

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

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_А.И. Матюшенко  
подпись инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА**

20.03.02 Природообустройство и водопользование  
код и наименование направления

Система водоотведения посёлка  
и предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции

Пояснительная записка

Руководитель	_____	<u>доцент, к.т.н.</u>	<u>Л.В. Приймак</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Р.М. Ефимов</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	<u>доцент, к.т.н.</u>	<u>Л.В. Приймак</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2020

## **РЕФЕРАТ**

Выпускная квалификационная работа по теме «Система водоотведения поселка и предприятия сельскохозяйственного производства» содержит 49 страниц текстового документа, 5 использованных источников, 6 листов графического материала.

**ВОДООТВЕДЕНИЕ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, КАНАЛИЗАЦИОННАЯ НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, КОЛОДЕЦ, НАСОСНАЯ УСТАНОВКА.**

Объект ВКР – Система водоотведения поселка и предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции.

Цели ВКР:

- обеспечение системами водоотведения для поселка и предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции;
- рассмотреть организацию, устройство и прокладку сетей водоотведения жилого поселка с учётом действующих нормативных документов и справочной литературы.
- выполнить трассировку сетей водоотведения бытовых и поверхностных сточных вод жилого поселка.
- построить продольный профиль водоотводящей сети поверхностных сточных вод.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Система водоотведения посёлка.....	6
1.1 Назначение и устройство системы водоотведения посёлка.....	6
1.2 Трассировка наружной водоотводящей сети посёлка.....	6
1.3 Выбор труб для водоотводящей сети посёлка.....	7
1.4 Суммарный суточный расход бытовых сточных вод .....	7
1.5 Расчёт водоотводящей сети бытовых сточных вод.....	8
1.5.1 Расходы бытовых сточных вод на участках водоотводящей сети бытовой водоотводящей сети.....	10
1.5.2 Гидравлический и геодезический расчёты	13
1.6 Система водоотведения поверхностного стока.....	18
1.6.1 Расчёт объёмов поверхностного стока с территории жилого участка.....	18
1.6.2 Расчёт объемов поверхностного стока с территории жилого поселка.....	21
1.6.3. Расчёт расходов поверхностного стока с территории жилого поселка.....	23
1.6.4 Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети	
К2.....	25
1.7 Очистные сооружения бытовых сточных вод посёлка.....	29
1.7.1 Очистные сооружения для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод (Технология LBR) .....	29
1.8 Очистные сооружения поверхностного стока посёлка.....	30
1.9 Канализационная насосная станция.....	34
2. Оценка воздействия проектируемой системы водоотведения на окружающую природную среду.....	37
2.1 Характеристика проектируемого объекта.....	37
2.2 Характеристика приемника сточных вод.....	37
2.3 Расчет и обоснование требуемой глубины очистки.....	39
2.4 Технологическая схема обработки сточных вод.....	39
2.5 Описание технологического процесса.....	40
2.6 Оценка воздействия возвратных вод на качество воды в источнике..	40
2.7 Количество образующихся твердых отходов.....	41
2.8 Использование осадков в качестве удобрений.....	42
2.9 Жидкие отходы.....	43
2.10 Обустройство аварийных иловых площадок.....	44
2.11 Обоснование размера земельных участков.....	44
2.12 Перечень природоохранных предприятий.....	45
Заключение .....	46
Список сокращений.....	47
Список использованных источников.....	48

## **ВВЕДЕНИЕ**

Выпускная квалификационная работа посвящена расчётом систем водоотведения населенного пункта. Населенный пункт состоит из 67-х индивидуально-жилых строений. В поселке проживает 201 человек.

Участок расположен в Красноярском крае, общая площадь в границах землеотвода 11,8 га, с восточной стороны прилегает трасса М-53.

Абсолютные отметки поверхности земли на территории поселка от 200,0 до 210,0 м.

Коттеджный посёлок – пригородный или загородный сельский жилой комплекс, созданный согласно с Генеральным планом застройки и состоящий из домовладений, т.е. земельный участок и расположенный на нём дом, пригодный для проживания.

