	5,31
16	9-ти этажное жилое здание	0	2,06	0,00
17	9-ти этажное жилое здание	0	3,20	0,00
18	детский сад	1	3,98	3,98
19	12-ти этажное жилое здание	1	5,12	5,12
20	торговый центр	1	2,54	2,54
21	12-ти этажное жилое здание	1	8,62	8,62
22	12-ти этажное жилое здание	1	8,62	8,62
23	9-ти этажное жилое здание	0	4,21	0,00
24	9-ти этажное жилое здание	0	4,21	0,00

## 1.2 Водоотведение микрорайона

Система водоотведения – это комплекс инженерных сооружений, предназначенных для отвода сточных вод от потребителя и их последующей доставки к очистным системам. Водоотведение играет не меньшую роль в обеспечении необходимых условий проживания, нежели водоснабжение.

Для организации системы водоотведения используют: водоотводные лотки, водоотводные желоба, водоотводные каналы и т.д. Для сбора и отвода воды с дорог, тротуаров, крыш зданий, террас применяются поверхностный и точечный водоотвод. Система из труб (пластиковых или металлических), а также каналов вдоль тротуаров и дорог обеспечивает отток воды далее по каналам наружной канализации.

Системы канализации – система коммуникаций для благоустройства зданий (жилых, общественных и административных), прокладывание которой необходимо для соблюдения санитарно-гигиенических условий. В ходе проведения комплекса работ по прокладке канализации монтируется оборудование, инженерные сети, необходимые для выведения по трубопроводу за территорию объекта продуктов загрязнения с тем, чтобы затем произвести сброс в предназначенном для этого месте (как правило, в водоем).

Канализация подразделяется на внутреннюю и наружную. Внутренняя канализация предполагает отвод отработанной воды из здания через стояк по горизонтальному трубопроводу в наружную систему. А уже благодаря наружной канализации сточные воды отводятся в места сброса.

Наружные канализационные сети, как правило, являются самотечными, прокладываются с уклоном по ходу стоков.

Наружная канализация может быть организована по следующим системам:

а) общесплавная, когда все виды сточных вод транспортируются по единой системе трубопроводов на очистку, а в период интенсивных дождей часть неочищенного стока сбрасывается в водоемы;

б) раздельная, промышленные и бытовые сточные воды транспортируются по единой системе трубопроводов на очистку, а дождевой сток – по отдельной системе трубопроводов (полная раздельная система) или по кюветам и лоткам (неполная раздельная система) отводится в водоем, а при необходимости – на очистные сооружения дождевых вод;

в) полураздельная, предусматривает устройство двух уличных сетей (промышленно-бытовой и дождевой), при этом наиболее грязная часть дождевого стока сбрасывается в промышленно-бытовую сеть и отводится на очистку, а остальная часть – в водоем.

Элементы канализации:

- трубопроводы;

- колодцы (смотровые, поворотные, перепадные и т.д.) – предназначены для ревизий и проведения различных эксплуатационных работ в сети, а также для прокладки и обслуживания телекоммуникационных и кабельных сетей. Как

правило, снабжены люками с крышками и скобами для спуска в них обслуживающего персонала;

- насосные станции подкачки;
- локальные очистные сооружения;
- септики;
- выпуски в водоприёмники.

Проектирование систем водоотведения таких объектов производится по требованиям, изложенным в нормативном документе. Канализация малых населенных пунктов предусматривается, как правило, по неполной раздельной системе. Кроме этого, рекомендуется использовать централизованную схему водоотведения для одного или нескольких населенных пунктов, отдельных групп зданий и производственных зон.

Децентрализованные схемы допускается предусматривать: если нет опасности загрязнения водоносных горизонтов, если нет централизованной канализации в пунктах или объектах, при необходимости канализования групп или отдельных зданий.

### 1.2.1 Расчет расходов хозяйственно-бытовых сточных вод

Внутренняя канализация – система трубопроводов, ограниченная наружными поверхностями ограждающих конструкций и выпусками до первого смотрового колодца, обеспечивающая отведение стоков от санитарно-технических приборов в сеть канализации.

Система канализации должна обеспечивать отведение сточных вод, соответствующих числу установленных санитарно-технических приборов.

Расчёт расходов осуществляется для выпуска каждой секции жилого дома или для здания имеющего только один выпуск сточных вод.

Для определения диаметров труб хозяйственно-бытовой канализации, а так же для проведения гидравлического и геодезического расхода необходимо рассчитать максимальный секундный расход сточных вод на выпуске.

Согласно п. 3.5 СНиП 2.04.01-85\* «Внутренний водопровод и канализация зданий», максимальный секундный расход сточных вод  $q^s$ , л/с, следует определять:

а) при общем максимальном секундном расходе воды  $q^{tot} \leq 8$  л/с в сетях холодного и горячего водоснабжения, обслуживающих группу приборов, по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \quad (1.5)$$

где  $q_0^s$  – расход сточных вод от прибора с максимальным значением на расчётном участке, принимаемый по обязательному приложению 2 СНиП 2.04.01-85\*.

б) в других случаях:

$$q^s = q^{tot} . \quad (1.6)$$

Секундный расход сточной воды:

$$q^{tot} = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha , \quad (1.7)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, определяемый в зависимости от соотношения  $N$  и  $P$  или произведения  $NP$  по таблице 1 и 2 обязательного приложения 4 СНиП 2.04.01-85\*.

Вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600} , \quad (1.8)$$

где  $q_{hr,u}^{tot}$  – общая часовая норма расхода сточной воды потребителями в час наибольшего водопотребления, л/ч;

$U$  – количество водопотребителей, чел.;

$q_0$  – расход сточной воды прибором, принимается 0,3 л/с.

При неизвестном количестве приборов произведение  $NP$  определяется по формуле

$$NP = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0 \cdot 3600} . \quad (1.9)$$

Расчёт максимального секундного расхода сточных вод для дома №1 выпуска КК1-60:

$$P = \frac{15,6 \cdot 80}{0,25 \cdot 80 \cdot 3600} = 0,0173 .$$

Соответственно коэффициент  $\alpha = 1,17$ .

Максимальный секунднй расход сточных вод:

$$q^s = 5 \cdot 0,25 \cdot 1,17 + 1,6 = 3,06 \text{ л/с} .$$

Расчетные максимальные секундные расходы сточных вод от выпусков сводим в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Расчёт расходов сточных вод от выпусков зданий

Обозначение выпуска	$U$ , чел	$N$	$q_{hr}$	$q_0$	$P$	$NP$	$a$	$q_{max}$	$q_0S$	$q_s$
КК1-1-КК1-2	80	80	15,6	0,25	0,0173	1,4	1,17	1,46	1,6	3,06
КК1-2-КК1-3	160	160	15,6	0,25	0,0173	2,8	1,76	2,20	1,6	3,80
КК1-3-КК1-4	240	240	15,6	0,25	0,0173	4,2	2,28	2,85	1,6	4,45
КК1-4-КК1-5	320	320	15,6	0,25	0,0173	5,5	2,72	3,4	1,6	5
КК1-5-КК1-6	512	512	15,6	0,25	0,0173	8,9	3,80	4,75	1,6	6,35
КК1-6-КК1-7	704	704	15,6	0,25	0,0173	12,2	4,76	5,95	1,6	7,55
КК1-7-КК1-8	896	896	15,6	0,25	0,0173	15,5	5,65	7,06	1,6	8,66
КК1-8-КК1-9	1088	1088	15,6	0,25	0,0173	18,8	6,57	8,21		8,21
КК1-9-КК1-10	1280	1280	15,6	0,25	0,0173	22,1	7,41	9,26		9,26
КК1-10-КК1-11	1472	1472	15,6	0,25	0,0173	25,5	8,32	10,40		10,40
КК1-12-КК1-13	192	192	15,6	0,25	0,0173	3,3	1,26	1,58	1,6	3,18
КК1-13-КК1-14	384	384	15,6	0,25	0,0173	6,6	3,09	3,86	1,6	5,46
КК1-14-КК1-15	384	384	15,6	0,25	0,0173	6,6	3,09	3,86	1,6	5,46
КК1-15-КК1-11	384	384	15,6	0,25	0,0173	6,6	3,09	3,86	1,6	5,46
КК1-11-КК1-99	1856	1856	15,6	0,25	0,0173	32,1	9,95	12,44		12,44
КК1-16-КК1-17	144	144	15,6	0,25	0,0173	2,5	1,64	2,06	1,6	3,66

Продолжение таблицы 1.3

Обозначение выпуска	$U$	$N$	$q_{hr}$	$q_0$	$P$	$NP$	$a$	$q_{max}$	$q_0S$	$q_s$
KK1-17-KK1-18	288	288	15,6	0,25	0,0173	5,0	2,55	3,19	1,6	4,79
KK1-18-KK1-19	432	432	15,6	0,25	0,0173	7,5	3,37	4,21	1,6	5,81
KK1-19-KK1-20	432	432	15,6	0,25	0,0173	7,5	3,37	4,21	1,6	5,81
KK1-20-KK1-21(школа)	932	486	15,6	0,25	0,0173	8,4	3,64	4,55	1,6	6,15
KK1-22-KK1-23	144	144	15,6	0,25	0,0173	2,5	1,64	2,05	1,6	3,65
KK1-23-KK1-24	288	288	15,6	0,25	0,0173	5,0	2,55	3,19	1,6	4,79
KK1-24-KK1-21	432	432	15,6	0,25	0,0173	7,5	3,37	4,21	1,6	5,81
KK1-21-KK1-28	1364	918	15,6	0,25	0,0173	15,9	5,76	7,20	1,6	8,80
KK1-25-KK1-26	192	192	15,6	0,25	0,0173	3,3	1,95	2,44	1,6	4,04
KK1-26-KK1-27	576	576	15,6	0,25	0,0173	10,0	4,12	5,15	1,6	6,75
KK1-27-KK1-28	576	576	15,6	0,25	0,0173	10,0	4,12	5,15	1,6	6,75
KK1-28-KK1-29	1940	1494	15,6	0,25	0,0173	25,8	8,32	10,40		10,40
KK1-30-KK1-31	384	384	15,6	0,25	0,0173	6,6	3,08	3,85	1,6	5,45
KK1-31-KK1-32	576	576	15,6	0,25	0,0173	10,0	4,12	5,15	1,6	6,75
KK1-32-KK1-33	768	768	15,6	0,25	0,0173	13,3	5,1	6,38	1,6	7,98
KK1-33-KK1-34	1152	1152	15,6	0,25	0,0173	19,9	6,84	8,55		8,55

Продолжение таблицы 1.3

Обозначение выпуска	$U$	$N$	$q_{hr}$	$q_0$	$P$	$NP$	$a$	$q_{max}$	$q_0S$	$q_s$
KK1-34-KK1-29	1152	1152	15,6	0,25	0,0173	19,9	6,84	8,55		8,55
KK1-29-KK1-41	3092	2646	15,6	0,25	0,0173	45,8	13,25	16,56		16,56
KK1-35-KK1-36	192	192	15,6	0,25	0,0173	3,3	1,95	2,44	1,6	4,04
KK1-36-KK1-37	384	384	15,6	0,25	0,0173	6,6	3,09	3,86	1,6	5,46
KK1-37-KK1-38	576	576	15,6	0,25	0,0173	10,0	4,12	5,15	1,6	6,75
KK1-38-KK1-39	768	768	15,6	0,25	0,0173	13,3	5,1	6,38	1,6	7,98
KK1-39-KK1-40	960	960	15,6	0,25	0,0173	16,6	5,98	7,48	1,6	9,08
KK1-40-KK1-41	1152	1152	15,6	0,25	0,0173	19,9	6,84	8,55		8,55
KK1-41-KK1-98	4244	3798	15,6	0,25	0,0173	65,7	18,09	22,61		22,61
KK1-42-KK1-43	144	144	15,6	0,25	0,0173	2,5	1,64	2,05	1,6	3,65
KK1-43-KK1-44	288	288	15,6	0,25	0,0173	5,0	2,55	3,19	1,6	4,79
KK1-44-KK1-47	432	432	15,6	0,25	0,0173	7,5	3,37	4,21	1,6	5,81
KK1-45-KK1-46	144	144	15,6	0,25	0,0173	2,5	1,64	2,05	1,6	3,65
KK1-46-KK1-47	288	288	15,6	0,25	0,0173	5,0	2,55	3,19	1,6	4,79
KK1-47-KK1-48	864	864	15,6	0,25	0,0173	14,9	5,49	6,86	1,6	8,46
KK1-48-KK1-100	864	864	15,6	0,25	0,0173	14,9	5,49	6,86	1,6	8,46

Продолжение таблицы 1.3

Обозначение выпуска	$U$	$N$	$q_{hr}$	$q_0$	$P$	$NP$	$a$	$q_{max}$	$q_0S$	$q_s$
KK1-49-KK1-50	80	80	15,6	0,25	0,0173	1,4	1,19	1,49	1,6	3,09
KK1-50-KK1-51	160	160	15,6	0,25	0,0173	2,8	1,76	2,20	1,6	3,80
KK1-51-KK1-56	240	240	15,6	0,25	0,0173	4,2	2,28	2,85	1,6	4,45
KK1-52-KK1-53	160	160	15,6	0,25	0,0173	2,8	1,76	2,20	1,6	3,80
KK1-53-KK1-54	240	240	15,6	0,25	0,0173	4,2	2,26	2,83	1,6	4,43
KK1-54-KK1-55	384	384	15,6	0,25	0,0173	6,6	3,09	3,86	1,6	5,46
KK1-55-KK1-56	528	528	15,6	0,25	0,0173	9,1	3,85	4,81	1,6	6,41
KK1-56-KK1-57	768	768	15,6	0,25	0,0173	13,3	5,1	6,38	1,6	7,98
KK1-57-KK1-72	768	768	15,6	0,25	0,0173	13,3	5,1	6,38	1,6	7,98
KK1-58-KK1-59 (торговый центр)	300	16	0,5	0,1	0,026	0,4	0,61	0,31	1,6	1,91
KK1-59-KK1-60 (торговый центр)	600	32	0,5	0,1	0,026	0,8	0,86	0,43	1,6	2,03
KK1-61-KK1-62	192	192	15,6	0,25	0,0173	3,3	1,95	2,44	1,6	4,04
KK1-62-KK1-63	384	384	15,6	0,25	0,0173	6,6	3,09	3,86	1,6	5,46
KK1-63-KK1-64	576	576	15,6	0,25	0,0173	10,0	4,12	5,15	1,6	6,75
KK1-64-KK1-65	768	768	15,6	0,25	0,0173	13,3	5,1	6,38	1,6	7,98

Продолжение таблицы 1.3

Обозначение выпуска	$U$	$N$	$q_{hr}$	$q_0$	$P$	$NP$	$a$	$q_{max}$	$q_0S$	$q_s$
KK1-65-KK1-66	960	960	15,6	0,25	0,0173	16,6	5,98	7,48	1,6	9,08
KK1-66-KK1-67	1152	1152	15,6	0,25	0,0173	19,9	5,98	7,48	1,6	9,08
KK1-67-KK1-71	1152	1152	15,6	0,25	0,0173	19,9	5,98	7,48	1,6	9,08
KK1-68-KK1-69	384	384	15,6	0,25	0,0173	6,6	3,09	3,86	1,6	5,46
KK1-69-KK1-70	576	576	15,6	0,25	0,0173	10,0	4,12	5,15	1,6	6,75
KK1-70-KK1-71	576	576	15,6	0,25	0,0173	10,0	4,12	5,15	1,6	6,75
KK1-71-KK1-60	1728	1728	15,6	0,25	0,0173	29,9	9,45	11,81		11,81
KK1-60-KK1-72	2328	1760	15,6	0,25	0,0173	30,4	9,58	11,98		11,98
KK1-72-KK1-73	3096	2528	15,6	0,25	0,0173	43,7	12,77	15,96		15,96
KK1-73-KK1-83	3096	2528	15,6	0,25	0,0173	43,7	12,77	15,96		15,96
KK1-74-KK1-75	144	144	15,6	0,25	0,0173	2,5	1,64	2,05	1,6	3,65
KK1-75-KK1-76	288	288	15,6	0,25	0,0173	5,0	2,55	3,19	1,6	4,79
KK1-77-KK1-78	192	192	15,6	0,25	0,0173	3,3	1,95	2,44	1,6	4,04
KK1-78-KK1-79	384	384	15,6	0,25	0,0173	6,6	3,09	3,86	1,6	5,46
KK1-79-KK1-76	576	576	15,6	0,25	0,0173	10,0	4,12	5,15	1,6	6,75
KK1-76-KK1-80	1008	1008	15,6	0,25	0,0173	17,4	6,2	7,75	1,6	9,35

Продолжение таблицы 1.3

Обозначение выпуска	$U$	$N$	$q_{hr}$	$q_0$	$P$	$NP$	$a$	$q_{max}$	$q_0S$	$q_s$
КК1-80-КК1-83	1008	1008	15,6	0,25	0,0173	17,4	6,2	7,75	1,6	9,35
КК1-81-КК1-82(детский сад)	200	34	2,6	0,12	0,0354	1,2	1,07	0,64	1,6	2,24
КК1-82-КК1-83(детский сад)	400	68	2,6	0,12	0,0354	2,4	1,6	0,96	1,6	2,56
КК1-83-КК1-84	4504	3604	15,6	0,25	0,0173	62,3	17,15	21,44		21,44
КК1-85-КК1-84(торговый центр)	100	12	0,5	0,1	0,0115	0,1	0,34	0,17	1,6	1,77
КК1-88-КК1-89	192	192	15,6	0,25	0,0173	3,3	1,95	2,44	1,6	4,04
КК1-89-КК1-90	576	576	15,6	0,25	0,0173	10,0	4,12	5,15	1,6	6,75
КК1-90-КК1-84	576	576	15,6	0,25	0,0173	10,0	4,12	5,15	1,6	6,75
КК1-84-КК1-86	5180	4192	15,6	0,25	0,0173	72,5	19,48	24,35		24,35
КК1-86-КК1-87(торговый центр)	5280	4204	15,6	0,25	0,0173	72,7	19,71	24,64		24,64
КК1-91-КК1-92	192	192	15,6	0,25	0,0173	3,3	1,95	2,44	1,6	4,04
КК1-92-КК1-93	384	384	15,6	0,25	0,0173	6,6	3,09	3,86	1,6	5,46
КК1-93-КК1-94	576	576	15,6	0,25	0,0173	10,0	4,12	5,15	1,6	6,75
КК1-94-КК1-95	768	768	15,6	0,25	0,0173	13,3	5,1	6,38	1,6	7,98
КК1-95-КК1-96	960	960	15,6	0,25	0,0173	16,6	5,98	7,48	1,6	9,08

Окончание таблицы 1.3

Обозначение выпуска	$U$	$N$	$q_{hr}$	$q_0$	$P$	$NP$	$a$	$q_{max}$	$q_0S$	$q_s$
КК1-96-КК1-87	1152	1152	15,6	0,25	0,0173	19,9	6,84	8,55		8,55
КК1-87-КК1-97	6432	5356	15,6	0,25	0,0173	92,7	24,31	30,39		30,39
КК1-97-ККК-2	6432	5356	15,6	0,25	0,0173	92,7	24,31	30,3875		30,39
КК1-98-ККК-1	4244	3798	15,6	0,25	0,0173	65,7	18,09	22,61		22,61
КК1-99-КК1-100	1856	1856	15,6	0,25	0,0173	32,1	9,95	12,44		12,44
КК1-100-ККК-1	2720	2720	15,6	0,25	0,0173	47,1	13,61	17,01		17,01
ККК-2-ГКК1-2	6432	5356	15,6	0,25	0,0173	92,7	24,31	30,39		30,39
ККК-1-ГКК1-1	6964	6518	15,6	0,25	0,0173	112,8	28,63	35,79		35,79

## 1.2.2 Гидравлический и геодезический расчет хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

Гидравлический режим работы самотечной канализационной сети в основном является турбулентным, неравномерным и неустановившимся. Однако точный гидравлический расчет по математическим зависимостям для неравномерного и неустановившегося движения из-за сложности и трудоемкости в решении практических задач проектирования сети не применяется. С погрешностью, не превышающей погрешностей допущений в определении расчетных расходов сети, гидравлический расчет канализационной сети производят по зависимостям для установившегося равномерного движения.