Коттеджи возводятся в соответствии с утвержденными проектами из газобетона. В основании домов заложена монолитная плита, стены облицованы кирпичом, либо оштукатурены по утеплителю, кровельное покрытие мягкое, крыши коттеджей выполнены по стропильной системе с утеплением. Проектом также предусмотрена установка двухкамерных металлопластиковых стеклопакетов в каждом коттедже.

Инженерное обеспечение коттеджного поселка включает в себя: электробеспечение мощностью от 10 кВт на домовладение, водоснабжение и водоотведение, центральное газоснабжение и благоустроенную двухполосную асфальтированную дорогу на внутренней территории поселка с выходом на основную трассу в Красноярске М-53.

Степень благоустройства – централизованная система водоотведения с внутренней канализацией, с ваннами.

На территории поселка находится предприятие по переработке сельскохозяйственной продукции.

К землям общего пользования относится территория, занятая дорогой, улицами, проездами, а также площадками и участками объектов общего пользования.

Для наружного водоотведения принятые трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом по ГОСТ 6942-98. Поставщик данного ряда выбранных труб ООО «СибГидро», официальный дилер ООО «ЛТК Свободный Сокол» в Сибирском федеральном округе.

По генеральному плану поселка площадка для размещения очистных сооружений предусмотрена в нижней точке рельефа участка. В связи с этим, проектом были предусмотрены канализационные насосные станции для перекачки бытовых и ливневых сточных вод к очистным сооружениям и прокладка напорных трубопроводов для перекачки сточных вод.

Очистные сооружения стоков для низко этажного строительства, такого, как коттеджного поселка, характеризуются локальностью, поскольку нет возможности подключиться к централизованной системе водоочистки. При помощи

современных локальных очистных сооружений достигается довольно-таки высокий уровень экологичности сточных вод, следовательно, в землю попадает уже фактически очищенная вода, которая не загрязнит ту среду, где размещён объект.

## **1. Система водоотведения населенного пункта**

### **1.1. Назначение и устройство системы водоотведения**

Система водоотведения – это комплекс инженерных сооружений, предназначенных для отвода сточных вод от потребителя, их последующей доставки к очистным системам и дальнейшего использования или возвращения в водоём.

Устранение сточных вод за пределы населенных пунктов и промышленных предприятий совершается, как правило, самотеком по трубам и каналам, поэтому их прокладывают с уклоном.

В современных городах устраивают централизованную систему водоотведения, состоящую из внутренних и наружных водоотводящих сетей, насосных станций и очистных сооружений.

Сооружения на канализационных сетях:

- камеры и колодцы;
- канализационные насосные станции;
- канализационные очистные сооружения.

Система водоотведения состоит из внутренних водоотводящих устройств зданий, наружной водоотводящей сети, насосных станций, напорных водоводов, сооружений для очистки сточных вод и утилизации осадков и выпусков в водоем.

Объектами водоотведения на территории населенного пункта являются жилые и общественные здания, а также промышленные предприятия.

Система водоотведения принимается раздельная полная. Она имеет две закрытые водоотводящие сети для отведения бытовых и производственных стоков, а также дождевых сточных вод, которые собираются в дождеприемники и отводятся в водоотводящую систему.

Исходя из рельефа местности, принята пересеченная схема водоотводящих сетей.

### **1.2. Трассировка наружной водоотводящей сети**

Трассировку сети начинают с разбивки территории объекта на бассейны водоотведения. Трассировку ведут в следующей последовательности: сначала трассируют главный и отводящий коллекторы, затем коллекторы бассейнов водоотведения и в последнюю очередь – уличную сеть.

Водоотводящие сети устраивают, как правило, с уклонами, близкими к уклонам поверхности земли, и сточные воды отводятся в сторону пониженной части бассейна водоотведения. Главные коллекторы трассируются по набережным рек и ручьев, по тальвегам. В пределах застройки главные коллекторы трассируют по проездам.