При гидравлическом расчете канализационной сети необходимо определить четыре параметра:

- диаметр трубопровода  $d$ ,
- среднюю по сечению скорость потока  $v$ ,
- гидравлический уклон  $i$ ,
- степень наполнения  $h/d$ .

Важным этапом проектирования сети является определение диктующих точек главных коллекторов – начальных и наиболее удаленных точек на схеме сети. При наличии различных вариантов выбора равноудаленных диктующих точек предпочтение следует отдать самой низко расположенной, так как в этом случае обеспечивается самотечное присоединение всех боковых веток к коллектору.

Гидравлический расчет сети производят, как правило, с помощью таблиц или реже с помощью номограмм. Наибольшее распространение получили таблицы А. А. Лукиных и Н. А. Лукиных. Расчет сетей по этим таблицам сводится к определению диаметров, наполнений и уклонов трубопроводов в зависимости от максимальных расходов сточных вод на данном участке. Назначаемые при этом диаметры должны быть согласованы с сортиментом выпускаемых промышленностью труб, который в свою очередь зависит от материала труб. Расчетные наполнения не должны превышать максимально допустимые для конкретных диаметров труб и не должны быть ниже 0,5 по экономическим соображениям. Уклоны трубопроводов должны обеспечивать режим самоочищающихся скоростей на расчетных участках, при этом уклоны не назначаются ниже минимальных.

Начальную глубину заложения уличной сети определяют по формуле

$$H_{\text{нач}} = h_{\text{min}} + \Delta h, \quad (1.10)$$

где  $h_{\text{min}}$  – наименьшая глубина заложения лотка канализационных трубопроводов принята: для труб на 0,3 м меньше глубины промерзания грунта (проникновения нулевой температуры), но не менее 0,7 м до верха трубы от поверхности земли или планировки, м;

$\Delta h$  – падение на участке сети, м.

Наименьшие диаметры труб для уличных сетей приняты соответственно 150 мм и 200 мм.

Уклон дворовой сети диаметром 150 мм следует принимать 0,008, в зависимости от местных условий и при соответствующем обосновании – 0,007.

Максимальная глубина заложения трубопроводов при открытом способе производства работ диктуется гидрогеологическими, техническими и экономическими условиями. Гидрогеологические условия определяются видом грунта и глубиной заложения грунтовых вод (принимается в скальных грунтах 4-5 м; в мокрых плывунных – 5-6 м; в сухих нескальных – 7-8 м).

Степень наполнения труб и каналов  $\frac{h}{d}$  – это максимально допустимое отношение рабочей глубины потока сточных вод  $h$  к диаметру поперечного сечения  $D$ .

Слой воды в трубе определяется по формуле

$$h = \frac{h}{d} \cdot d, \text{ м}, \quad (1.11)$$

где  $d$  – диаметр трубопровода, мм;

$\frac{h}{d}$  – наполнение трубы.

Падение на участке сети определяем по формуле

$$\Delta h = i \cdot l, \text{ м}, \quad (1.12)$$

где  $i$  – гидравлический уклон трубопровода;

$l$  – длина участка сети, м.

Отметки поверхности земли определили из генплана населенного пункта при помощи изолиний.

Отметки поверхности воды в начале и конце участка, м, определены по сумме отметок лотка в начале и конце участка и слоя воды в трубе:

$$Z_B^H = Z_{Л}^H + h, \quad (1.13)$$

$$Z_B^K = Z_{Л}^K + h, \quad (1.14)$$

где  $h$  – слой воды в трубе, м.

Геодезический расчет сети произведен с целью определения отметок лотков, поверхности воды и глубины заложения трубопроводов. Приняли соединение труб различных диаметров в колодцах по шельгам (верхним образующим труб).

Отметки лотка трубы, м:

$$Z_{\text{л}}^{\text{н}} = Z_{\text{п.з}}^{\text{н}} - H_{\text{нач}}, \quad (1.15)$$

где  $H_{\text{нач}}$  – начальная глубина заложения трубы, м,

$$Z_{\text{л}}^{\text{к}} = Z_{\text{л}}^{\text{н}} - \Delta h, \quad (1.16)$$

где  $\Delta h$  – падение на участке сети, м.

Глубина заложения трубы равна разнице отметок земли и лотка соответственно начала и конца трубы.

Правила подбора основных характеристик движения сточных вод:

- а) подбор осуществляется по расходу;
- б) существует диапазон оптимальных значений наполнения (например, для диаметра 200 мм – от 0,3 до 0,6).
- в) скорость движения сточной жидкости по трубам при увеличении расходов должна возрастать.

Все полученные значения гидравлического и геодезического расчета сводим в таблицу 1.3

Таблица 1.4 – Гидравлический и геодезический расчёт хозяйственно-бытовой канализации

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
КК1-1- КК1-2	29,87	3,06	150	0,007	0,566	0,345	0,05	0,21	270,15	270,12	267,75	267,54	267,80	267,59	2,4	2,58
КК1-2- КК1-3	29,96	3,80	150	0,007	0,6	0,387	0,06	0,21	270,12	270,06	267,54	267,33	267,60	267,39	2,58	2,72
КК1-3- КК1-4	25,87	4,45	150	0,007	0,628	0,422	0,06	0,18	270,06	269,98	267,33	267,15	267,39	267,21	2,72	2,83
КК1-4- КК1-5	74	5	150	0,008	0,677	0,434	0,07	0,59	269,98	269,78	267,15	266,56	267,22	266,62	2,83	3,22
КК1-5- КК1-6	30,17	6,35	150	0,007	0,687	0,518	0,08	0,21	269,78	269,71	266,56	266,35	266,64	266,42	3,22	3,36
КК1-6- КК1-7	29,97	7,55	150	0,007	0,716	0,576	0,09	0,21	269,71	269,62	266,35	266,14	266,43	266,22	3,36	3,48
КК1-7- КК1-8	19	8,66	200	0,007	0,739	0,399	0,08	0,13	269,62	269,56	266,09	265,95	266,17	266,03	3,53	3,61
КК1-8- КК1-9	20,67	8,21	200	0,008	0,764	0,374	0,07	0,17	269,56	269,55	265,95	265,79	266,03	265,86	3,61	3,76
КК1-9- КК1-10	35,32	9,26	200	0,008	0,79	0,4	0,08	0,28	269,55	269,54	265,79	265,51	265,87	265,59	3,76	4,03
КК1-10- КК1-11	30,68	10,40	200	0,008	0,815	0,425	0,09	0,25	269,54	269,53	265,51	265,26	265,59	265,35	4,03	4,27

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
КК1-12-КК1-13	17	3,18	150	0,007	0,572	0,352	0,05	0,12	269,74	269,70	267,34	267,22	267,39	267,27	2,4	2,48
КК1-13-КК1-14	16,38	5,46	150	0,007	0,664	0,474	0,07	0,11	269,7	269,66	267,22	267,11	267,29	267,18	2,48	2,55
КК1-14-КК1-15	33,23	5,46	150	0,007	0,664	0,474	0,07	0,23	269,66	269,64	267,11	266,87	267,18	266,94	2,55	2,77
КК1-15-КК1-11	38,18	5,46	150	0,007	0,664	0,474	0,07	0,27	269,64	269,53	266,87	266,61	266,94	266,68	2,77	2,92
КК1-11-КК1-99	33,27	12,44	200	0,008	0,856	0,47	0,09	0,27	269,53	269,4	266,56	266,29	266,65	266,38	2,97	3,11
КК1-16-КК1-17	29,87	3,66	150	0,007	0,593	0,379	0,06	0,21	269,69	269,68	267,29	267,08	267,35	267,14	2,4	2,60
КК1-17-КК1-18	30,04	4,79	150	0,007	0,642	0,44	0,07	0,21	269,68	269,65	267,08	266,87	267,15	266,94	2,60	2,78
КК1-18-КК1-19	39,19	5,81	150	0,007	0,675	0,491	0,07	0,27	269,65	269,61	266,87	266,60	266,94	266,67	2,78	3,01
КК1-19-КК1-20	38,23	5,81	150	0,007	0,675	0,491	0,07	0,27	269,61	269,66	266,60	266,33	266,67	266,40	3,01	3,33

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК1-20- КК1- 21(школа)	51,69	6,15	150	0,007	0,683	0,508	0,08	0,36	269,66	269,58	266,33	265,97	266,40	266,04	3,33	3,61
КК1-22- КК1-23	29,73	3,65	150	0,007	0,593	0,379	0,06	0,21	269,56	269,60	267,16	266,95	267,22	267,01	2,4	2,65
КК1-23- КК1-24	30,2	4,79	150	0,007	0,642	0,44	0,07	0,21	269,6	269,61	266,95	266,74	267,02	266,81	2,65	2,87
КК1-24- КК1-21	32,7	5,81	150	0,007	0,675	0,491	0,07	0,23	269,61	269,58	266,74	266,51	266,81	266,59	2,87	3,07
КК1-21- КК1-28	10,76	8,80	200	0,006	0,696	0,42	0,08	0,06	269,58	269,56	266,46	266,40	266,55	266,48	3,12	3,16
КК1-25- КК1-26	18,36	4,04	150	0,007	0,61	0,401	0,06	0,13	269,5	269,53	267,10	266,97	267,16	267,03	2,4	2,56
КК1-26- КК1-27	10,85	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,08	269,53	269,52	266,97	266,90	267,05	266,98	2,56	2,62
КК1-27- КК1-28	39,22	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,27	269,52	269,56	266,90	266,62	266,98	266,70	2,62	2,94
КК1-28- КК1-29	34,37	10,40	200	0,006	0,73	0,462	0,09	0,21	269,56	269,48	266,62	266,41	266,71	266,51	2,94	3,07

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина за- ложения, м	
									земли		лотка		воды			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	нача- ло	ко- нец
КК1-30- КК1-31	17,14	5,45	150	0,007	0,664	0,474	0,07	0,12	269,4	269,43	267,00	266,88	267,07	266,95	2,4	2,55
КК1-31- КК1-32	20,83	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,15	269,43	269,45	266,88	266,73	266,96	266,81	2,55	2,72
КК1-32- КК1-33	17,68	7,98	150	0,007	0,728	0,597	0,09	0,12	269,45	269,46	266,73	266,61	266,82	266,70	2,72	2,85
КК1-33- КК1-34	8,86	8,55	200	0,007	0,737	0,397	0,08	0,06	269,46	269,48	266,56	266,50	266,64	266,58	2,90	2,98
КК1-34- КК1-29	33,67	8,55	200	0,007	0,737	0,397	0,08	0,24	269,48	269,48	266,50	266,26	266,58	266,34	2,98	3,22
КК1-29- КК1-41	7,01	16,56	200	0,007	0,87	0,583	0,12	0,05	269,48	269,46	266,26	266,21	266,38	266,33	3,22	3,25
КК1-35- КК1-36	35,11	4,04	150	0,007	0,61	0,401	0,06	0,25	269,38	269,35	266,98	266,73	267,04	266,79	2,4	2,62
КК1-36- КК1-37	19,62	5,46	150	0,007	0,664	0,474	0,07	0,14	269,35	269,32	266,73	266,60	266,81	266,67	2,62	2,72
КК1-37- КК1-38	18,98	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,13	269,32	269,37	266,60	266,46	266,68	266,54	2,72	2,91

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК1-38- КК1-39	29,94	7,98	150	0,007	0,728	0,597	0,09	0,21	269,37	269,43	266,46	266,25	266,55	266,34	2,91	3,18
КК1-39- КК1-40	30,01	9,08	200	0,007	0,748	0,41	0,08	0,21	269,43	269,4	266,20	265,99	266,29	266,08	3,23	3,41
КК1-40- КК1-41	33,3	8,55	200	0,008	0,772	0,382	0,08	0,27	269,4	269,46	265,99	265,73	266,07	265,80	3,41	3,73
КК1-41- КК1-98	35,34	22,61	250	0,006	0,891	0,514	0,13	0,21	269,46	269,37	265,73	265,52	265,86	265,64	3,73	3,85
КК1-42- КК1-43	29,92	3,65	150	0,007	0,593	0,379	0,06	0,21	269,58	269,55	267,18	266,97	267,24	267,03	2,4	2,58
КК1-43- КК1-44	29,92	4,79	150	0,007	0,642	0,44	0,07	0,21	269,55	269,52	266,97	266,76	267,04	266,83	2,58	2,76
КК1-44- КК1-47	21,2	5,81	150	0,007	0,675	0,491	0,07	0,15	269,52	269,45	266,76	266,61	266,83	266,69	2,76	2,84
КК1-45- КК1-46	30,06	3,65	150	0,007	0,593	0,379	0,06	0,21	269,51	269,48	267,11	266,90	267,17	266,96	2,4	2,58
КК1-46- КК1-47	30,13	4,79	150	0,007	0,642	0,44	0,07	0,21	269,48	269,45	266,90	266,69	266,97	266,75	2,58	2,76

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
КК1-47- КК1-48	55,69	8,46	200	0,007	0,734	0,394	0,08	0,39	269,45	269,41	266,64	266,25	266,72	266,33	2,81	3,16
КК1-48- КК1-100	33,13	8,46	200	0,007	0,734	0,394	0,08	0,23	269,41	269,28	266,25	266,02	266,33	266,10	3,16	3,26
КК1-49- КК1-50	25,83	3,09	150	0,007	0,567	0,347	0,05	0,18	270,15	270,11	267,75	267,57	267,80	267,62	2,4	2,54
КК1-50- КК1-51	29,91	3,80	150	0,007	0,6	0,387	0,06	0,21	270,11	270,06	267,57	267,36	267,63	267,42	2,54	2,70
КК1-51- КК1-56	29,05	4,45	150	0,007	0,628	0,422	0,06	0,20	270,06	270,01	267,36	267,16	267,42	267,22	2,70	2,85
КК1-52- КК1-53	17	3,80	150	0,007	0,6	0,387	0,06	0,12	269,91	269,94	267,51	267,39	267,57	267,45	2,4	2,55
КК1-53- КК1-54	27,91	4,43	150	0,007	0,627	0,421	0,06	0,20	269,94	269,99	267,39	267,20	267,45	267,26	2,55	2,79
КК1-54- КК1-55	35,25	5,46	150	0,007	0,664	0,474	0,07	0,25	269,99	270,02	267,20	266,95	267,27	267,02	2,79	3,07
КК1-55- КК1-56	39,76	6,41	150	0,007	0,688	0,521	0,08	0,28	270,02	270,01	266,95	266,67	267,03	266,75	3,07	3,34

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК1-56- КК1-57	29	7,98	150	0,007	0,728	0,597	0,09	0,20	270,01	269,94	266,67	266,47	266,76	266,56	3,34	3,47
КК1-57- КК1-72	70,85	7,98	150	0,007	0,728	0,597	0,09	0,50	269,94	269,82	266,47	265,97	266,56	266,06	3,47	3,85
КК1-58- КК1-59 (торговый центр)	32,27	1,91	150	0,007	0,493	0,269	0,04	0,23	270	269,93	267,60	267,37	267,64	267,41	2,4	2,56
КК1-59- КК1-60 (торговый центр)	31,53	2,03	150	0,007	0,503	0,278	0,04	0,22	269,93	269,86	267,37	267,15	267,42	267,20	2,56	2,71
КК1-61- КК1-62	29,88	4,04	150	0,007	0,61	0,401	0,06	0,21	270,05	270,04	267,65	267,44	267,71	267,50	2,4	2,60
КК1-62- КК1-63	29,9	5,46	150	0,007	0,664	0,474	0,07	0,21	270,04	270,02	267,44	267,23	267,51	267,30	2,60	2,79
КК1-63- КК1-64	18,92	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,13	270,02	269,98	267,23	267,10	267,31	267,18	2,79	2,88

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК1-64- КК1-65	21,13	7,98	150	0,007	0,728	0,597	0,09	0,15	269,98	269,93	267,10	266,95	267,19	267,04	2,88	2,98
КК1-65- КК1-66	35,29	9,08	200	0,007	0,748	0,41	0,08	0,25	269,93	269,84	266,90	266,65	266,98	266,74	3,03	3,19
КК1-66- КК1-67	29,08	9,08	200	0,007	0,748	0,41	0,08	0,20	269,84	269,76	266,65	266,45	266,74	266,53	3,19	3,31
КК1-67- КК1-71	36,46	9,08	200	0,007	0,748	0,41	0,08	0,26	269,76	269,8	266,45	266,20	266,53	266,28	3,31	3,60
КК1-68- КК1-69	17,44	5,46	150	0,007	0,664	0,474	0,07	0,12	269,9	269,89	267,50	267,38	267,57	267,45	2,4	2,51
КК1-69- КК1-70	17,88	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,13	269,89	269,89	267,38	267,25	267,46	267,33	2,51	2,64
КК1-70- КК1-71	31,97	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,22	269,89	269,8	267,25	267,03	267,33	267,11	2,64	2,77
КК1-71- КК1-60	90,04	11,81	200	0,007	0,8	0,475	0,10	0,63	269,8	269,86	267,03	266,40	267,12	266,49	2,77	3,46
КК1-60- КК1-72	23,48	11,98	200	0,007	0,803	0,479	0,10	0,16	269,86	269,82	266,40	266,23	266,49	266,33	3,46	3,59