### **1.3. Выбор материала труб наружной водоотводящей сети**

Выбор труб для строительства водоотводящих сетей определяется геологическими и гидрогеологическими условиями, объёмом сточных вод, качественным и количественным составом загрязнений.

Материалы, которые применяются для изготовления труб, должны удовлетворять строительным, технологическим и экономическим требованиям.

Для наружного водоотведения приняты трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом по ГОСТ 6942-98. Поставщик данного ряда выбранных труб ООО «СибГидро», официальный дилер ООО «ЛТК Свободный Сокол» в Сибирском федеральном округе; адрес: Россия, 660062, г. Красноярск, пер. Телевизорный, дом 5, тел +7(391)250-91-66, +7(391)246-94-97, e-mail: [silen@elektromir.ru](mailto:silen@elektromir.ru).

Технические характеристики:

- рассчитаны на 80-100 лет гарантированной работы;
- обеспечивают высокую технологичность прокладки и монтажа;
- отличаются отсутствием коррозии, зарастания поверхности труб и сохраняют высокое качество транспортируемой воды;
- ударная прочность, пластичность, хладостойкость;
- обладают высокой стойкостью при изменениях рабочего давления до 550 Н/мм<sup>2</sup>;
- обеспечивают высокую экономическую эффективность коммуникаций за счет снижения затрат на прокладку и эксплуатацию трубопроводов.

### **1.4. Суммарный суточный расход сточных вод**

Средний суточный расход бытовых сточных вод рассчитывается согласно СП 32.13330.2018:

$$Q_{cp}^{cym} = \frac{q_{ж} \cdot N_{ж}}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.1)$$

где  $q_{ж}$  – удельная норма водоотведения на чел., принимается согласно СП 32.13330.2018, л/сут;

$N_{ж}$  – число жителей населённого пункта, чел.

$$Q_{cp}^{cут} = \frac{210 \cdot 201}{1000} = 44,22 \text{ м}^3/\text{сут}$$

## 1.5. Расходы сточных вод на участках водоотводящей сети

Расходы бытовых сточных вод от жилых и общественных зданий, расположенных на территории посёлка рассчитываются для определения диаметров труб бытовой канализации, а также для проведения гидравлического и геодезического расчетов.

Расчёт расходов сточных вод выполнен согласно методике, приведённой в СП 30.13330.2016 (п. 8.2).

На территории населенного пункта расположены:

– 67 индивидуальных жилых строений. Проектная заселенность (количество потребителей)  $U = 3$  человека на одном индивидуальном участке. Общее количество санитарно-технических приборов  $N = 6$  (2 умывальника со смесителем, мойка со смесителем, ванная со смесителем оборудованная душем, 2 унитаза со смывным бочком); общее количество санитарно-технических приборов – 402 шт.;

– Предприятие сельскохозяйственного производства. Количество работников в смену  $U = 30$ . Общее количество санитарно-технических приборов  $N = 10$ .

Расчет расходов сточных вод производится согласно СП 30.13330.2016, п. 8.2.

Для горизонтальных отводных трубопроводов системы канализации расчетным расходом является расход  $q^{sL}$ , л/с, значение которого вычисляют в зависимости от числа санитарно-технических приборов  $N$ , присоединенных к проектируемому участку сети, и длины этого участка трубопровода  $L$ , м по формуле

$$q^{sL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s q_0^{s,2}, \text{ л/с} \quad (1.2)$$

где  $q_{hr}^{tot}$  – максимальный часовой расход сточной воды, используется согласно СП 30.13330.2016 (п. 5.2.2.3), м<sup>3</sup>/ч;

$K_s$  – коэффициент (СП 30.13330.2016, табл. 3);

$q^{s,2}$  – расход от заполненной ванны емкостью 150-180 л выпуском диаметром 40-50 мм; согласно СП 30.13330.2016 (прил. А, табл. А1) для ванны со смесителем (в том числе общим для ванн и умывальника) принимается равным 0,8 л/с.