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК1-72- КК1-73	8,83	15,96	200	0,007	0,862	0,57	0,11	0,06	269,82	269,81	266,23	266,17	266,35	266,29	3,59	3,64
КК1-73- КК1-83	123,67	15,96	200	0,007	0,862	0,57	0,11	0,87	269,81	269,5	266,17	265,31	266,29	265,42	3,64	4,19
КК1-74- КК1-75	41,79	3,65	150	0,007	0,593	0,379	0,06	0,29	269,72	269,62	267,32	267,03	267,38	267,08	2,4	2,59
КК1-75- КК1-76	33,04	4,79	150	0,007	0,642	0,44	0,07	0,23	269,62	269,54	267,03	266,80	267,09	266,86	2,59	2,74
КК1-77- КК1-78	35,1	4,04	150	0,007	0,61	0,401	0,06	0,25	269,6	269,52	267,20	266,95	267,26	267,01	2,4	2,57
КК1-78- КК1-79	22,61	5,46	150	0,007	0,664	0,474	0,07	0,16	269,52	269,46	266,95	266,80	267,03	266,87	2,57	2,66
КК1-79- КК1-76	74,13	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,52	269,46	269,54	266,80	266,28	266,88	266,36	2,66	3,26
КК1-76- КК1-80	32,03	9,35	200	0,007	0,753	0,417	0,08	0,22	269,54	269,46	266,23	266,00	266,31	266,09	3,31	3,46
КК1-80- КК1-83	44,16	9,35	200	0,007	0,753	0,417	0,08	0,31	269,46	269,5	266,00	265,69	266,09	265,78	3,46	3,81

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
КК1-81- КК1-82(детский сад)	41,68	2,24	150	0,007	0,521	0,293	0,04	0,29	269,55	269,52	267,15	266,86	267,19	266,90	2,4	2,66
КК1-82- КК1-83(детский сад)	32,67	2,56	150	0,007	0,541	0,314	0,05	0,23	269,52	269,5	266,86	266,63	266,91	266,68	2,66	2,87
КК1-83- КК1-84	48,4	21,44	250	0,006	0,878	0,498	0,12	0,29	269,5	269,37	266,58	266,29	266,70	266,41	2,92	3,08
КК1-85- КК1-84(торговый центр)	33,75	1,77	150	0,007	0,481	0,259	0,04	0,24	269,38	269,37	266,98	266,74	267,02	266,78	2,4	2,63
КК1-88- КК1-89	18,18	4,04	150	0,007	0,61	0,401	0,06	0,13	269,35	269,37	266,95	266,82	267,01	266,88	2,4	2,55
КК1-89- КК1-90	11,61	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,08	269,37	269,33	266,82	266,74	266,90	266,82	2,55	2,59

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК1-90- КК1-84	45,08	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,32	269,33	269,37	266,74	266,43	266,82	266,51	2,59	2,94
КК1-84- КК1-86	32,6	24,35	250	0,006	0,91	0,537	0,13	0,20	269,37	269,28	266,38	266,18	266,51	266,31	2,99	3,10
КК1-86- КК1- 87(торгов ый центр)	8,67	24,64	250	0,006	0,913	0,541	0,14	0,05	269,28	269,27	266,18	266,13	266,32	266,26	3,10	3,14
КК1-91- КК1-92	34,99	4,04	150	0,007	0,61	0,401	0,06	0,24	269,29	269,2	266,89	266,65	266,95	266,71	2,4	2,55
КК1-92- КК1-93	19,9	5,46	150	0,007	0,664	0,474	0,07	0,14	269,2	269,14	266,65	266,51	266,72	266,58	2,55	2,63
КК1-93- КК1-94	20,12	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,14	269,14	269,15	266,51	266,36	266,59	266,45	2,63	2,79
КК1-94- КК1-95	29,84	7,98	150	0,007	0,728	0,597	0,09	0,21	269,15	269,19	266,36	266,16	266,45	266,25	2,79	3,03
КК1-95- КК1-96	30,18	9,08	200	0,007	0,748	0,41	0,08	0,21	269,19	269,22	266,11	265,89	266,19	265,98	3,08	3,33
КК1-96- КК1-87	38,81	8,55	200	0,008	0,772	0,382	0,08	0,31	269,22	269,27	265,89	265,58	265,97	265,66	3,33	3,69

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК1-87- КК1-97	34,87	30,39	250	0,006	0,957	0,618	0,15	0,21	269,27	269,2	265,58	265,38	265,74	265,53	3,69	3,82
КК1-97- ККК-2	151,65	30,39	250	0,006	0,957	0,618	0,15	0,91	269,2	269,02	265,38	264,47	265,53	264,62	3,82	4,55
КК1-98- ККК-1	145,56	22,61	250	0,006	0,891	0,514	0,13	0,87	269,37	269,2	265,52	264,64	265,64	264,77	3,85	4,56
КК1-99- КК1-100	147,39	12,44	200	0,008	0,856	0,47	0,09	1,18	269,4	269,28	266,29	265,11	266,38	265,21	3,11	4,17
КК1-100- ККК-1	122,67	17,01	200	0,007	0,876	0,593	0,12	0,86	269,28	269,2	265,11	264,25	265,23	264,37	4,17	4,95
ККК-2- ГКК1-2	9,03	30,39	250	0,006	0,957	0,618	0,15	0,05	269,02	269	264,47	264,41	264,62	264,57	4,55	4,59
ККК-1- ГКК1-1	11,14	35,79	300	0,0055	0,965	0,518	0,16	0,06	269,2	269,16	264,20	264,14	264,36	264,30	5,00	5,02
КК1-93- КК1-94	20,12	6,75	150	0,007	0,695	0,538	0,08	0,14	269,14	269,15	266,51	266,36	266,59	266,45	2,63	2,79
КК1-94- КК1-95	29,84	7,98	150	0,007	0,728	0,597	0,09	0,21	269,15	269,19	266,36	266,16	266,45	266,25	2,79	3,03

Окончание таблицы 1.4

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК1-95- КК1-96	30,18	9,08	200	0,007	0,748	0,41	0,08	0,21	269,19	269,22	266,11	265,89	266,19	265,98	3,08	3,33
КК1-96- КК1-87	38,81	8,55	200	0,008	0,772	0,382	0,08	0,31	269,22	269,27	265,89	265,58	265,97	265,66	3,33	3,69
КК1-87- КК1-97	34,87	30,39	250	0,006	0,957	0,618	0,15	0,21	269,27	269,2	265,58	265,38	265,74	265,53	3,69	3,82
КК1-97- ККК-2	151,65	30,39	250	0,006	0,957	0,618	0,15	0,91	269,2	269,02	265,38	264,47	265,53	264,62	3,82	4,55
КК1-98- ККК-1	145,56	22,61	250	0,006	0,891	0,514	0,13	0,87	269,37	269,2	265,52	264,64	265,64	264,77	3,85	4,56
КК1-99- КК1-100	147,39	12,44	200	0,008	0,856	0,47	0,09	1,18	269,4	269,28	266,29	265,11	266,38	265,21	3,11	4,17
КК1-100- ККК-1	122,67	17,01	200	0,007	0,876	0,593	0,12	0,86	269,28	269,2	265,11	264,25	265,23	264,37	4,17	4,95
ККК-2- ГКК1-2	9,03	30,39	250	0,006	0,957	0,618	0,15	0,05	269,02	269	264,47	264,41	264,62	264,57	4,55	4,59
ККК-1- ГКК1-1	11,14	35,79	300	0,0055	0,965	0,518	0,16	0,06	269,2	269,16	264,20	264,14	264,36	264,30	5,00	5,02

### **1.2.3 Построение продольного профиля трассы одной из водоотводящей ветви сети микрорайона**

Одним из основных инструментов анализа результатов расчетов для канализационных сетей является построение продольного профиля. Он изображает линии отметки земли, лотков, глубины колодцев, диаметров, уклонов трубопроводов, а также наполнение колодцев и участков сети водоотведения по выбранному маршруту, например, от потребителя до одного из колодцев.

Продольный профиль – вертикальный разрез местности вдоль трассы – используется для проектирования линейного сооружения, для подсчета объемов земляных работ при его строительстве.

Продольный профиль составляется по результатам расчета элементов трассы (плановая часть) и нивелирования трассы по пикетажу (профильная часть). Продольный профиль имеет 2 масштаба: горизонтальный и вертикальный.

Исходными данными для построения продольного профиля канализационной сети хозяйственно-бытового назначения является гидравлические и геодезические расчеты, приведенные в таблице 1.3.

### **1.2.4 Системы водоотведения поверхностных сточных вод**

Системы сбора и отведения поверхностного стока включают в себя совокупность инженерных устройств и сооружений, имеющих соответствующее назначение.

К ним относятся:

- лотки, желоба, кюветы для отвода стока с поверхности;
- сеть трубопроводов для транспортировки поверхностного стока к месту сброса;
- дождеприемники;
- смотровые колодцы;
- водосточные коллекторы.

Согласно [1] на территории населенных пунктов и промышленных предприятий должны предусматриваться закрытые системы отведения поверхностных сточных вод.

Сток, образующийся на территории населенных пунктов и промышленных зон должен отводиться на очистные сооружения. Отведение поверхностного стока через ливневую канализацию должно исключать поступление в нее хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод.

Отведение поверхностных сточных вод на очистные сооружения и в водные объекты следует предусматривать, по возможности в самотечном режиме по пониженным участкам поверхности стока.

Места выпуска поверхностных сточных вод в водный объект должны согласовываться с органами по регулированию использования и охране вод, санитарно-эпидемиологической службы и рыбоохраны.

Трассирование сетей водоотведения – это выбор наиболее целесообразного расположения трубопроводов и изображение их осей на плане объекта водоотведения.

Основной целью трассировки водоотводящих сетей поверхностного стока является разработка схемы сбора поверхностных сточных вод с территории населенного места или промышленного предприятия и отведения их к месту очистки или выпуску в водный объект наикратчайшим путем и по возможности самотеком.

Системы отведения поверхностного стока состоят из открытой части, по которой поверхностный сток отводится с помощью открытых лотков, кюветов, канав или водоотводных открытых каналов; и закрытой – по сети подземных трубопроводов.

Дождеприемники – это колодцы, перекрытые на уровне поверхности земли или дорожного покрытия чугунными решетками с прозорами 20-30 мм.

Дождеприемники устанавливают для предотвращения затопления дождевыми водами улиц и подвальных помещений. Они обеспечивают надежную защиту от поверхностных сточных вод как в непосредственной близости от фундамента, так и на самом участке водоотводящей сети.

### 1.2.5 Определение среднегодовых объемов поверхностного стока

Среднегодовой объем поверхностного стока, образующегося на территории населённых пунктов и площадках предприятий в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожных покрытий, м<sup>3</sup>:

$$W_z = W_d + W_m + W_p, \quad (1.17)$$

где  $W_d$  – среднегодовой объем дождевых вод, м<sup>3</sup>;

$W_m$  – среднегодовой объем талых вод, м<sup>3</sup>;

$W_p$  – среднегодовой объем поливочных вод, м<sup>3</sup>.

Среднегодовые объемы дождевых и талых вод, образующихся на территории населённых пунктов и промышленных площадок, м<sup>3</sup>:

$$W_d = 10 \cdot h_d \cdot \Psi_d \cdot F, \quad (1.18)$$

$$W_m = 10 \cdot h_m \cdot \Psi_m \cdot F, \quad (1.19)$$

где  $h_d$ ,  $h_m$  – слой осадков за теплый период года (количество дождевых вод) и за холодный период года (количество талых вод) соответственно, мм;

$\Psi_d$ ,  $\Psi_m$  – общие коэффициенты стока дождевых и талых вод соответственно;

$F$  – площадь поверхности стока, га.

Общий коэффициент стока дождевых вод  $\Psi_d$  для площади стока  $F$ , включающей разные виды поверхностей, рассчитывается как средневзвешенная величина с учётом площадей стока с разным видом поверхности:

$$\Psi_d = \frac{\sum(\Psi_{di} \cdot F_i)}{F} \quad (1.20)$$

где  $\Psi_{di}$  – значения общих коэффициентов стока для различных видов поверхности;

$F_i$  – площадь различных видов поверхностей стока, га;

$F$  – площадь поверхности стока, га.

При определении среднегодового количества дождевых вод  $W_d$ , стекающих с селитебных территорий, общий коэффициент стока  $\Psi_d$  для общей площади стока  $F$  рассчитывается как средневзвешенная величина из частных значений для площадей стока с разным видом поверхности (таблица 1.5). При определении среднегодового объема дождевых вод  $W_d$ , стекающих с территорий промышленных предприятий и производств, значение общего коэффициента стока  $\Psi_d$  находится как средневзвешенная величина для всей площади стока, с учетом средних значений коэффициентов стока для разного вида поверхностей, которые равны: для водонепроницаемых покрытий – 0,6 - 0,8; для грунтовых поверхностей – 0,2; для газонов – 0,1.

Таблица 1.5 – Значения общих коэффициентов стока для разного вида поверхностей селитебных территорий

Вид поверхности стока	Общий коэффициент стока $\Psi_{di}$
Кровли и асфальтобетонные покрытия (водонепроницаемые поверхности)	0,6 - 0,7
Булыжные или щебеночные мостовые	0,4 - 0,5
Кварталы города без дорожных покрытий, небольшие скверы, бульвары	0,2 - 0,3
Зеленые насаждения, газоны	0,1
Кварталы с современной застройкой	0,3 - 0,4
Небольшие города и поселки	0,25 - 0,3

Коэффициент стока дождевых вод определяется по формуле

$$\Psi_d = \frac{F_k \cdot \Psi_k + F_{гп} \cdot \Psi_{гп} + F_a \cdot \Psi_a + F_г \cdot \Psi_г}{F}, \quad (1.21)$$

где  $\Psi_k$  – коэффициент стока для кровли;

$\Psi_{гп}$  – коэффициент стока для грунтовых поверхностей;

$\Psi_a$  – коэффициент стока для асфальтобетонных покрытий дорог;

$\Psi_г$  – коэффициент стока для газонов;

$F_k, F_{гп}, F_a, F_г$  – площадь стока этих поверхностей, га;

$F$  – общая площадь водосборов, га.

Годовое количество поливомоечных вод, стекающих с площади стока, м<sup>3</sup>:

$$W_m = 10 \cdot m \cdot K \cdot F_m \cdot \Psi_m, \quad (1.22)$$

где  $m$  – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий, (0,2-1,5 л/м<sup>2</sup>);

$K$  – среднее количество моек в году, 100-120;

$F_m$  – площадь территории, подвергающейся мойке, га;

$\Psi_m$  – коэффициент стока для поливомоечных вод, равен 0,5.

### 1.2.6 Определение расчетных расходов поверхностного стока при отведении в коллектор уличной сети

Расход дождевых сточных вод для гидравлического расчета сети и определения диаметров трубопроводов, л/с:

$$Q_{cal} = \beta \cdot Q_r, \quad (1.23)$$

где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий заполнение свободного объема сети в момент возникновения напорного режима,  $\beta = 0,75$ ;

$Q_r$  – расход дождевых сточных вод, определяемый методом предельных интенсивностей.

Расход дождевых сточных вод, определяемый методом предельных интенсивностей, л/с:

$$Q_r = \frac{\Psi_{mid} \cdot A \cdot F}{t_r^n}, \quad (1.24)$$

где  $\Psi_{mid}$  – средний коэффициент стока;

$A$ ,  $n$  – параметры, характеризующие соответственно интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности;

$F$  – расчетная площадь стока, га;

$t_r$  – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка, мин.

При отсутствии обработанных данных параметр  $A$  определяется по формуле:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^{\gamma}, \quad (1.25)$$

где  $q_{20}$  – интенсивность дождя (л/с на 1 га) продолжительностью 20 мин при  $P = 1$  год для средней части Красноярского края 70 л/с на 1 га;

$n$  – показатель степени для Восточной Сибири: при  $P > 1$   $n = 0,6$ , при  $P < 1$   $n = 0,52$ ;

$m_r$  – среднее количество дождей за год, для Восточной Сибири 90;  
 $P$  – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, г;  
 $\gamma$  – показатель степени, для Восточной Сибири 1,54

Расчетная продолжительность протекания дождевого стока по поверхности и трубам до расчетного участка (створа), минут:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \quad (1.26)$$

где  $t_{con}$  – продолжительность протекания дождевого стока по поверхности земли до уличного лотка, или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), мин;

$t_{can}$  – продолжительность протекания дождевого стока по уличным лоткам до дождеприемника (при отсутствии их в пределах квартала), мин; определяемая по формуле (1.27);

$t_p$  – продолжительность протекания дождевого стока по трубам до рассчитываемого сечения (створа), мин.

Время поверхностной концентрации дождевого стока  $t_{con}$  на территории населённых пунктов при отсутствии внутриквартальных закрытых дождевых сетей принимается равным 5-10 мин, а при их наличии – 3-5 мин.

Продолжительность протекания дождевого стока по уличным лоткам, минут:

$$t_{can} = 0,021 \cdot \sum \frac{l_{can}}{v_{can}}, \quad (1.27)$$

где 0,021 – коэффициент, учитывающий постепенное нарастание скоростей движения сточных вод по мере наполнения лотков;

$l_{can}$  – длина участков лотков, м (принимается по реальным данным);

$v_{can}$  – расчетная скорость течения сточных вод на участке (по лотку), м/с; (принимается в соответствии с продольным уклоном лотков по таблицам гидравлического расчёта).

При наличии закрытой дождевой сети и дождеприёмников внутри квартала жилой застройки или на территории предприятия  $t_{can} = 0$ .

Продолжительность протекания дождевого стока по подземным трубам до рассчитываемого сечения, минут:

$$t_p = 0,017 \cdot \sum \frac{l_p}{v_p}, \quad (1.28)$$

где 0,017 – коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости коллектора и постепенное нарастание скоростей движения сточных вод по мере наполнения труб;

$l_p$  – длина участков уличного коллектора, м; (принимается по реальным данным);

$v_p$  – расчетная скорость течения сточных вод на участке, м/с.

Ориентировочно расчётные расходы талых вод при поступлении в водосточную сеть могут быть определены по слою стока за часы снеготаяния в течение суток, л/с:

$$Q_t = \frac{5,5 \cdot h_c \cdot K_y \cdot F}{10 + t_r}, \quad (1.29)$$

где  $h_c$ ,  $K_y$ ,  $F$  и  $t_r$  – параметры, указанные в вышеприведённых расчётах.

Все расчеты сводятся в таблицу 1.5.