Максимальный часовой расход бытовой сточной воды:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{0,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.5)$$

где  $q_{0,hr}^{tot}$  – часовой расход сточных вод, величина которого при одинаковых водопотребителях принимается в соответствии с СП 30.13330.2016 (прил. А табл. А.1); для ванны со смесителем 300 л/с;

$\alpha_{hr}$  – коэффициент, определяемый в соответствии с таблицами Б.1 и Б.2 в зависимости от общего числа приборов  $N$  и вероятности их действия  $P$  на расчетном участке.

Вероятность действия приборов для жилого здания, обслуживающего одинаковых потребителей (СП 30.13330.2016, п. 5.2.2.7), определяется по формуле

$$P = \frac{q_{hr,u}^{\text{tot}} \cdot U}{3600 \cdot q_0^{\text{tot}} \cdot N} \quad (1.6)$$

где  $q_{hr,u}^{\text{tot}}$  – норма расхода сточных вод одним потребителем в час наибольшего водопотребления; принимается согласно СП 30.13330.2016, прил. А, табл. А2, 11,6 л/ч для жилых зданий оборудованными внутренним водопроводом и канализацией, с ванными и местными водонагревателями;

$U$  – общее число потребителей, чел.;

$q_0^{\text{tot}}$  – секундный расход сточных вод прибора, л/с; принимается для санитарно-технического устройства с максимальным водопотреблением согласно СП 30.13330.2016, прил. А, табл. А1 (0,3 – поливочный кран);

$N$  – общее число приборов в здании, обслуживающих  $U$  потребителей, шт.

$$P = \frac{11,6 \cdot 201}{3600 \cdot 0,3 \cdot 402} = 0,0054$$

Расчет расходов сточных вод на участках водоотводящей сети представлен в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Расчет расходов бытовых сточных вод на участках водоотводящей сети

№ участка	Длина уч-ка <i>L</i> , м	Число приборов <i>N</i> , шт.	<i>P</i>	<i>N·P</i>	$\alpha$	Максимальный часовой расход сточной воды, $q_{hr}^{tot}$ , м <sup>3</sup> /ч	Коэффициент <i>Ks</i>	Расход сточных вод от прибора с максимальным водоотведением $q^{s,2}$ , л/с	Расчетный расход сточных вод $q^{sL}$ , л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KK1-1-KK1-2	25,49	6	0,0054	0,0324	0,241	11,6	0,33	0,8	4,59
KK1-2-KK1-3	24,93	2	0,0054	0,0108	0,202	11,6	0,34	0,8	4,6
KK1-3-KK1-4	24,08	18	0,0054	0,0972	0,341	11,6	0,37	0,8	4,63
KK1-4-KK1-5	47,06	24	0,0054	0,1296	0,367	11,6	0,29	0,8	4,56
KK1-5-KK1-6	25,88	30	0,0054	0,162	0,41	11,6	0,37	0,8	4,63
KK1-6-KK1-7	27,59	36	0,0054	0,1944	0,444	11,6	0,39	0,8	4,64
KK1-7-KK1-8	25,46	42	0,0054	0,2268	0,467	11,6	0,39	0,8	4,64
KK1-8-KK1-9	33,45	48	0,0054	0,2592	0,502	11,6	0,381	0,8	4,63
KK1-9-KK1-10	33,14	48	0,0054	0,2592	0,502	11,6	0,38	0,8	4,63
KK1-10-KK1-11	22,12	54	0,0054	0,2916	0,526	11,6	0,428	0,8	4,67
KK1-11-KK1-14	26,75	60	0,0054	0,324	0,55	11,6	0,396	0,8	4,65
KK1-12-KK1-13	27,77	12	0,0054	0,0648	0,298	11,6	0,33	0,8	4,59
KK1-13-KK1-14	59,99	24	0,0054	0,1296	0,378	11,6	0,274	0,8	4,55
KK1-14-KK1-15	21,5	84	0,0054	0,4536	0,645	11,6	0,468	0,8	4,7
KK1-15-KK1-16	21,38	90	0,0054	0,486	0,665	11,6	0,477	0,8	4,71
KK1-16-KK1-17	23,93	96	0,0054	0,5184	0,692	11,6	0,484	0,8	4,72
KK1-17-KK1-18	50,7	102	0,0054	0,5508	0,717	11,6	0,37	0,8	4,62
KK1-18-KK1-19	19,34	102	0,0054	0,5508	0,717	11,6	0,52	0,8	4,74
KK1-19-KK1-20	24,28	108	0,0054	0,5832	0,73	11,6	0,345	0,8	4,6
KK1-20-KK1-21	26,09	114	0,0054	0,6156	0,755	11,6	0,481	0,8	4,71
KK1-21-KK1-22	28,76	120	0,0054	0,648	0,767	11,6	0,466	0,8	4,7
KK1-22-KK1-23	27,03	126	0,0054	0,6804	0,791	11,6	0,491	0,8	4,72