Таблица 1.6 – Определение расчетных расходов ливневой канализации

Участок от $D_i$ до КК2-j	$l_{can}$ , м	$t_{can}$ , МИН	$l_p$ , м	$t_p$ , МИН	$t_r$ , МИН	$F$ , Га	$Q_r$ , л/с	$Q_{cal}$ , л/с
Д-1-КК2-1	0	5	0,87	0,018	5,018	0,022	2,68	2,01
Д-2-КК2-2	0	5	0,61	0,013	5,013	0,029	3,57	2,68
Д-3-КК2-3	0	5	0,78	0,017	5,017	0,026	3,20	2,40
Д-4-КК2-4	0	5	0,69	0,015	5,015	0,029	3,57	2,68
Д-5-КК2-5	0	5	0,57	0,012	5,012	0,025	3,12	2,34
Д-6-КК2-6	0	5	0,88	0,019	5,019	0,029	3,57	2,68
Д-7-КК2-8	0	5	3,49	0,074	5,074	0,048	5,91	4,44
Д-9-КК2-10	0	5	0,7	0,015	5,015	0,052	6,45	4,83
Д-10-КК2-11	0	5	0,71	0,015	5,015	0,040	4,98	3,74
Д-11-КК2-13	0	5	0,71	0,015	5,015	0,027	3,35	2,51
Д-12-КК2-14	0	5	0,56	0,012	5,012	0,026	3,20	2,40
Д-13-КК2-15	0	5	0,41	0,009	5,009	0,261	32,43	24,32
Д-8-КК2-16	0	5	0,87	0,018	5,018	0,058	7,21	5,41
Д-14-КК2-17	0	5	0,86	0,018	5,018	0,029	3,57	2,68
Д-15-КК2-18	0	5	0,79	0,017	5,017	0,031	3,79	2,84
Д-16-КК2-20	0	5	0,65	0,014	5,014	0,029	3,57	2,68

Продолжение таблицы 1.6

Участок от $D_i$ до КК2-j	$l_{can}$ , м	$t_{can}$ , МИН	$l_p$ , м	$t_p$ , МИН	$t_r$ , МИН	$F$ , Га	$Q_r$ , л/с	$Q_{cal}$ , л/с
Д-17-КК2-21	0	5	0,79	0,017	5,017	0,199	24,64	18,48
Д-18-КК2-23	0	5	1,36	0,029	5,029	0,403	49,84	37,38
Д-19-КК2-24	0	5	1,6	0,034	5,034	0,050	6,16	4,62
Д-20-КК2-26	0	5	0,74	0,016	5,016	0,032	4,02	3,01
Д-21-КК2-27	0	5	0,67	0,014	5,014	0,053	6,62	4,97
Д-22-КК2-29	0	5	0,88	0,019	5,019	0,077	9,52	7,14
Д-23-КК2-30	0	5	0,51	0,011	5,011	0,037	4,54	3,40
Д-24-КК2-31	0	5	0,22	0,005	5,005	0,182	22,52	16,89
Д-25-КК2-32	0	5	0,2	0,004	5,004	0,040	4,91	3,69
Д-26-КК2-33	0	5	0,37	0,008	5,008	0,047	5,88	4,41
Д-27-КК2-34	0	5	0,35	0,007	5,007	0,030	3,72	2,79
Д-28-КК2-35	0	5	2	0,043	5,043	0,012	1,48	1,11
Д-30-КК2-37	0	5	0,79	0,017	5,017	0,026	3,17	2,38
Д-31-КК2-38	0	5	0,59	0,013	5,013	0,060	7,44	5,58
Д-29-КК2-39	0	5	1,5	0,032	5,032	0,386	47,75	35,82
Д-32-КК2-41	0	5	1,22	0,026	5,026	0,007	0,89	0,67
Д-33-КК2-42	0	5	1,39	0,030	5,030	0,031	3,86	2,90
Д-34-КК2-43	0	5	1,4	0,030	5,030	0,031	3,86	2,90
Д-35-КК2-44	0	5	1,47	0,031	5,031	0,029	3,64	2,73
Д-36-КК2-45	0	5	1,33	0,028	5,028	0,186	23,08	17,31
Д-37-КК2-46	0	5	1,44	0,031	5,031	0,141	17,48	13,11
Д-38-КК2-47	0	5	1,41	0,030	5,030	0,030	3,71	2,78
Д-39-КК2-48	0	5	1,52	0,032	5,032	0,032	3,94	2,95
Д-40-КК2-49	0	5	0,6	0,013	5,013	0,013	1,56	1,17
Д-41-КК2-50	0	5	0,8	0,017	5,017	0,075	9,30	6,97

Окончание таблицы 1.6

Участок от $D_i$ до КК2-j	$l_{can}$ , м	$t_{can}$ , МИН	$l_p$ , м	$t_p$ , МИН	$t_r$ , МИН	$F$ , Га	$Q_r$ , л/с	$Q_{cal}$ , л/с
Д-41-КК2-50	0	5	0,8	0,017	5,017	0,075	9,30	6,97
Д-42-КК2-51	0	5	3,73	0,079	5,079	0,026	3,18	2,38
Д-43-КК2-53	0	5	0,14	0,003	5,003	0,056	7,00	5,25
Д-54-КК2-55	0	5	2,17	0,046	5,046	0,015	1,85	1,39
Д-55-КК2-56	0	5	2,07	0,044	5,044	0,158	19,53	14,65
Д-56-КК2-57	0	5	0,1	0,002	5,002	0,061	7,52	5,64
Д-57-КК2-58	0	5	0,15	0,003	5,003	0,027	3,35	2,51
Д-58-КК2-59	0	5	0,23	0,005	5,005	0,029	3,65	2,74
Д-44-КК2-61	0	5	0,7	0,015	5,015	0,027	3,35	2,51
Д-45-КК2-62	0	5	0,91	0,019	5,019	0,169	20,97	15,72
Д-46-КК2-63	0	5	0,56	0,012	5,012	0,012	1,49	1,12
Д-47-КК2-64	0	5	0,87	0,018	5,018	0,030	3,72	2,79
Д-48-КК2-66	0	5	0,77	0,016	5,016	0,051	6,32	4,74
Д-49-КК2-67	0	5	0,66	0,014	5,014	0,026	3,20	2,40
Д-50-КК2-68	0	5	0,71	0,015	5,015	0,026	3,27	2,45
Д-51-КК2-69	0	5	2,38	0,051	5,051	0,537	66,28	49,71
Д-52-КК2-71	0	5	2,12	0,045	5,045	0,121	15,00	11,25
Д-53-КК2-72	0	5	5,8	0,123	5,123	0,070	8,53	6,40
Д-59-КК2-73	0	5	0,28	0,006	5,006	0,042	5,21	3,91
Д-60-КК2-74	0	5	0,07	0,001	5,001	0,030	3,72	2,79
Д-61-КК2-75	0	5	0,23	0,005	5,005	0,030	3,72	2,79
Д-62-КК2-76	0	5	0,58	0,012	5,012	0,022	2,68	2,01
Д-63-КК2-78	0	5	1,49	0,032	5,032	0,123	15,20	11,40
Д-63-КК2-78	0	5	1,49	0,032	5,032	0,123	15,20	11,40
Д-64-КК2-80	0	5	1,82	0,039	5,039	0,159	19,64	14,73
Д-65-КК2-81	0	5	1,7	0,036	5,036	0,030	3,71	2,78

Расходы талых вод из-за различия условий снеготаяния по годам и в течение суток, а также неоднородности снежного покрова на застроенных территориях могут колебаться в широких пределах.

Ориентировочно расходы талых вод, л/с, могут быть определены по слою стока за часы снеготаяния в течение суток:

$$Q_t = \frac{5,5 \cdot h_c \cdot K_y \cdot F}{10 + t_r}, \quad (1.30)$$

где  $h_c$  – слой стока за 10 дневных часов, мм,  $h_c = 20$ , мм;

$K_y$  – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, 0,6;

$t_r$  – время добегания от наиболее удаленной части бассейна, мин.

$$Q_t = \frac{5,5 \cdot 20 \cdot 0,7 \cdot 32,57}{10 + 111} = 20,72, \text{ л/с}$$

### **1.2.7 Гидравлический и геодезический расчет канализационной сети для отвода поверхностного стока**

По данному расчету расхода дождевых сточных вод  $Q_{cal}$ , л/с, проводим гидравлический и геодезический расчет поверхностного стока для подбора диаметров трубопровода.

При гидравлическом расчете водоотводящей сети поверхностного стока согласно [1], принимаются следующие нормативные требования:

а) Наполнение труб дождевой сети  $h/d$  принимается полным, т.е. равным 1.

б) Минимальный диаметр дождевой сети принимается 200 мм.

в) Скорости движения сточных вод в трубах водоотводящей сети поверхностного стока принимаются: минимальная скорость с учётом диаметра и степени наполнения труб от 0,5 до 1,8 м/с, наибольшая скорость: для металлических и пластиковых труб – 10 м/с, для неметаллических – 7 м/с.

г) Соединения (сопряжения) трубопроводов разных диаметров в колодцах предусматриваются по шельгам труб; при обосновании, допускается по расчетному уровню воды.

в) Наименьшая глубина заложения канализационных трубопроводов принимается на основании опыта эксплуатации сетей в данном районе.

Полученный расчет сводим в таблицу 2.3.2.

Таблица 1.7 – Гидравлический и геодезический расчёт ливневой канализации

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-1-КК2-1	0,87	2,01	200	0,004	0,396	0,216	0,04	0,00	270,22	270,23	269,02	269,02	269,06	269,06	1,2	1,21
КК2-1-КК2-2	50,92	2,01	200	0,004	0,396	0,216	0,04	0,20	270,23	270,25	269,0165	268,81	269,06	268,86	1,21	1,44
Д-2-КК2-2	0,61	2,68	200	0,004	0,43	0,25	0,05	0,00	270,24	270,25	268,8028	268,80	268,85	268,85	1,44	1,45
КК2-2-КК2-3	42,86	4,69	200	0,004	0,507	0,334	0,07	0,17	270,25	270,25	268,8004	268,63	268,70	268,70	1,45	1,62
Д-3-КК2-3	0,78	2,40	200	0,004	0,416	0,236	0,05	0,00	270,24	270,25	268,619	268,62	268,66	268,66	1,62	1,63
КК2-3-КК2-4	47,95	7,09	200	0,004	570	0,417	0,08	0,19	270,25	270,17	268,6158	268,42	268,51	268,51	1,63	1,75
Д-4-КК2-4	0,69	2,68	200	0,004	0,43	0,25	0,05	0,00	270,16	270,17	268,414	268,41	268,46	268,46	1,75	1,76
КК2-4-КК2-5	41,88	9,77	200	0,004	0,62	0,501	0,10	0,17	270,17	270,13	268,4113	268,24	268,34	268,34	1,76	1,89

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-5-КК2-5	0,57	2,34	200	0,004	0,413	0,233	0,05	0,00	270,12	270,13	268,2	268,23	268,28	268,28	1,89	1,90
КК2-5-КК2-6	47,85	12,11	250	0,004	0,653	0,404	0,10	0,19	270,13	270,3	268,18	267,99	268,28	268,09	1,95	2,31
Д-6-КК2-6	0,88	2,68	200	0,004	0,43	0,25	0,05	0,00	270,02	270,3	267,71	267,71	267,76	267,76	2,31	2,59
КК2-6-КК2-7	30,77	14,79	250	0,004	0,691	0,452	0,11	0,12	270,3	269,95	267,70	267,58	267,70	267,70	2,59	2,37
КК2-7-КК2-8	49,02	14,79	250	0,004	0,691	0,452	0,11	0,20	269,95	269,87	267,58	267,39	267,50	267,50	2,37	2,48
Д-7-КК2-8	3,49	4,44	200	0,004	0,499	0,324	0,06	0,01	269,88	269,87	267,39	267,38	267,45	267,45	2,48	2,49
КК2-8-КК2-9	72,04	19,23	250	0,004	0,735	0,526	0,13	0,29	269,87	269,71	267,38	267,10	267,23	267,23	2,49	2,61

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	Δh, м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-9-КК2-10	0,7	4,83	200	0,004	0,511	0,339	0,07	0,00	270,08	270,08	268,88	268,88	268,95	268,95	1,2	1,20
КК2-10-КК2-11	66,61	4,83	200	0,004	0,511	0,339	0,07	0,27	270,08	269,89	268,8772	268,61	268,95	268,68	1,20	1,28
Д-10-КК2-11	0,71	3,74	200	0,004	0,477	0,297	0,06	0,00	269,9	269,89	268,6208	268,62	268,68	268,68	1,28	1,27
КК2-11-КК2-12	19,99	8,57	200	0,005	0,651	0,436	0,09	0,10	269,89	269,85	268,6179	268,52	268,61	268,61	1,27	1,33
КК2-12-КК2-13	25,67	8,57	200	0,005	0,651	0,436	0,09	0,13	269,85	269,83	268,518	268,39	268,61	268,48	1,33	1,44
Д-11-КК2-13	0,71	2,51	200	0,004	0,422	0,242	0,05	0,00	269,83	269,83	268,3896	268,39	268,44	268,44	1,44	1,44
КК2-13-КК2-14	43,57	11,08	250	0,005	0,692	0,362	0,09	0,22	269,83	269,8	268,3368	268,12	268,43	268,21	1,49	1,68

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-12-КК2-14	0,56	2,40	200	0,004	0,416	0,236	0,05	0,00	269,81	269,8	268,1289	268,13	268,18	268,17	1,68	1,67
КК2-14-КК2-15	57,18	13,48	250	0,005	0,732	0,403	0,10	0,29	269,8	269,75	268,0767	267,79	268,18	267,89	1,72	1,96
Д-13-КК2-15	0,41	24,32	250	0,005	0,812	0,587	0,15	0,00	269,75	269,75	267,7908	267,79	267,94	267,94	1,96	1,96
КК2-15-КК2-9	23,93	37,80	300	0,005	0,941	0,552	0,17	0,12	269,75	269,71	267,7387	267,62	267,90	267,78	2,01	2,09
КК2-9-КК2-16	11,78	57,03	350	0,004	0,965	0,592	0,21	0,05	269,71	269,68	267,5691	267,52	267,78	267,73	2,14	2,16
Д-8-КК2-16	0,87	5,41	200	0,004	0,528	0,36	0,07	0,00	269,69	269,68	267,532	267,53	267,60	267,60	2,16	2,15
КК2-16-КК2-17	48,91	62,44	350	0,005	1,023	0,605	0,21	0,24	269,68	269,57	267,5285	267,28	267,74	267,50	2,15	2,29
Д-14-КК2-17	0,86	2,68	200	0,004	0,43	0,25	0,05	0,00	269,57	269,57	267,2839	267,28	267,33	267,33	2,29	2,29

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
КК2-17- КК2-18	50,72	65,12	350	0,005	1,08	0,6	0,21	0,25	269,57	269,45	267,28 05	267,03	267,4 9	267,24	2,29	2,42
Д-15- КК2-18	0,79	2,84	200	0,004	0,437	0,257	0,05	0,00	269,45	269,45	267,02 69	267,02	267,0 8	267,08	2,42	2,43
КК2-18- КК2-19	36,23	67,96	350	0,005	1,09	0,617	0,22	0,18	269,45	269,35	267,02 37	266,84	267,2 4	267,06	2,43	2,51
Д-16- КК2-20	0,65	2,68	200	0,004	0,43	0,25	0,05	0,00	269,83	269,83	268,63	268,63	268,6 8	268,68	1,2	1,20
КК2-20- КК2-21	52,43	2,68	200	0,004	0,43	0,25	0,05	0,21	269,83	269,92	268,62 74	268,42	268,6 8	268,47	1,20	1,50
Д-17- КК2-21	0,79	18,48	250	0,004	0,728	0,513	0,13	0,00	269,92	269,92	268,41 77	268,41	268,5 5	268,54	1,50	1,51
КК2-21- КК2-22	70,7	21,16	250	0,004	0,753	0,558	0,14	0,28	269,92	269,8	268,41 45	268,13	268,5 5	268,27	1,51	1,67
КК2-22- КК2-23	11,18	21,16	250	0,004	0,753	0,558	0,14	0,04	269,8	269,78	268,13 17	268,09	268,2 7	268,23	1,67	1,69

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-18- КК2-23	1,36	37,38	300	0,004	0,863	0,588	0,18	0,01	269,78	269,78	268,08 7	268,08	268,2 6	268,26	1,69	1,70
КК2-23- КК2-24	83,61	58,54	350	0,004	1,008	0,58	0,20	0,33	269,78	269,59	268,08 16	267,75	268,2 8	267,95	1,70	1,84
Д-19- КК2-24	1,6	4,62	200	0,004	0,505	0,331	0,07	0,01	269,59	269,59	267,74 71	267,74	267,8 1	267,81	1,84	1,85
КК2-24- КК2-25	28,93	63,16	350	0,004	0,984	0,634	0,22	0,12	269,59	269,5	267,74 07	267,63	267,9 6	267,85	1,85	1,87
Д-20- КК2-26	0,74	3,01	200	0,004	0,445	0,265	0,05	0,00	269,79	269,79	268,59	268,59	268,6 4	268,64	1,2	1,20
КК2-26- КК2-28	67,24	3,01	200	0,004	0,445	0,265	0,05	0,27	269,79	269,58	268,58 7	268,32	268,6 4	268,37	1,20	1,26
Д-21- КК2-27	0,67	4,97	200	0,004	0,515	0,344	0,07	0,00	269,66	269,66	268,46	268,46	268,5 3	268,53	1,2	1,20
КК2-27- КК2-28	46,77	4,97	200	0,004	0,515	0,344	0,07	0,19	269,66	269,58	268,45 73	268,27	268,5 3	268,34	1,20	1,31

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
КК2-28- КК2-29	14,23	7,98	200	0,004	0,587	0,446	0,09	0,06	269,58	269,57	268,27 02	268,21	268,3 6	268,30	1,31	1,36
Д-22- КК2-29	0,88	7,14	200	0,004	0,571	0,419	0,08	0,00	269,57	269,57	268,21 33	268,21	268,3 0	268,29	1,36	1,36
КК2-29- КК2-30	60,72	15,12	250	0,004	0,694	0,457	0,11	0,24	269,57	269,51	268,20 98	267,97	268,3 2	268,08	1,36	1,54
Д-23- КК2-30	0,51	3,40	200	0,004	0,462	0,282	0,06	0,00	269,51	269,51	267,96 69	267,96	268,0 2	268,02	1,54	1,55
КК2-30- КК2-25	24,19	18,52	250	0,004	0,728	0,514	0,13	0,10	269,51	269,5	267,96 49	267,87	268,0 9	268,00	1,55	1,63
КК2-25- КК2-31	54	81,68	400	0,003 5	0,998	0,62	0,25	0,19	269,5	269,46	267,86 81	267,68	268,1 2	267,93	1,63	1,78
Д-24- КК2-31	0,22	16,89	250	0,004	0,712	0,487	0,12	0,00	269,46	269,46	267,67 91	267,68	267,8 0	267,80	1,78	1,78
КК2-31- КК2-32	65,76	98,57	450	0,003 5	1,053	0,571	0,26	0,23	269,46	269,38	267,67 82	267,45	267,9 4	267,71	1,78	1,93

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	Δh, м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-25- КК2-32	0,2	3,69	200	0,004	0,475	0,295	0,06	0,00	269,38	269,38	267,44 81	267,45	267,5 1	267,51	1,93	1,93
КК2-32- КК2-19	29,89	102,2 6	450	0,003 5	1,061	0,585	0,26	0,10	269,38	269,35	267,44 73	267,34	267,7 1	267,61	1,93	2,01
КК2-19- КК2-33	12,25	170,2 2	550	0,003	1,133	0,605	0,33	0,04	269,35	269,32	267,34 27	267,31	267,6 8	267,64	2,01	2,01
Д-26- КК2-33	0,37	4,41	200	0,004	0,498	0,323	0,06	0,00	269,32	269,32	267,30 59	267,30	267,3 7	267,37	2,01	2,02
КК2-33- КК2-34	50,83	174,6 3	550	0,003	1,139	0,615	0,34	0,15	269,32	269,18	267,30 44	267,15	267,6 4	267,49	2,02	2,03
Д-27- КК2-34	0,35	2,79	200	0,004	0,735	0,255	0,05	0,00	269,18	269,18	267,15 19	267,15	267,2 0	267,20	2,03	2,03
КК2-34- ГКК2-2	60,49	177,4 2	550	0,003	1,143	0,622	0,34	0,18	269,18	269,03	267,15 05	266,97	267,4 9	267,31	2,03	2,06
Д-28- КК2-35	2	1,11	200	0,004	0,333	0,161	0,03	0,01	269,45	269,45	268,25	268,24	268,2 8	268,27	1,2	1,21

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	Δh, м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
КК2-35- КК2-36	28,7	1,11	200	0,004	0,333	0,161	0,03	0,11	269,45	269,36	268,24 2	268,13	268,2 7	268,16	1,21	1,23
Д-30- КК2-37	0,8	2,38	200	0,004	0,415	0,235	0,05	0,00	269,52	269,51	268,32	268,32	268,3 7	268,36	1,2	1,20
КК2-37- КК2-38	69,51	2,38	200	0,004	0,415	0,235	0,05	0,28	269,51	269,39	268,31	268,03	268,3 6	268,08	1,20	1,36
Д-31- КК2-38	0,59	5,58	200	0,004	0,553	0,366	0,07	0,00	269,4	269,39	268,04 2	268,04	268,1 2	268,11	1,36	1,35
КК2-38- КК2-36	76,46	7,96	200	0,004	0,587	0,445	0,09	0,31	269,39	269,36	268,03 96	267,73	268,1 3	267,82	1,35	1,63
КК2-36- КК2-39	23,89	9,07	200	0,004	0,608	0,479	0,10	0,10	269,36	269,32	267,73 38	267,64	267,8 3	267,73	1,63	1,68
Д-29- КК2-39	1,5	35,82	300	0,004	0,853	0,572	0,17	0,01	269,32	269,32	267,63 82	267,63	267,8 1	267,80	1,68	1,69
КК2-39- КК2-40	51,52	44,89	350	0,004	0,909	0,511	0,18	0,21	269,32	269,2	267,63 22	267,43	267,8 1	267,60	1,69	1,77

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	Δh, м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-32- КК2-41	1,22	0,67	200	0,004	0,284	0,124	0,02	0,00	269,38	269,38	268,18	268,18	268,20	268,20	1,2	1,20
КК2-41- КК2-42	51,58	0,67	200	0,004	0,284	0,124	0,02	0,21	269,38	269,35	268,17 51	267,97	268,20	267,99	1,20	1,38
Д-33- КК2-42	1,39	2,90	200	0,004	0,44	0,26	0,05	0,01	269,36	269,35	267,97 88	267,97	268,03	268,03	1,38	1,38
КК2-42- КК2-43	51,29	3,57	200	0,004	0,469	0,289	0,06	0,21	269,35	269,3	267,97 32	267,77	268,03	267,83	1,38	1,53
Д-34- КК2-43	1,4	2,90	200	0,004	0,44	0,26	0,05	0,01	269,31	269,3	267,77 81	267,77	267,83	267,82	1,53	1,53
КК2-43- КК2-44	49,96	6,47	200	0,004	0,558	0,397	0,08	0,20	269,3	269,26	267,77 25	267,57	267,83	267,65	1,53	1,69
Д-35- КК2-44	1,47	2,73	200	0,004	0,433	0,253	0,05	0,01	269,27	269,26	267,58 26	267,58	267,63	267,63	1,69	1,68
КК2-44- КК2-45	42,9	9,20	200	0,004	0,61	0,483	0,10	0,17	269,26	269,23	267,57 68	267,41	267,63	267,50	1,68	1,82

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-36- КК2-45	1,33	17,31	250	0,004	0,716	0,494	0,12	0,01	269,23	269,23	267,40 52	267,40	267,5 3	267,52	1,82	1,83
КК2-45- КК2-40	39,84	26,51	250	0,004	0,789	0,647	0,16	0,16	269,23	269,2	267,39 98	267,24	267,5 6	267,40	1,83	1,96
КК2-40- КК2-46	11,72	71,40	400	0,003 5	0,971	0,568	0,23	0,04	269,2	269,18	267,24 05	267,20	267,4 7	267,43	1,96	1,98
Д-37- КК2-46	1,44	13,11	250	0,004	0,667	0,442	0,11	0,01	269,19	269,18	267,20 95	267,20	267,3 2	267,31	1,98	1,98
КК2-46- КК2-47	50,68	84,51	400	0,003 5	1,004	0,635	0,25	0,18	269,18	269,11	267,20 37	267,03	267,4 6	267,28	1,98	2,08
Д-38- КК2-47	1,41	2,78	200	0,004	0,435	0,255	0,05	0,01	269,12	269,11	267,03 63	267,03	267,0 9	267,08	2,08	2,08
КК2-47- КК2-48	52,9	87,29	400	0,003 5	1,01	0,649	0,26	0,19	269,11	269,05	267,03 07	266,85	267,2 9	267,11	2,08	2,20
Д-39- КК2-48	1,52	2,95	200	0,004	0,442	0,262	0,05	0,01	269,06	269,05	266,85 55	266,85	266,9 1	266,90	2,20	2,20

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
КК2-48-ГКК2-2	33,93	90,24	400	0,0035	1,016	0,665	0,27	0,12	269,05	269,03	266,8495	266,73	267,12	267,00	2,20	2,30
Д-40-КК2-49	0,6	1,17	200	0,004	0,338	0,165	0,03	0,00	270,05	270,05	268,85	268,85	268,88	268,88	1,2	1,20
КК2-49-КК2-50	125,72	1,17	200	0,004	0,338	0,165	0,03	0,50	270,05	269,71	268,8476	268,34	268,88	268,38	1,20	1,37
Д-41-КК2-50	0,8	6,97	200	0,004	0,568	0,413	0,08	0,00	269,71	269,71	268,3447	268,34	268,43	268,42	1,37	1,37
КК2-50-КК2-51	43,15	8,14	200	0,004	0,591	0,451	0,09	0,17	269,71	269,59	268,3415	268,17	268,43	268,26	1,37	1,42
Д-42-КК2-51	3,73	2,38	200	0,004	0,415	0,235	0,05	0,01	269,59	269,59	268,1689	268,15	268,22	268,20	1,42	1,44
КК2-51-КК2-52	40	10,52	200	0,004	0,629	0,523	0,10	0,16	269,59	269,46	268,154	267,99	268,26	268,10	1,44	1,47
КК2-52-КК2-53	54,9	10,52	200	0,004	0,629	0,523	0,10	0,22	269,46	269,36	267,994	267,77	268,10	267,88	1,47	1,59

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	Δh, м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-43- КК2-53	0,14	5,25	200	0,004	0,524	0,355	0,07	0,00	269,36	269,36	267,77 44	267,77	267,8 5	267,84	1,59	1,59
КК2-53- КК2-54	67,78	15,77	250	0,004	0,701	0,468	0,12	0,27	269,36	269,4	267,77 38	267,50	267,8 9	267,62	1,59	1,90
Д-54- КК2-55	2,17	1,39	200	0,004	0,355	0,179	0,04	0,01	269,67	269,67	268,47	268,46	268,5 1	268,50	1,2	1,21
КК2-55- КК2-56	58,04	1,39	200	0,004	0,355	0,179	0,04	0,23	269,67	269,5	268,46 13	268,23	268,5 0	268,26	1,21	1,27
Д-55- КК2-56	2,07	14,65	250	0,004	0,689	0,449	0,11	0,01	269,5	269,5	268,22 92	268,22	268,3 4	268,33	1,27	1,28
КК2-56- КК2-54	24,26	16,04	250	0,004	0,703	0,472	0,12	0,10	269,5	269,4	268,22 09	268,12	268,3 4	268,24	1,28	1,28
КК2-54- КК2-57	9,33	31,81	300	0,004	0,829	0,532	0,16	0,04	269,4	269,4	268,12 38	268,09	268,2 8	268,25	1,28	1,31
Д-56- КК2-57	0,1	5,64	200	0,004	0,534	0,368	0,07	0,00	269,4	269,4	268,08 65	268,09	268,1 6	268,16	1,31	1,31

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	Δh, м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
КК2-57- КК2-58	45,36	37,45	300	0,004	0,863	0,589	0,18	0,18	269,4	269,37	268,08 61	267,90	268,2 6	268,08	1,31	1,47
Д-57- КК2-58	0,15	2,51	200	0,004	0,422	0,242	0,05	0,00	269,37	269,37	267,90 47	267,90	267,9 5	267,95	1,47	1,47
КК2-58- КК2-59	49,54	39,96	300	0,004	0,876	0,614	0,18	0,20	269,37	269,34	267,90 41	267,71	268,0 9	267,89	1,47	1,63
Д-58- КК2-59	0,23	2,74	200	0,004	0,433	0,253	0,05	0,00	269,34	269,34	267,70 59	267,71	267,7 6	267,76	1,63	1,64
КК2-59- КК2-60	43,69	42,70	300	0,004	0,887	0,643	0,19	0,17	269,34	269,28	267,70 5	267,53	267,9 0	267,72	1,64	1,75
Д-44- КК2-61	0,7	2,51	200	0,004	0,422	0,242	0,05	0,00	269,87	269,87	268,67	268,67	268,7 2	268,72	1,2	1,20
КК2-61- КК2-62	66,04	2,51	200	0,004	0,422	0,242	0,05	0,26	269,87	269,82	268,66 72	268,40	268,7 2	268,45	1,20	1,42
Д-45- КК2-62	0,91	15,72	250	0,004	0,7	0,467	0,12	0,00	269,82	269,82	268,40 3	268,40	268,5 2	268,52	1,42	1,42

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
КК2-62- КК2-65	32,69	18,23	250	0,004	0,725	0,509	0,13	0,13	269,82	269,79	268,39 94	268,27	268,5 3	268,40	1,42	1,52
Д-46- КК2-63	0,56	1,12	200	0,004	0,334	0,162	0,03	0,00	269,93	269,93	268,73	268,73	268,7 6	268,76	1,2	1,20
КК2-63- КК2-64	48,29	1,12	200	0,004	0,334	0,162	0,03	0,19	269,93	269,85	268,72 78	268,53	268,7 6	268,57	1,20	1,32
Д-47- КК2-64	0,87	2,79	200	0,004	0,435	0,255	0,05	0,00	269,85	269,85	268,53 46	268,53	268,5 9	268,58	1,32	1,32
КК2-64- КК2-65	27,33	3,91	200	0,004	0,483	0,304	0,06	0,11	269,85	269,79	268,53 11	268,42	268,5 9	268,48	1,32	1,37
КК2-65- КК2-66	12,29	22,14	250	0,004	0,76	0,574	0,14	0,05	269,79	269,78	268,42 18	268,37	268,5 7	268,52	1,37	1,41
Д-48- КК2-66	0,77	4,74	200	0,004	0,508	0,335	0,07	0,00	269,78	269,78	268,37 26	268,37	268,4 4	268,44	1,41	1,41
КК2-66- КК2-67	42,98	26,88	300	0,003 5	0,76	0,5	0,15	0,15	269,78	269,73	268,36 96	268,22	268,5 2	268,37	1,41	1,51

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	Δh, м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-49- КК2-67	0,66	2,40	200	0,004	0,416	0,236	0,05	0,00	269,73	269,73	268,21 91	268,22	268,2 7	268,26	1,51	1,51
КК2-67- КК2-68	43,38	29,28	300	0,003 5	0,776	0,526	0,16	0,15	269,73	269,68	268,21 65	268,06	268,3 7	268,22	1,51	1,62
Д-50- КК2-68	0,71	2,45	200	0,004	0,419	0,239	0,05	0,00	269,68	269,68	268,06 47	268,06	268,1 1	268,11	1,62	1,62
КК2-68- КК2-70	26,97	31,73	300	0,003 5	0,792	0,553	0,17	0,09	269,68	269,63	268,06 18	267,97	268,2 3	268,13	1,62	1,66
Д-51- КК2-69	2,38	49,71	350	0,003 5	0,886	0,556	0,19	0,01	269,66	269,66	268,46	268,45	268,6 5	268,65	1,2	1,21
КК2-69- КК2-70	13,02	49,71	350	0,003 5	0,886	0,556	0,19	0,05	269,66	269,63	268,45 17	268,41	268,6 5	268,60	1,21	1,22
КК2-70- КК2-71	47	81,44	400	0,003 5	0,998	0,619	0,25	0,16	269,63	269,56	268,40 61	268,24	268,6 5	268,49	1,22	1,32
Д-52- КК2-71	2,12	11,25	200	0,004	0,638	0,545	0,11	0,01	269,56	269,56	268,24 16	268,23	268,3 5	268,34	1,32	1,33

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
КК2-71- КК2-72	79,63	92,69	450	0,003 5	1,04	0,55	0,25	0,28	269,56	269,36	268,23 31	267,95	268,4 8	268,20	1,33	1,41
Д-53- КК2-72	5,8	6,40	200	0,004	0,556	0,394	0,08	0,02	269,37	269,36	267,96 44	267,94	268,0 4	268,02	1,41	1,42
КК2-72- КК2-60	17,14	99,09	450	0,003 5	1,054	0,573	0,26	0,06	269,36	269,28	267,94 12	267,88	268,2 0	268,14	1,42	1,40
КК2-60- КК2-73	9,7	141,7 9	500	0,003	1,081	0,634	0,32	0,03	269,28	269,27	267,88 12	267,85	268,2 0	268,17	1,40	1,42
Д-59- КК2-73	0,28	3,91	200	0,004	0,483	0,304	0,06	0,00	269,28	269,27	267,86 21	267,86	267,9 2	267,92	1,42	1,41
КК2-73- КК2-74	49,51	145,7 0	500	0,003	1,088	0,646	0,32	0,15	269,27	269,24	267,86 1	267,71	268,1 8	268,04	1,41	1,53
Д-60- КК2-74	0,07	2,79	200	0,004	0,435	0,255	0,05	0,00	269,24	269,24	267,71 25	267,71	267,7 6	267,76	1,53	1,53
КК2-74- КК2-75	49,49	148,4 9	500	0,003	1,092	0,655	0,33	0,15	269,24	269,21	267,71 22	267,56	268,0 4	267,89	1,53	1,65

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	Δh, м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-61-КК2-75	0,23	2,79	200	0,004	0,435	0,255	0,05	0,00	269,21	269,21	267,56 37	267,56	267,6 1	267,61	1,65	1,65
КК2-75-ГКК2-1	13,77	151,2 8	500	0,003	1,096	0,664	0,33	0,04	269,21	269,2	267,56 28	267,52	267,8 9	267,85	1,65	1,68
Д-62-КК2-76	0,58	2,01	200	0,004	0,396	0,216	0,04	0,00	269,58	269,57	268,38	268,38	268,4 2	268,42	1,2	1,20
КК2-76-КК2-77	28,61	2,01	200	0,004	0,396	0,216	0,04	0,11	269,57	269,55	268,37	268,26	268,4 1	268,30	1,20	1,29
КК2-77-КК2-78	16,3	2,01	200	0,004	0,396	0,216	0,04	0,07	269,55	269,52	268,25 56	268,19	268,3 0	268,23	1,29	1,33
Д-63-КК2-78	1,49	11,40	200	0,004	0,64	0,55	0,11	0,01	269,52	269,52	268,19 04	268,18	268,3 0	268,29	1,33	1,34
КК2-78-КК2-79	59,71	13,41	250	0,004	0,672	0,427	0,11	0,24	269,52	269,37	268,18 44	267,95	268,2 9	268,05	1,34	1,42
КК2-79-КК2-80	10,19	13,41	250	0,004	0,672	0,427	0,11	0,04	269,37	269,37	267,94 56	267,90	268,0 5	268,01	1,42	1,47

Окончание таблицы 1.7

№ участка	L, м	Расход, л/с	d, мм	Уклон	Скорость, м/с	Наполнение, м	Слой воды, м	$\Delta h, м$	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
Д-64- КК2-80	1,82	14,73	250	0,004	0,69	0,451	0,11	0,01	269,38	269,37	267,91 48	267,91	268,0 3	268,02	1,47	1,46
КК2-80- КК2-81	48,33	28,14	300	0,004	0,807	0,494	0,15	0,19	269,37	269,35	267,90 75	267,71	268,0 6	267,86	1,46	1,64
Д-65- КК2-81	1,7	2,78	200	0,004	0,435	0,255	0,05	0,01	269,36	269,35	267,72 42	267,72	267,7 8	267,77	1,64	1,63
КК2-81- КК2-82	51,05	30,92	300	0,004	0,824	0,523	0,16	0,20	269,35	269,27	267,71 74	267,51	267,8 7	267,67	1,63	1,76
Д-66- КК2-82	2,18	2,84	200	0,004	0,437	0,257	0,05	0,01	269,28	269,27	267,52 32	267,51	267,5 7	267,57	1,76	1,76
КК2-82- ГКК2-1	33,11	33,76	300	0,004	0,841	0,552	0,17	0,13	269,27	269,2	267,51 45	267,38	267,6 8	267,55	1,76	1,82

## 1.2.8 Подбор установки для очистки ливневых стоков

В курсовой работе для очистки поверхностного стока выбрана установка БИОКСИКА от компании «Технобридж-М».

Очистные сооружения ливневых сточных вод, проектируемые и поставляемые ООО «Технобридж-М» в зависимости от пожелания Заказчика, объема и состава очищаемых стоков и площадей, отведенных под объекты инфраструктуры, монтируются в одном (моноблок) или нескольких блоках.



Рисунок 2 – Состав ливневых очистных сооружений

В состав ливневых очистных сооружений, размещенных в нескольких блоках, входят:

- а) распределительный колодец;
- б) пескоотделитель;
- в) масло-бензоотделитель;
- г) сорбционный фильтр;
- д) колодец для отбора проб.

Все блоки представляют собой ёмкости из стеклопластика, изготовленные методом машинной намотки.

Распределительный колодец обеспечивает подачу сточных вод на очистные сооружения в объеме, соответствующем расчетному. Распределительные колодцы выпускают в соответствии с объемом поступающих сточных вод: 10-30 л/с.