Продолжение таблицы 1.1

№ участка	Длина уч-ка <i>L</i> , м	Число прибо-ров <i>N</i> , шт	<i>P</i>	<i>N*P</i>	$\alpha$	Максимальный часовой расход сточной воды $q_{hr}^{tot}$ , м <sup>3</sup> /ч	Коэффициент <i>Ks</i>	Расход сточных вод от прибора с максимальным водоотведением $q^{s,2}$ , л/с	Расчетный расход сточных вод $q^{sL}$ , л/с
KK1-23-KK1-32	23,36	132	0,0054	0,7128	0,815	11,6	0,496	0,8	4,73
KK1-24-KK1-25	23,08	6	0,0054	0,0324	0,241	11,6	0,345	0,8	4,6
KK1-25-KK1-26	21,76	18	0,0054	0,0972	0,341	11,6	0,375	0,8	4,63
KK1-26-KK1-27	20,52	30	0,0054	0,162	0,41	11,6	0,395	0,8	4,64
KK1-27-KK1-28	21,54	42	0,0054	0,2268	0,476	11,6	0,413	0,8	4,66
KK1-28-KK1-29	28,65	54	0,0054	0,2916	0,526	11,6	0,389	0,8	4,64
KK1-29-KK1-30	21,55	66	0,0054	0,3564	0,573	11,6	0,445	0,8	4,68
KK1-30-KK1-31	22,93	78	0,0054	0,4212	0,624	11,6	0,461	0,8	4,7
KK1-31-KK1-32	52,56	90	0,0054	0,486	0,672	11,6	0,36	0,8	4,62
KK1-32-KK1-33	22,98	222	0,0054	1,1988	1,071	11,6	0,588	0,8	4,8
KK1-33-KK1-34	22,68	228	0,0054	1,2312	1,096	11,6	0,592	0,8	4,8
KK1-34-KK1-35	26,46	234	0,0054	1,2636	1,12	11,6	0,577	0,8	4,79
KK1-35-KK1-36	25,68	240	0,0054	1,296	1,12	11,6	0,582	0,8	4,79
KK1-36-KK1-45	23,25	246	0,0054	1,3284	1,144	11,6	0,587	0,8	4,8
KK1-37-KK1-38	23,7	6	0,0054	0,0324	0,241	11,6	0,345	0,8	4,6
KK1-38-KK1-39	21,72	12	0,0054	0,0648	0,295	11,6	0,36	0,8	4,62
KK1-39-KK1-40	21,08	18	0,0054	0,0972	0,341	11,6	0,375	0,8	4,63
KK1-40-KK1-41	22,97	24	0,0054	0,1296	0,378	11,6	0,38	0,8	4,63
KK1-41-KK1-42	24,45	36	0,0054	0,1944	0,439	11,6	0,4	0,8	4,65

Окончание таблицы 1.1

№ участка	Длина уч-ка <i>L</i> , м	Число прибо-ров <i>N</i> , шт	<i>P</i>	<i>N*P</i>	$\alpha$	Максимальный часовой расход сточной воды $q_{hr}^{tot}$ , м <sup>3</sup> /ч	Коэффициент <i>Ks</i>	Расход сточных вод от прибора с максимальным водоотведением $q^{s,2}$ , л/с	Расчетный расход сточных вод $q^L$ , л/с
KK1-42-KK1-43	22,81	48	0,0054	0,2592	0,502	11,6	0,421	0,8	4,67
KK1-43-KK1-44	23,62	60	0,0054	0,324	0,55	11,6	0,347	0,8	4,61
KK1-44-KK1-45	52,45	72	0,0054	0,3888	0,602	11,6	0,342	0,8	4,6
KK1-45-KK1-46	24,82	318	0,0054	1,7172	1,306	11,6	0,644	0,8	4,84
KK1-46-KK1-47	22,69	324	0,0054	1,7496	1,328	11,6	0,669	0,8	4,86
KK1-47-KK1-48	27,37	330	0,0054	1,782	1,35	11,6	0,654	0,8	4,85
KK1-48-KK1-49	30,07	336	0,0054	1,8144	1,35	11,6	0,639	0,8	4,84
KK1-49-KK1-50	14,34	336	0,0054	1,8144	1,35	11,6	0,737	0,8	4,92
KK1-50-KK1-51	26,12	342	0,0054	1,8468	1,372	11,6	0,664	0,8	4,86
KK1-51-KK1-52	23,06	348	0,0054	1,8792	1,372	11,6	0,688	0,8	4,88
KK1-52-KK1-53	17,91	354	0,0054	1,9116	1,394	11,6	0,717	0,8	4,9
KK1-53-KK1-61	61,38	364	0,0054	1,9656	1,416	11,6	0,588	0,8	4,8
KK1-54-KK1-55	23,45	6	0,0054	0,0324	0,241	11,6	0,345	0,8	4,61
KK1-55-KK1-56	85,31	12	0,0054	0,0648	0,295	11,6	0,24	0,8	4,525
KK1-56-KK1-57	27,58	18	0,0054	0,0972	0,341	11,6	0,335	0,8	4,6
KK1-57-KK1-58	20,94	24	0,0054	0,1296	0,367	11,6	0,38	0,8	4,64
KK1-58-KK1-59	23,75	30	0,0054	0,162	0,41	11,6	0,395	0,8	4,65
KK1-59-KK1-60	25	36	0,0054	0,1944	0,444	11,6	0,385	0,8	4,64
KK1-60-KK1-61	24,95	42	0,0054	0,2268	0,467	11,6	0,413	0,8	4,66
KK1-61-KHC	91,92	412	0,0054	2,2248	1,521	11,6	0,556	0,8	4,78

## **1.6. Гидравлический и геодезический расчеты наружной водоотводящей сети посёлка**

Целью гидравлического расчёта водоотводящей сети представляет собой определение диаметра труб основных гидравлических параметров движения сточных вод.

Режим движения сточных вод – самотечный.

Диаметр трубопровода  $d$  и гидравлические параметры движения сточных вод: уклон  $i$  скорость  $v$  наполнение  $h/d$  заполняются с помощью таблиц Лукиных по максимальному расходу сточных вод  $q_{\max}$ . Согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.3) уклон наружной сети с трубами диаметром 100 мм принят  $i = 0,02$ .

Слой воды в трубе определяется исходя из принятого наполнения:

$$h = \frac{h}{d} \cdot d, \text{ м.} \quad (1.3)$$

где  $h$  – рабочая глубина потока сточных вод, м;

$d$  – диаметр поперечного сечения, м.

Падение на участке сети определяется по формуле

$$\Delta h = i \cdot l, \text{ м} \quad (1.4)$$

где  $i$  – гидравлический уклон на участке;

$l$  – длина участка, м.

Геодезический расчет водоотводящей сети выполняется с целью определения отметок лотков труб и глубины заложения трубопроводов.

Соединение труб различных диаметров в колодцах принято по штыгам.

Отметки поверхности земли  $Z_{\text{п.з}}$  в начале и конце участка определяются по генплану населенного пункта.

Отметки поверхности воды в начале и конце участка определяются по формулам

$$Z_B^H = Z_L^H + h, \text{ м} \quad (1.5)$$

$$Z_B^K = Z_L^K + h, \text{ м.} \quad (1.6)$$

где  $h$  – слой воды в трубе, м.