Пескоотделитель подобран для требуемого объема обработки поступающих сточных вод на 20 л/с.

Масло-бензоотделитель предназначен для механической очистки поверхностных сточных вод, для удаления нерастворённых грубодисперсных примесей из отходов с примесью нефтепродуктов и продуктов сгорания топлива.

Степень очистки сточных вод после масло-бензоотделителя составляет:

- по нефтепродуктам - 0,3 мг/л;
- по взвешенным веществам - 20 мг/л.

Масло-бензоотделители выпускаются для различных объемов обработки поступающих сточных вод. Для требуемого объема сточных вод подобран масло-бензоотделитель на 20 л/с.

Сорбционный фильтр представляет собой цилиндрическую стеклопластиковую емкость с патрубками для поступления и отвода воды. В качестве сорбента используются природный камень шунгит, активированный уголь и гидрофобный сорбент НЕС.

С указанным сорбентом сроки эксплуатации фильтра без замены сорбционной загрузки составляют более 3-х лет, при этом обеспечивается высокая степень очистки на всем протяжении периода эксплуатации. Срок службы сорбента определяется степенью очистки на выходе и зависит от уровня загрязнения взвешенными веществами, а также от концентрации нефтепродуктов на входе.

После сорбционного фильтра степень очистки составляет по взвешенным веществам - до 3 мг/л, по нефтепродуктам - до 0,05 мг/л.

Сорбционные фильтры подобраны в соответствии с объемом обработки поступающих сточных вод для расхода 20 л/с.

Колодцы отбора проб служат для удобства взятия проб на качество очищенной воды и выпускаются для различных объемов поступающих сточных вод. Колодец отбора проб подобран для расхода сточных вод 15 л/с, исходя из поступающего объема сточных вод.

## **2 Организация и технология выполнения работ**

### **2.1 Определение объемов земляных работ**

Объемы земляных работ рассчитаны для участка от КК1-16 до ККК-1 канализационной сети. Длина трубопровода 850 м. Участки запроектированы из чугунных труб, диаметром 200 мм. Масса 1 м трубы без раструбов 52,9 кг, масса раструба 13,5 кг. Общая масса 66,4 кг. Длина трубы 6 м. Грунт на участке строительства – суглинок. Сезон строительства – лето.

Наименьшая глубина  $h_1$  заложения трубопровода водопроводных систем для труб с условным проходом до 200 мм включительно принимается равной глубине  $h_{np}$ , м, сезонного промерзания грунта минус 0,3 м, считая понизу.

В начале участка (КК1-16):

$$h_1 = h_{np} - 0,3, \quad (2.1)$$

$$h_1 = 2,4 - 0,3 = 2,1 \text{ м,}$$

где  $h_{np}$  – глубина промерзания грунта, 2,1 м.

Глубина траншеи в конце участка (ККК-1) равна 4,95 исходя из таблицы 1.2:

$$h_2 = 4,95 \text{ м.}$$

Средняя глубина траншеи, м:

$$h_{cp} = \frac{2,1 + 4,95}{2} = 3,53.$$

Ширина траншеи по дну определяется в зависимости от материала труб и их наружного диаметра по формуле

$$B = (d_{нар} + 0,5), \text{ м,} \quad (2.2)$$

$$B = 0,37 + 0,5 = 0,87 \text{ м.}$$

Ширина траншеи по верху в точке КК1-8:

$$E_{КК1-16} = B + 2 \cdot m \cdot h_1 = 0,87 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,1 = 2,97 \text{ м.} \quad (2.3)$$

Ширина траншеи по верху в точке КК1-57:

$$E_{ККК-1} = B + 2 \cdot m \cdot h_2 = 0,87 + 2 \cdot 0,5 \cdot 4,95 = 5,82 \text{ м.} \quad (2.4)$$

$$E_{cp} = B + 2 \cdot m \cdot h_{cp} = 0,87 + 2 \cdot 0,5 \cdot 3,53 = 4,4 \text{ м.} \quad (2.5)$$

где  $h$  – глубина траншеи, м;

$B$  – ширина траншеи по дну, м;

$E$  – ширина траншеи по верху, м;

$m$  – коэффициент откоса (для суглинка  $m = 0,5$ ).

Для подсчета объемов земляных работ по разработке траншей определяем площади поперечного сечения траншеи на пикетах.

При трапецеидальной форме сечения траншеи площадь сечения поперечника определяется по формуле

$$F = \frac{h_{cp} \cdot (B + E)}{2} = h_{cp} \cdot (B + m \cdot h_{cp}) \quad (2.6)$$

где  $h_{cp}$  – глубина траншеи, м;

$B$  – ширина траншеи по дну, м;

$E$  – ширина траншеи по верху, м;

$m$  – коэффициент откоса (для суглинка  $m = 0,5$ ).

Площадь поперечного сечения траншеи, м<sup>2</sup>:

$$F_{cp} = 3,53 \cdot (0,87 + 0,5 \cdot 3,53) = 9,3.$$

Объем грунта, подлежащий разработке, м<sup>3</sup>:

$$V = V_m + V_p, \quad (2.7)$$

где  $V_m$  – объем грунта, разрабатываемый механизированным способом, м<sup>3</sup>;

$V_p$  – объем грунта, разрабатываемый вручную, м<sup>3</sup>.

Объем грунта разрабатываемый экскаватором, м<sup>3</sup>:

$$V_m = V_m^1 + V_m^2, \quad (2.8)$$

где  $V_m^1$  – объем грунта, извлекаемого экскаватором при отрывке из траншеи под трубопровод, м<sup>3</sup>;

$V_m^2$  – объем грунта, извлекаемого экскаватором для устройства котлованов под колодцы, м<sup>3</sup>.

Объем грунта, извлекаемого экскаватором из траншеи под трубопровод, определяется по формуле

$$V_m^1 = \left( F_{cp} + \frac{m \cdot [(h_1 - 0,2) + (h_2 - 0,2)]^2}{12} \right) \cdot l_1, \quad (2.9)$$

где 0,2 м – высота недобора грунта при работе одноковшового экскаватора;

$l_1$  – длина трубопровода без суммарной длины котлована под колодцы по всей трассе трубопровода, м:

$$l_1 = L - a_2 \cdot N = 850 - 6,48 \cdot 28 = 668,5 \text{ м},$$

$$V_m^1 = \left( 9,3 + \frac{0,5 \cdot [(2,1 - 0,2) + (4,95 - 0,2)]^2}{12} \right) \cdot 668,5 = 7448,8 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, извлекаемый экскаватором для устройства котлованов под колодцы, определяется по формуле

$$V_m^2 = \frac{h_{cp} \cdot [(2a_1 + a_2) \cdot b_1 + (2a_2 + a_1) \cdot b_2]}{6} \cdot N, \quad (2.10)$$

$$V_m^2 = \frac{3,53 \cdot [(2 \cdot 2,4 + 6,48) \cdot 2,4 + (2 \cdot 6,48 + 2,4) \cdot 6,48]}{6} \cdot 28 = 2085,6,$$

где  $h_{cp}$  – средняя глубина траншеи за вычетом недобора грунта, 3,53 м;  
 $a_1, b_1$  – размеры котлована под колодец по низу, 2,4 м;  
 $a_2, b_2$  – размеры котлована под колодец по верху, м;  
 $N$  – количество котлованов под колодцы, 28.

$$a_2 = b_2 = a_1 + 2 \cdot m \cdot h_{cp}, \text{ м}, \quad (2.11)$$

$$a_2 = 2,4 + 2 \cdot 0,5 \cdot 3,53 = 5,93 \text{ м}.$$

Объем грунта, разрабатываемый экскаватором, м<sup>3</sup>:

$$V_m = 7448,8 + 2085,6 = 9534,4 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, разрабатываемого вручную, м<sup>3</sup>:

$$V_p = V_p^1 + V_p^2. \quad (2.12)$$

Объем грунта, извлекаемого при разработке недобора:

$$V_p^1 = h_{нед} \cdot (B \cdot l_1^H + a_1 \cdot b_1 \cdot N), \quad (2.13)$$

где  $N$  – число колодцев.

$$l_1^H = L - a_1 \cdot N, \text{ м}, \quad (2.14)$$

$$l_1^H = 850 - 2,4 \cdot 28 = 782,8 \text{ м},$$

$$V_p^1 = 0,2 \cdot (0,87 \cdot 782,8 + 2,4 \cdot 2,4 \cdot 28) = 168 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, извлекаемого при устройстве прямков, м<sup>3</sup>:

$$V_p^2 = V_{np} \cdot N_1, \quad (2.15)$$

$$V_p^2 = 0,146 \cdot 130 = 19 \text{ м}^3,$$

где  $V_{np}$  – объем одного прямка,

$N_I$  – количество прямков, шт.

$$N_I = \frac{L - D_{\text{кол}} \cdot N}{l_{\text{пр}}} - 1, \quad (2.16)$$

$$N_I = \frac{850 - 2,4 \cdot 28}{6} - 1 = 130 \text{ шт.}$$

Размер прямков для чугунной трубы  $d_y = 200$  мм: длина  $a' = 0,65$  м; ширина  $b' = 0,75$  м; глубина  $c' = 0,3$  м.

Объем одного прямка:

$$V_{\text{пр}} = 0,65 \cdot 0,75 \cdot 0,3 = 0,146 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, разрабатываемого вручную, равен:

$$V_p = V_p^1 + V_p^2 = 168 + 19 = 187 \text{ м}^3.$$

Весь объем грунта, подлежащий разработке, равен:

$$V = V_m + V_p = 9534,4 + 187 = 9721,4 \text{ м}^3.$$

## **2.2 Определение объёма земли подлежащей вывозу в отвал за пределы стройки**

Основная часть грунта, извлекаемого при разработке траншеи, понадобится для обратной засыпки после монтажа и предварительного испытания трубопровода. Вместе с тем часть грунта окажется лишней, так как вытиснится трубопроводом и колодцами. Этот объем земли подлежит вывозу в отвал за пределы строительства.

После окончания земляных работ по разработке траншеи осуществляют монтаж трубопровода.

После этого производят частичную засыпку траншеи грунтом и проводят предварительные испытания трубопровода. Стыки труб при этом оставляют не засыпанными от верха труб на 0,1 м.

При частичной засыпке труб сначала производится подбивка пазух слоями по 0,1 м с уплотнением грунта одновременно с двух сторон трубопровода. После частичной засыпки трубопровод подвергается предварительному испытанию.

После проведения предварительных испытаний успешно выдержавший их трубопровод окончательно засыпается грунтом. Засыпка осуществляется бульдозером, для чего используется грунт, полученный при разработке траншеи и находящийся в отвале.

Объем грунта, вывозимого в отвал за пределы строительства:

$$V_{отв} = (V_{mp} + V_{кол}) \cdot K_{np}, \quad (2.17)$$

где  $K_{np}$  – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при его рыхлении, для суглинка 1,26.

Объем грунта, вытесняемый трубопроводом, м<sup>3</sup>:

$$V_{mp} = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \cdot l_1 \cdot K_p, \quad (2.18)$$

где  $K_p$  – коэффициент, учитывающий объём земли, вытесняемый раструбами или муфтами, для гладких труб:  $K_p = 1,05$ ,

$l_1$  – длина трубопровода за вычетом суммарного диаметра всех колодцев.

$$V_{mp} = \frac{3,14 \cdot 0,37^2}{4} \cdot 830,4 \cdot 1,05 = 94 \text{ м}^3,$$

$$l_1 = L - D_n^{кол} \cdot N, \quad (2.19)$$

$$l_1 = 850 - 0,7 \cdot 28 = 830,4 \text{ м},$$

где  $D_n^{кол}$  – наружный диаметр колодца, 0,7 м;

$N$  – количество колодцев.

Объем грунта, вытесняемый колодцами, м<sup>3</sup>:

$$V_{кол} = \frac{\pi \cdot D_k^2}{4} \cdot h_{кол} \cdot N, \quad (2.20)$$

где  $h_{кол}$  – глубина колодца, м.

$$V_{кол} = \frac{3,14 \cdot 0,7^2}{4} \cdot 4,8 \cdot 28 = 51,7 \text{ м}^3,$$

$$V_{отв} = (94 + 51,7) \cdot 1,26 = 183,6 \text{ м}^3.$$

Площадь поперечного сечения отвала  $F_{отв}$ , исходя из расчета угла откоса насыпи 45° определяется по формуле

$$F_{отв} = F_{ср} \cdot K_{перв} \cdot K, \quad (2.21)$$

где  $K$  – учитывающий уменьшение площади поперечного сечения отвала при выходе за пределы строительной площадки избыточного грунта.

$$K = \frac{V - V_{отв}}{V} = \frac{9721,4 - 183,6}{9721,4} = 0,98,$$

$$F_{отв} = 9,3 \cdot 1,26 \cdot 0,98 = 11,5 \text{ м}^2.$$

Высота отвала  $H_{отв}$  принимается на 0,5 м меньше высоты выгрузки экскаватора и ширина отвала  $b$  понизу определяется по формуле

$$H_{отв} = \sqrt{F_{отв}} = \sqrt{11,5} = 3,39 \text{ м},$$

$$b = 2H_{отв} = 2 \cdot 3,39 = 6,78 \text{ м}.$$

Результаты расчета объемов земляных работ приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 - Бланк объемов земляных масс

Вид работы	Основные параметры выемки				Объем грунта	
	Ширина, м		Глубина на $h_{ср}$ м	Длина, м	Обозначение	Количество, м <sup>3</sup>
	по верху, $E_{ср}$	по низу, $b$				
<b>Механизированные земляные работы</b>						
Разработка траншеи	4,4	0,87	3,53	782,8	$V_m^1$	7448,8
Разработка котлованов под колодцы	5,93	2,4	4,33	32	$V_m^2$	2085,6
Вывоз грунта в отвал за пределы строительства	2,23	6,78	0,2	2,23	$V_{отв}$	183,6
<b>Ручные земляные работы</b>						
Разработка недобора грунта	0,72	0,72	0,2	850	$V_p^1$	168
Рытье приямков	0,65	0,65	0,75	0,3	$V_p^2$	19
Общий объем разработки:	—	—	—	—	$V$	9721,4
в т. ч. механизированный;	—	—	—	—	$V_m$	9534,4
в т. ч. ручной	—	—	—	—	$V_p$	187

### 2.3 Предварительный выбор комплекта машин

Состав комплекта машин определяется видами работ, которые должны быть механизированы. К ним относятся следующие: разработка грунта в траншее и котлованов под колодцы; вывоз избыточного грунта в отвал за пределы строительства; разгрузка труб, элементов колодцев, арматуры, монтаж трубопровода и арматуры в проектное положение, разравнивание грунта в отвале; обратная засыпка траншеи и котлованов под колодцы; планировка траншеи.

Ведущей машиной в данном комплекте является экскаватор. Марки и тип остальных машин подбираются в зависимости от производительности экскаватора. Для механизированной отрывки траншеи используются одноковшовые экскаваторы, оборудованные обратной лопатой или экскаваторы-драглайны. Подбор экскаватора начинается с определения объема его ковша.

Оптимальная продолжительность строительства систем канализации при длине трубопровода до 1,5 км составляет 1 месяц.

Принимаем одноковшовый экскаватор типа обратная лопата, марки ЭО 4121А. Основные характеристики:

- вместимость ковша  $V_k - 1 \text{ м}^3$ ;
- наибольшая глубина копания  $H_k - 7,1 \text{ м}$ ;
- наибольшая глубина выгрузки  $H_e - 5,2 \text{ м}$ ;
- наибольший радиус выгрузки  $R_e - 10,2 \text{ м}$ ;
- наибольший радиус резания  $R_p - 10,2 \text{ м}$ .

Марка драглайна ЭО-5111 ЕХЛ. Основные характеристики:

- вместимость ковша  $V_k - 1 \text{ м}^3$ ;
- наибольшая глубина копания  $H_k - 7,3 \text{ м}$ ;
- наибольшая глубина выгрузки  $H_e - 5,5 \text{ м}$ ;
- наибольший радиус выгрузки  $R_e - 14,5 \text{ м}$ ;
- наибольший радиус резания  $R_p - 12,4 \text{ м}$

Сравним наибольшую глубину копания экскаватора  $H_k$  и наибольшую глубину траншеи  $h_2$ :

$$H_k \geq h_2,$$

$$H_k^{Др} \geq h_2,$$

$$7,3 > 4,95$$

$$H_k^{Обр. лоп.} \geq h_2,$$

$$7,1 > 4,95 \text{ условие выполняется.}$$

Грунт относится к II категории. Плотность суглинка равна  $1,4 \text{ т/м}^3$ .

Наиболее приемлемым средством для транспортирования грунта на расстояние более 0,5 км являются автосамосвалы. Выбор марки автосамосвала производится с учетом следующих требований: технические данные автомоби-

ля должны соответствовать марки экскаватора; вместимость кузова должна обеспечивать погрузку не менее трех ковшей экскаватора. Грузоподъемность самосвала при расстоянии транспортирования более 1 км и ковша экскаватора 1 м<sup>3</sup> принимается равной 10 т.

На основании этого подбираем марку автосамосвала: КАМАЗ - 5511.

Количество ковшей экскаватора, необходимое для загрузки самосвала:

$$n = \frac{G}{\gamma \cdot \varepsilon \cdot K_n}, \quad (2.22)$$

$$n = \frac{10}{1,4 \cdot 1 \cdot 0,85} = 8,4,$$

где  $G$  – грузоподъемность самосвала, 10 т;

$\gamma$  – плотность грунта, 1,4 т/м<sup>3</sup>;

$\varepsilon$  – емкость ковша экскаватора, 1 м<sup>3</sup>;

$K_n$  – коэффициент наполнения ковша, 0,85.

Длительность погрузки одного самосвала:

$$t_{noz} = \frac{n}{n_y \cdot K_T}, \quad (2.23)$$

$$t_{noz} = \frac{8,4}{1 \cdot 0,85} = 9,9 \approx 10 \text{ мин},$$

где  $n_y$  – число циклов экскавации в минуту;

$K_T$  – коэффициент, учитывающий условия подачи самосвала в забой, 0,85.

Количество рейсов самосвалов в смену:

$$P_p = \frac{t_{cm} \cdot 60}{t_{noz} + \frac{2 \cdot L}{V \cdot 60} + t_p + t_m}, \quad (2.24)$$

где  $L$  – дальность перевозки грунта, км;

$V$  – средняя скорость движения, км/ч;

$t_p$  – длительность разгрузки, 1 мин;

$t_m$  – длительность маневрирования машины, 3 мин;

$t_{cm}$  – продолжительность смены, ч.

$$P_p = \frac{8,2 \cdot 60}{10 + \frac{2 \cdot 3}{30 \cdot 60} + 1 + 3} = 35 \text{ рейсов.}$$

Производительность самосвала в смену, выраженная в м<sup>3</sup> грунта в плотном теле, м<sup>3</sup>:

$$P_a = \frac{G}{\gamma} \cdot P_p, \quad (2.25)$$

$$P_p = \frac{35}{1,4} \cdot 10 = 250 \text{ м}^3.$$

Для перевозки избыточного грунта принимаем 1 самосвал, вывоз грунта будет осуществляться две смены.

Производительность работы автосамосвала  $T_a$  принимаем равной продолжительности работы экскаватора  $T_э$  и равна 8,2 ч.

Объем грунта  $V_{см}$  вывозимого самосвалом за смену, м<sup>3</sup>:

$$V_{см} = \frac{V_{отв}}{T_a}, \quad (2.26)$$

$$V_{см} = \frac{82,15}{8,2} = 10,02 \text{ м}^3.$$

Количество самосвалов  $N_a$ , необходимых для транспортировки избыточного грунта определяется по формуле

$$N_a = \frac{V_{см}}{P_a}, \quad (2.27)$$

$$N_a = \frac{10,02}{250} = 0,04.$$

Принимаем 1 самосвал марки КАМАЗ - 5511.

При работе экскаватора поочередно в транспорт и навывет требуемое количество самосвалов определяется по формуле

$$N_a = \frac{V_{см}}{P_a \cdot K_{оч}}, \quad (2.28)$$

где  $K_{оч}$  – коэффициент, учитывающий поочередную работу экскаватора навывет и в транспорт.

Значение  $K_{оч}$  определяется по формуле

$$K_{оч} = \frac{\frac{P_{нав}}{P_{трансп}}}{\frac{V_{нав}}{V_{трансп}} + \frac{P_{нав}}{P_{трансп}}}, \quad (2.29)$$

где  $P_{нав}$  и  $P_{трансп}$  – соответственно производительность при работе навывет и в транспорт;

$V_{нав}$  и  $V_{трансп}$  – объемы грунта, разрабатываемого навывмет и в транспорт.

Производительность экскаватора при работе навывмет определяется по формуле

$$П_{нав} = \frac{тсм \cdot 100 \cdot (1 - P)}{H_{вр1}}, \quad (2.30)$$

где 100 – единица измерения,  $м^3$ , грунта, разрабатываемого экскаватором;

$P$  – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт, в долях единицы (за единицу принят весь объем грунта, разрабатываемого экскаватором, т.е.:

$$P = \frac{V_{отв}}{V_M}, \quad (2.31)$$

$$P = \frac{82,15}{14873} = 0,006,$$

где  $H_{вр1}$  – норма времени на разработку грунта экскаватором при работе навывмет, 1,8.

$$П_{нав} = \frac{8,2 \cdot 100 \cdot (1 - 0,006)}{1,8} = 452,8.$$

Производительность экскаватора при работе в транспорт определяется по формуле

$$П_{транп} = \frac{тсм \cdot 100 \cdot P}{H_{вр2}}, \quad (2.32)$$

где  $H_{вр2}$  – норма времени на разработку грунта экскаватором при погрузке в транспорт, 2,4.

$$П_{транп} = \frac{8,2 \cdot 100 \cdot 0,006}{2,4} = 2,05.$$

Значение объема  $V_{нав}$  грунта, разрабатываемого навывмет,  $м^3$ :

$$V_{нав} = V - V_p - V_{отв} = 9721,4 - 187 - 183,6 = 9350,8 \text{ м}^3,$$

$$K_{оч} = \frac{\frac{452,8}{2,05}}{\frac{9350,8}{183,6} + \frac{452,8}{2,05}} = 1,23,$$

$$N_a = \frac{10,02}{250 \cdot 1,23} = 0,04 \approx 1 \text{ самосвал.}$$

## 2.4 Выбор механизмов для обратной засыпки траншеи и ее планировки

Обратная засыпка траншеи производится после проведения успешных предварительных испытаний трубопровода.

Для обратной засыпки используют грунт, находящийся в отвале. После засыпки траншеи производят планировку ее поверхности. Для обратной засыпки целесообразно использовать бульдозер. Принимаем бульдозер ДЗ-117.

Продолжительность работ по обратной засыпке траншеи и планировке траншеи и отвала:

$$T_{\sigma} = \frac{F_{nl} \cdot H_{\sigma p}}{1000 \cdot T_{cm}}, \quad (2.33)$$

где  $F_{nl}$  – площадь планируемой поверхности, м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$F_{nl} = F_{nl1} + F_{nl2}, \quad (2.34)$$

$$F_{nl1} = [E_{cp} + B + h_2 \cdot (1 - m)] \cdot L, \text{ м}^2, \quad (2.35)$$

$$F_{nl1} = [4,4 + 0,87 + 4,95 \cdot (1 - 0,5)] \cdot 850 = 3743 \text{ м}^2,$$

где  $E_{cp}$  – средняя ширина траншеи по верху, м;

$b$  – ширина траншеи, м;

$h_2$  – глубина прокладки в конце трубопровода, м;

$m$  – коэффициент откоса траншеи, 0,5.

Площадь планируемой поверхности на месте свалки избыточного грунта:

$$F_{nl2} = \frac{V_{omg}}{h} = \frac{183,6}{0,2} = 918 \text{ м}^2,$$

где  $h$  – толщина слоя отсыпки, равная 0,1-0,2 м.

$$F_{nl} = 3743 + 918 = 4661 \text{ м}^2,$$

$$T_{\sigma} = \frac{4661 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8,2} = 0,68 \text{ см.}$$

## 2.5 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин

Окончательный выбор комплекта машин проводится на основе трех технико-экономических показателей: продолжительности земляных работ, себестоимости разработки 1 м<sup>3</sup> грунта и трудоемкости разработки 1 м<sup>3</sup> грунта.

Продолжительность работы экскаватора по отрывке траншеи  $T_{\text{э}}$  определяется по формуле:

$$T_{\text{э}} = \frac{V_M}{P_{\text{э}}} = \frac{9534,4}{439} = 21,71 \text{ ч}$$

где  $V_M$  – объём грунта, вырабатываемого механизированным способом, м<sup>3</sup>.

Продолжительность работы драглайна по отрывке траншеи:

$$T_D = \frac{9534,4}{418} = 22,81 \text{ ч.}$$

Нормативная производительность экскаватора в смену:

$$P_{\text{э}} = t_{\text{см}} \cdot 100 \cdot \left( \frac{1-P}{H_{\text{эп1}}} + \frac{P}{H_{\text{эп2}}} \right), \text{ смен,} \quad (2.36)$$

где  $t_{\text{см}}$  – продолжительность смены, 8 ч;

100 – единица измерения объёма грунта, разрабатываемого экскаватором;

$P$  – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт, доли ед.

$$P = \frac{V_{\text{отв}}}{V_M} = \frac{183,6}{9534,4} = 0,02$$

$H_{\text{эп1}}$ ,  $H_{\text{эп2}}$  – соответственно норма времени на разработку экскаватором при работе в отвал и при погрузке в транспорт.

$$P_{\text{э}} = 8 \cdot 100 \cdot \left( \frac{1-0,02}{1,8} + \frac{0,02}{2,4} \right) = 439 \text{ смен.}$$

Нормативная производительность драглайна в смену:

$$P_D = 8 \cdot 100 \cdot \left( \frac{1-0,02}{1,9} + \frac{0,02}{2,5} \right) = 418 \text{ смен.}$$

Себестоимость отрывки 1 м<sup>3</sup> грунта траншеи:

$$C_{тр} = \frac{1,08 \cdot \sum C_{\text{маш.ч.}} \cdot T_i + 1,5 \cdot \sum \Sigma Z_p}{V}, \quad (2.37)$$

где  $C_{\text{маш.ч}}$  – производственная себестоимость машино-часа отдельных машин, входящих в комплект (экскаватор, бульдозер, самосвал);

$T_i$  – продолжительность работы отдельных машин на стройке в сменах.

$$\sum C_{\text{маш}}^{\text{э}} \cdot T = 43,28 \cdot 36 + 48,56 \cdot 1,34 + 36,8 \cdot 36 = 1558,1 + 65 + 1324,8 = 2947,9 \text{ руб.},$$

$$\sum C_{\text{маш}}^{\text{д}} \cdot T = 49,44 \cdot 35 + 48,56 \cdot 1,34 + 36,8 \cdot 35 = 1730,4 + 65 + 1288 = 3083,4 \text{ руб.},$$

где  $\Sigma Z_p$  – заработная плата рабочих, выполняющих ручные работы,

$\Sigma Z_p = Z_p \cdot V_p$  ( $Z_p$  – расценка на разработку 1 м<sup>3</sup> грунта,  $V_p$  – объём грунта подлежащей выемке при прокладке трубопровода),

$$\Sigma Z_p = 0,544 \cdot 188,4 = 102,5 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{э}} = \frac{1,08 \cdot 2947,9 + 1,5 \cdot 102,5}{9721,4} = 0,34 \text{ руб./м}^3.$$

Себестоимость отрывки 1 м<sup>3</sup> грунта траншеи драглайном:

$$C_{\text{др}} = \frac{1,08 \cdot 3083,4 + 1,5 \cdot 102,5}{9721,4} = 0,36 \text{ руб./м}^3.$$

Трудоёмкость отрывки 1 м<sup>3</sup> грунта:

$$M_{тр} = \frac{\sum M_m + \sum M_p}{V} \quad (2.38)$$

где  $\Sigma M_m$  – затраты труда по управлению и обслуживанию машин, чел.-ч/маш.-ч,

$$\Sigma M_m^{\text{э}} = M_{\text{э}} + M_{\text{б}} + M_{\text{а}} = 2,69 \cdot 36 + 1,48 \cdot 1,34 + 1,79 \cdot 36 = 96,9 + 1,98 + 64,4 = 163,3 \text{ чел.} \cdot \text{ч.},$$

$$\Sigma M_m^{\text{д}} = M_{\text{д}} + M_{\text{б}} + M_{\text{а}} = 2,81 \cdot 35 + 1,48 \cdot 1,34 + 1,79 \cdot 35 = 98,35 + 1,98 + 61,6 = 161,9 \text{ чел.} \cdot \text{ч.},$$

где  $\Sigma M_p$  – затраты труда на ручные операции, чел. · ч,

$$M_p = H_{ep} \cdot V_p \quad (H_{ep} - \text{норма времени на ручную разработку } 1 \text{ м}^3 \text{ грунта, } 0,9),$$

$$M_p = 0,9 \cdot 188,4 = 169,56 \text{ чел.} \cdot \text{ч},$$

$$M_{mp}^{\text{Э}} = \frac{163,3 + 169,56}{9721,4} = 0,034 \text{ чел.} \cdot \text{ч},$$

$$M_{mp}^{\text{Д}} = \frac{161,9 + 169,56}{9721,4} = 0,033 \text{ чел.} \cdot \text{ч}.$$

Таблица 2.2 - Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели	Единицы измерения	Экскаватор	
		с обратной лопатой	драглайн
Продолжительность работы, Т	смена	21,71	22,81
Себестоимость разработки, 1 м <sup>3</sup> грунта, С <sub>отр</sub>	руб./м <sup>3</sup>	0,34	0,36
Трудоемкость разработки 1 м <sup>3</sup> грунта, М <sub>отр</sub>	чел.-ч/м <sup>3</sup>	0,034	0,033

Как видно из таблицы 2.2 наиболее экономичным является вариант с экскаватором обратной лопата.

## 2.6 Определение размеров забоя

Расчетные размеры забоя определяют исходя из рабочих параметров экскаватора и размеров траншеи. При этом определяют местоположение оси движения экскаватора относительно оси траншеи, площадь поперечного сечения и размер отвала, месторасположение отвала относительно бровки траншеи, ширину забоя.

Расстояние от бровки траншеи до основания отвала, м:

$$a = h_2 \cdot (1 - m), \quad (2.39)$$

$$a = 4,95 \cdot (1 - 0,5) = 2,48 \text{ м},$$

где  $h_2$  – наибольшая глубина траншеи, м.

Общая ширина забоя, включая отвал, м:

$$A = E_{cp} + a + b, \quad (2.40)$$

$$A = 4,4 + 2,48 + 7,52 = 14,4 \text{ м.}$$

Положение оси движения экскаватора может совпадать с осью траншеи или может быть смещено от нее на некоторое расстояние в сторону отвала.

Первый случай выбирается, если выполняется условие:

$$R_e \geq A_1,$$

где  $R_e$  – наибольший радиус выгрузки экскаватора, 10,2 м;

$A_1$  – расстояние, м, определяемое по формуле

$$A_1 = \frac{E_{cp}}{2} + a + \frac{b}{2}, \quad (2.41)$$

$$A_1 = 4,4 \cdot 0,5 + 2,48 + 3,76 = 8,44 \text{ м.}$$

Условие выполняется:

$$10,2 > 8,44 \text{ м.}$$

## 2.7 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода

Для укладки труб, монтажа элементов колодцев и арматуры, размещаемой в колодцах, используют автомобильные или пневмоколесные краны.

При выборе кранового оборудования учитываем массу самого тяжелого элемента (одной трубы или звена, элемента колодца и арматуры), массу грузозахватных приспособлений и требуемый вылет стрелы крана.

Необходимую грузоподъемность крана подсчитывают, исходя из максимального груза, который должен поднять кран при требуемом вылете стрелы. Это груз определяется массой монтируемых труб или их секций с учетом массы грузозахватных приспособлений. Самым тяжелым элементом является днище камеры с массой  $m = 940$  кг.

Требуемая грузоподъемность крана:

$$G = Q \cdot K_{cp} = 940 \cdot 1,1 = 1034 \text{ кг,}$$

где  $Q$  – масса самого тяжелого элемента при монтаже трубопровода, кг;

$K_{cp}$  – коэффициент, учитывающий массу грузозахватных приспособлений, 1,1.

Кран располагаем на противоположной от отвала стороне не ближе 1 м от бровки траншеи. Кран размещен ближе к бровке траншеи, а заготовки труб и другие элементы за ним. Ось движения крана параллельна от траншеи.

Требуемый вылет стрелы крана, м:

$$L_c = \frac{b_1}{2} + 1,2 \cdot m \cdot h_2 + \frac{B_{кр}}{2}, \quad (2.42)$$

$$L_c = \frac{2,4}{2} + 1,2 \cdot 0,5 \cdot 4,95 + \frac{2,5}{2} = 5,42 \text{ м,}$$

где  $b_1$  – ширина котлована по низу, м;

$m$  – заложение откосов траншеи, м;

$h$  – максимальная глубина траншеи, м;

$B_{кр}$  – ширина базы крана (ширина колеи), м.

Основываясь на требуемой грузоподъемности и вылете стрелы крана, подбираем марку монтажного крана КС-3562Б на базе МАЗ-5334. Максимальная грузоподъемность 10 т, грузоподъемностью при максимальном вылете стрелы – 1,2 т, длина основной стрелы – 10 м. Изготовитель – Ивановский завод автомобильных кранов.

Окончательный вариант комплекта машин:

- экскаватор обратная лопата ЭО4121А, объём ковша 1 м<sup>3</sup>,
- автосамосвал марки КАМАЗ 5111, грузоподъемность 10 т,
- бульдозер ДЗ 117
- кран КС-3562Б.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрены организация, устройство и прокладка водоотводящих сетей и сетей водоснабжения жилого микрорайона с учётом действующих нормативных документов и справочной литературы.

Протяженность водоотводящих внутримикрорайонных сетей:  
хозяйственно-бытовых сточных вод – 3630,3 м,  
поверхностных сточных вод – 3596 м.

В разделе «Системы водоснабжения и водоотведения жилого микрорайона»:

- выполнена трассировка сетей водоснабжения и водоотведения в пределах территории микрорайона;
- определены расчётные расходы воды и хозяйственно-бытовых и поверхностных сточных вод;
- выполнен гидравлический расчет водопроводных сетей микрорайона;
- выполнены гидравлический и геодезический расчеты хозяйственно-бытовой и ливневой водоотводящих сетей;
- построены продольные профили участков хозяйственно-бытовой и ливневой сетей водоотведения.

Расходы хозяйственно-бытовых сточных вод определены по методике расчёта, изложенной в СНиП 2.04.01-85\* Внутренний водопровод и канализация зданий.

Расходы поверхностных сточных вод определены по методике расчёта, приведённой в СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85\* и Рекомендациям по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. Дополнения к СП 32.13330.2012. Москва: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014).

По максимальным секундным расходам в результате гидравлических расчётов приняты конструктивные и гидравлические параметры трубопроводов.

Для устройства водоотводящей сети жилого микрорайона выбраны чугунные трубы Smart SML L=3000мм.

Построены продольные профили: хозяйственно-бытовой сети для участка от выпуска 61 до главного канализационного колодца ГKK1-2; водоотводящей сети поверхностного стока отждеприёмника Д1 до главного канализационного колодца ГKK2-2.

В разделе «Технология и организация строительства трубопровода разработана прокладка участка чугунного трубопровода диаметром 200 мм, длиной 850 м от колодца от КК1-16 до колодца КKK-1.

Определены объемы земляных работ, выполняемых механизированным и ручным способами.

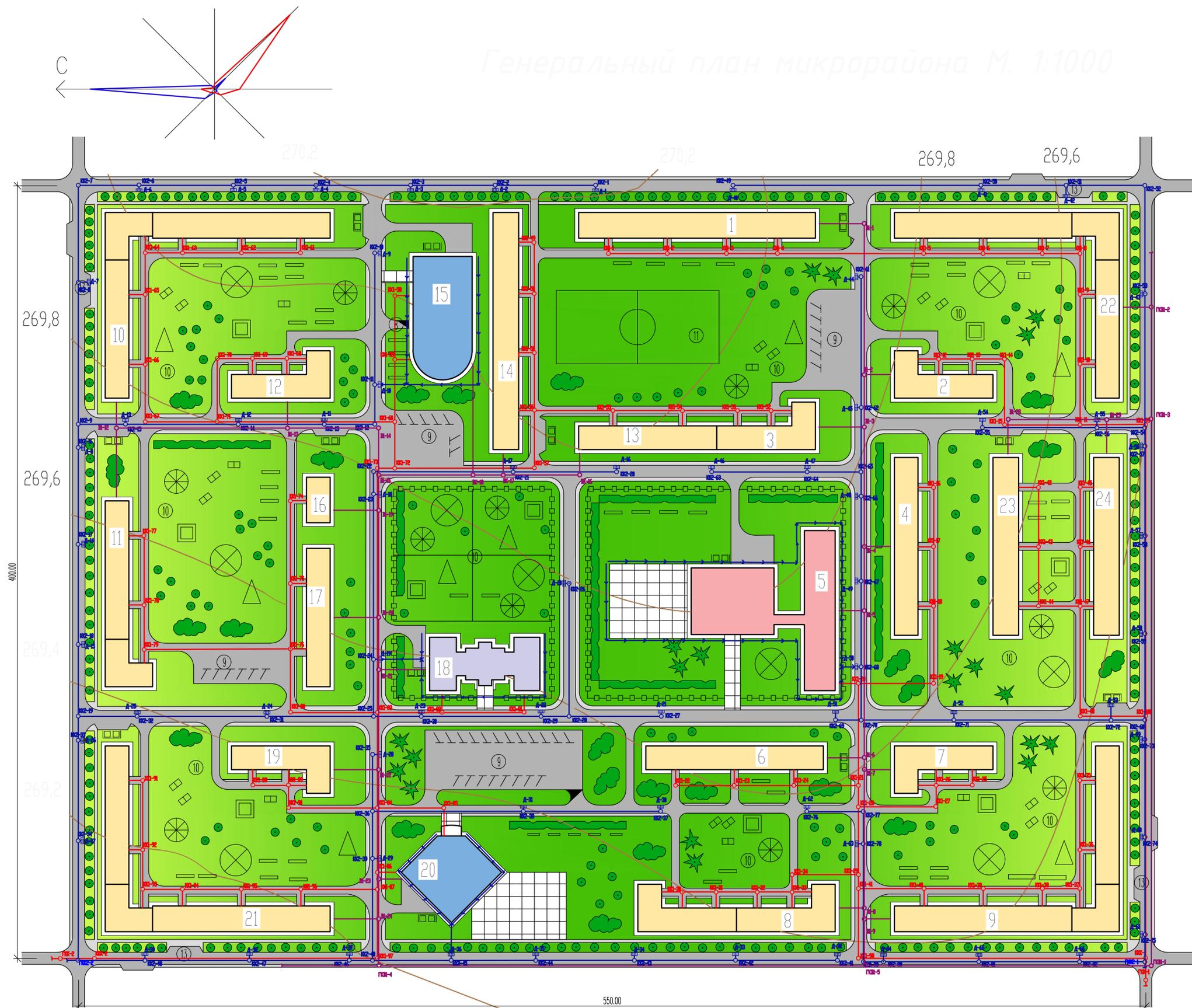
На основании исходных и рассчитанных параметров сделан предварительный выбор комплекта необходимых машин, механизмов и оборудования.

Составлен календарный план производства работ и график передвижения рабочей силы при строительстве данного участка трубопровода.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 2.04.01-85\* Внутренний водопровод и канализация зданий
2. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий
3. СНиП 2.04.03-85\* Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция
4. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85\* (утв. Приказом Минрегиона РФ № 636/11 от 29.12.2011).
5. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник./ Под ред. Б. Н. Репина. – М.: Высшая школа, 1995 г. -431 с.
6. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99\* (утв. Приказом Минрегиона РФ № 275 от 30 июня 2012).
7. ГОСТ21.604-82 Водоснабжение и канализация. Наружные сети. Издательство Стандартов, 1983.
8. ГОСТ 22689.0-89 «Трубы полиэтиленовые канализационные и фасонные части к ним». Государственный строительный комитет СССР, от 16.06.89 №93.
9. Борисов И.А. «Методы очистки сточных вод», 2008.
10. Приймак Л.В. Методические указания к выполнению контрольных, курсовых и выпускных квалификационных работ для студентов профиля подготовки 08.03.01.0006 – «Водоснабжение и водоотведение» / Приймак Л.В., Дубровская О.Г., 2015
11. СП 8.13130 2009. Системы противопожарной защиты
12. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84(с Изменениями № 1,2)

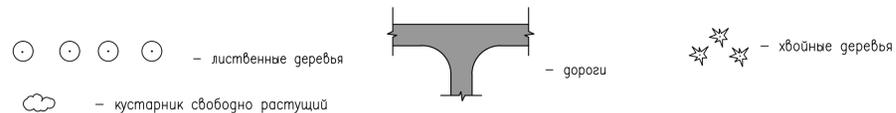
# Генеральный план микрорайона М. 1:1000



## Экспликация

№ здания по плану	Наименование	Материал стен, этажность	Примечание
1	Жилой дом 4-х подъездный	Пан. 5	U=320 чел., N=320 шт.
2	Жилой дом 3-х подъездный	Кирп. 12	U=576 чел., N=576 шт.
3	Жилой дом 3-х подъездный	Пан. 3	U=240 чел., N=240 шт.
4	Жилой дом 2-х подъездный	Кирп. 9	U=432 чел., N=432 шт.
5	Школа	Пан. 3	U=500 чел., N=54 шт.
6	Жилой дом 3-х подъездный	Кирп. 9	U=432 чел., N=432 шт.
7	Жилой дом 3-х подъездный	Кирп. 12	U=576 чел., N=576 шт.
8	Жилой дом 6-ти подъездный	Кирп. 12	U=1152 чел., N=1152 шт.
9	Жилой дом 6-ти подъездный	Пан. 12	U=864 чел., N=864 шт.
10	Жилой дом 6-ти подъездный	Пан. 12	U=1152 чел., N=1152 шт.
11	Жилой дом 3-х подъездный	Пан. 12	U=576 чел., N=576 шт.
12	Жилой дом 3-х подъездный	Пан. 12	U=576 чел., N=576 шт.
13	Жилой дом 2-х подъездный	Пан. 9	U=288 чел., N=288 шт.
14	Жилой дом 4-х подъездный	Кирп. 5	U=320 чел., N=320 шт.
15	Торговый центр	Кирп. 3	U=600 чел., N=32 шт.
16	Жилой дом 1 подъездный	Пан. 9	U=144 чел., N=144 шт.
17	Жилой дом 2-х подъездный	Пан. 9	U=288 чел., N=288 шт.
18	Детский сад	Кирп. 2	U=400 чел., N=68 шт.
19	Жилой дом 3-х подъездный	Пан. 12	U=576 чел., N=576 шт.
20	Торговый центр	Кирп. 3	U=200 чел., N=24 шт.
21	Жилой дом 6-ти подъездный	Пан. 12	U=1152 чел., N=1152 шт.
22	Жилой дом 6-ти подъездный	Кирп. 12	U=1152 чел., N=1152 шт.
23	Жилой дом 3-х подъездный	Пан. 9	U=432 чел., N=432 шт.
24	Жилой дом 3-х подъездный	Кирп. 9	U=432 чел., N=432 шт.

### Условные обозначения



Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

					БР 08.03.01.00.06-2017			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СФУ ИСИ	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Проб.					У		1:1000
					Лист		Листов	
					Кафедра ИСЭИС			
Н. контр.								
Зав. каф.	Сакаш Г.В.							



# Схема производства работ по прокладке трубопровода М 1:100

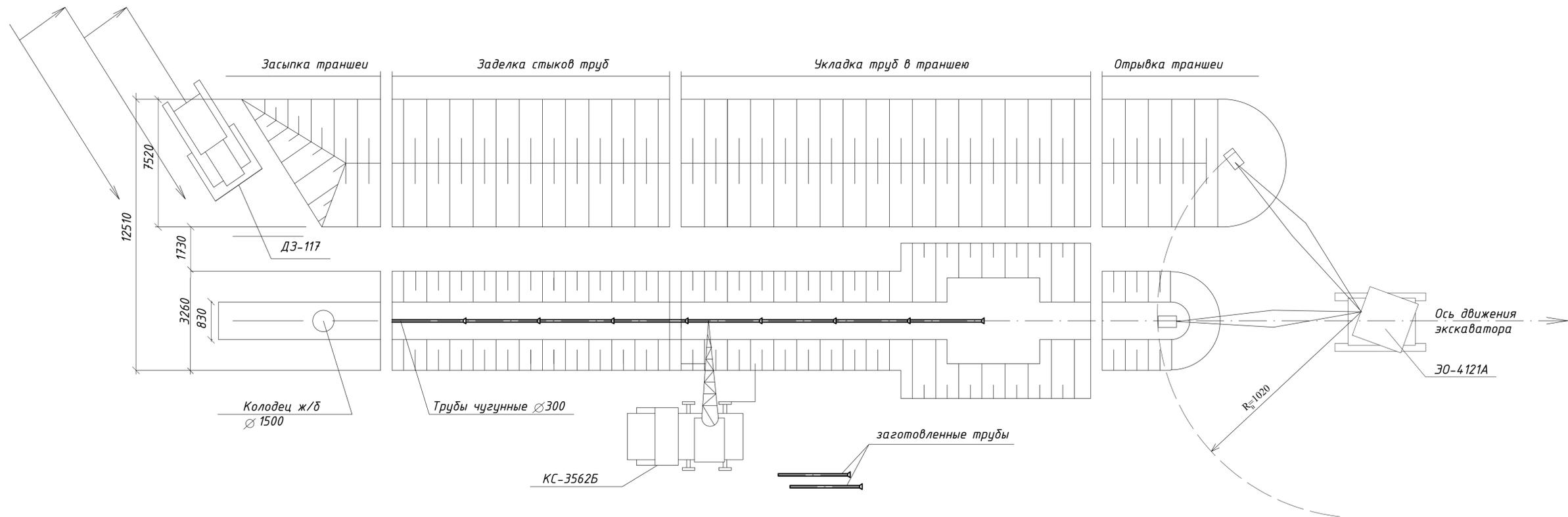


Схема разработки траншеи экскаватором М 1:100

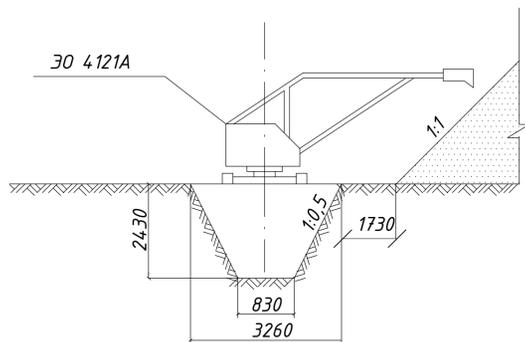


Схема засыпки траншеи бульдозером М 1:100

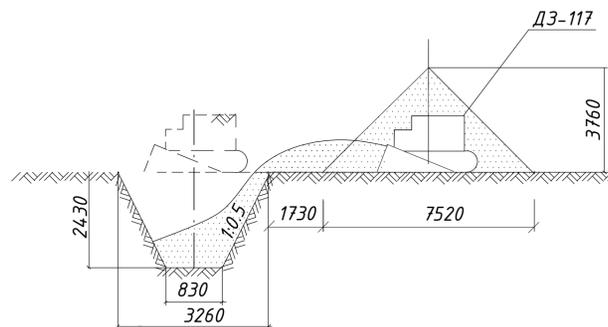


Схема укладки труб в траншею автокраном М 1:100

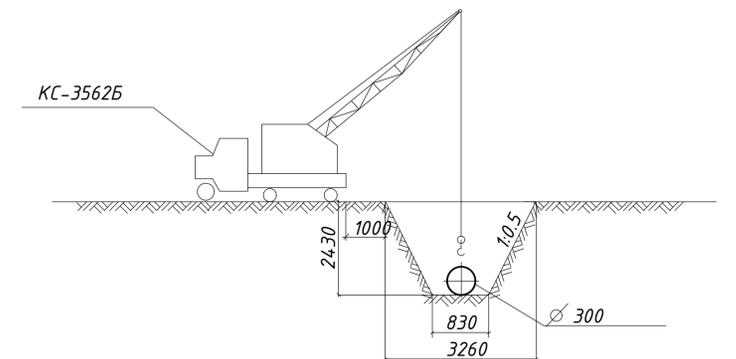
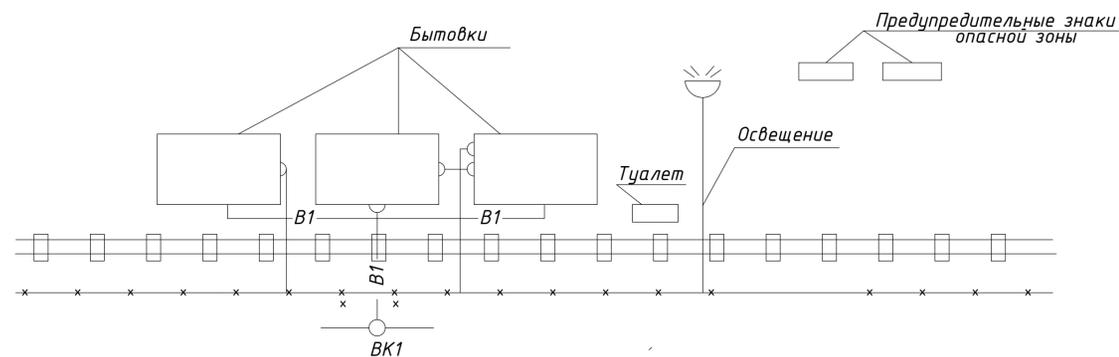
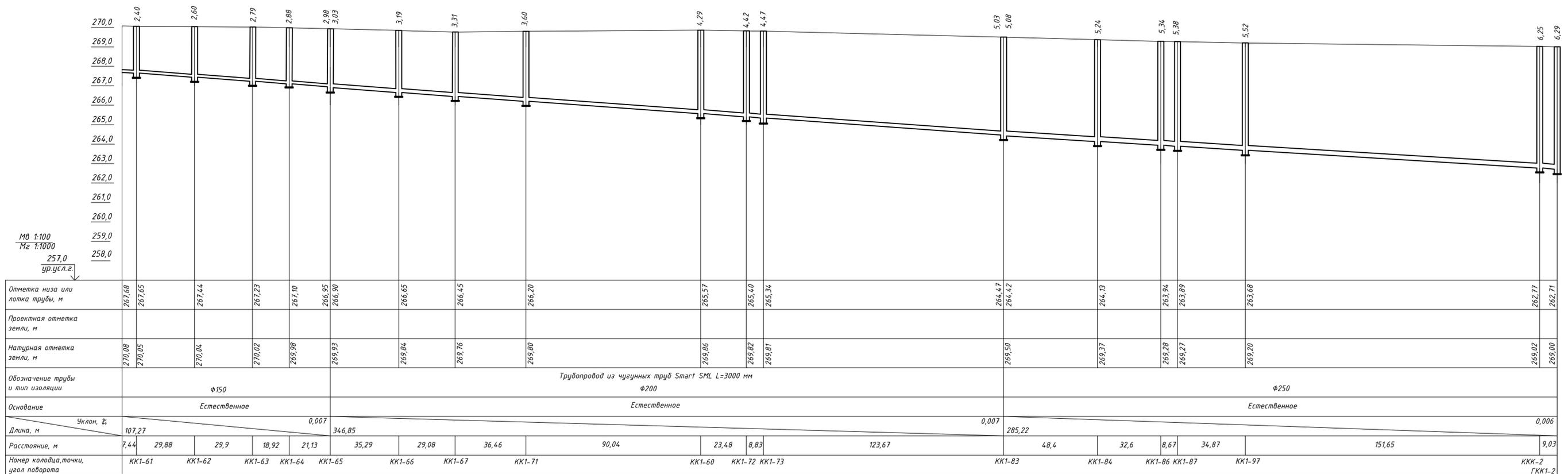


Схема размещения бытовых помещений М 1:200



				БР 08.03.01.00.06-2017			
Изм.	Лист	№докум	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.					У		1:100
Пров.					Лист		Листов
Н. контр.					Схема производства работ по прокладке трубопровода М 1:100		Кафедра ИСЗиС
Зав.каф.	Сакаш Г.В.						

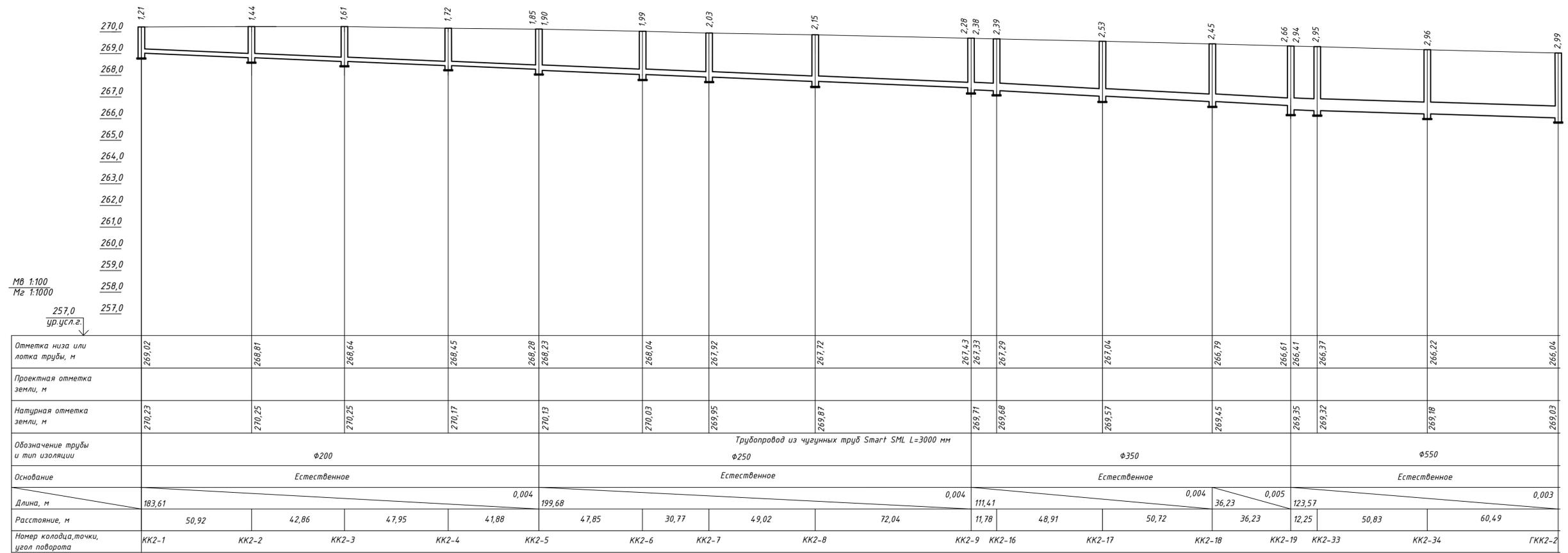
# Продольный профиль участка водоотводящей канализации К1 Мг 1:1000, МВ 1:100



Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. №

БР 08.03.01.00.06-2017					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.					
Проб.					
Н. контр.					
Зав. каф.		Сакаш Г.В.			
СФУ ИСИ					Лит.
Продольный профиль участка водоотводящей канализации К1 Мг 1:1000, МВ 1:100					Масштаб
Кафедра ИСЭИС					1:1000
					Лист
					Листов

# Продольный профиль участка водоотводящей канализации К1 Мг 1:1000, МВ 1:100



Изм. № подл. Подп. и дата Взам. инв. №

БР 08.03.01.00.06-2017				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проб.				
Н. контр.				
Зав. каф.	Сакаш Г.В.			
СФУ ИСИ			Лит.	Масса
Продольный профиль участка водоотводящей канализации К2 Мг 1:1000, МВ 1:100			у	1:1000
			Лист	Листов
			Кафедра ИСЭИС	