$Z_L^H$  – начальная отметка лотка трубы, м;

$Z_L^K$  – конечная отметка лотка трубы, м.

Отметка лотка трубы в диктующей точке определяется по формуле

$$Z_{\pi}^{\Delta} = Z_{\pi}^H = Z_3^{\Delta} - H_{\text{нач}} , \text{ м.} \quad (1.7)$$

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

Начальная глубина заложения уличной сети определена с учетом возможности присоединения канализуемых объектов и надлежит ее предохранить от промерзания по формуле

$$H_{\text{нач}} = h_{\min} + i \cdot l + \Delta d, \text{ м.} \quad (1.8)$$

где  $h$  – глубина заложения лотка канализационной трубы в месте пересечения стены жилого дома, м;

$i$  – уклон выпуска;

$L$  – длина наружной сети, м;

$\Delta d$  – разница диаметров наружной сети и выпуска, м.

Минимальная глубина заложения лотка канализационных трубопроводов для труб диаметром 150 мм и 200 мм используется на 0,3 м меньше глубины промерзания грунта и вычисляется по формуле:

$$h_{\min} = H_{\text{пр}} - 0,3, \text{ м} \quad (1.9)$$

где  $h_{\text{пр}}$  – глубина промерзания грунта; для Красноярского края (г. Красноярск) 2,7 м.

$$h_{\min} = 2,7 - 0,3 = 2,4 \text{ м}$$

Отметка лотка в начале второго и всех последующих участков определяется по формуле

$$Z_{\pi}^H = Z_{\pi}^K - \Delta D, \text{ м.} \quad (1.10)$$

где  $\Delta D$  – разница в диаметрах труб рассчитываемого и предыдущего участков, м.

Отметка лотка в конце любого участка сети:

$$Z_{\pi}^K = Z_{\pi}^H - \Delta h, \text{ м.} \quad (1.11)$$

где  $\Delta h$  – падение трубопровода, м.

Глубина заложения трубы равна разнице отметок поверхности земли ( $Z_{\pi}$ ) и лотка ( $Z_{\pi}$ ) соответственно начала и конца трубы.

Максимальная глубина заложения трубопроводов при открытом способе производства работ диктуется гидрогеологическими, техническими и экономическими требованиями.

Гидравлический и геодезический расчет представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Гидравлический и геодезический расчеты бытовой водоотводящей сети посёлка

№ участка	Длина участка, l, м	Максимальный расход сточных вод $q_{\max}$ , л/с	Диаметр трубы, d, мм	Уклон, i	Скорость движения сточных вод, v, м/с	Наполнение		Падение на участке сети, $\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
						Наполнение, h/d	Слой воды, h, м		Поверхность земли, $Z_{п.з.}$	Поверхность воды, $Z_w$	Лотка трубы, $Z_l$	Начало	Конец	Начало	Конец	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
KK1-1-KK1-2	25,49	1,94	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,51	209,50	209,00	207,04	206,53	207,00	206,49	2,50	2,51
KK1-2-KK1-3	24,93	2,03	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,50	209,00	208,60	206,53	206,03	206,49	205,99	2,51	2,61
KK1-3-KK1-4	24,08	2,10	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,48	208,60	208,20	206,03	205,55	205,99	205,51	2,61	2,69
KK1-4-KK1-5	47,06	2,17	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,94	208,20	207,20	205,55	204,61	205,51	204,57	2,69	2,63
KK1-5-KK1-6	25,88	2,22	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,52	207,20	206,80	204,61	204,09	204,57	204,05	2,63	2,75
KK1-6-KK1-7	27,59	2,27	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,55	206,80	206,30	204,09	203,54	204,05	203,50	2,75	2,80
KK1-7-KK1-8	25,46	2,32	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,51	206,30	205,90	203,54	203,04	203,50	202,99	2,80	2,91
KK1-8-KK1-9	33,45	2,37	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,67	205,90	205,50	203,04	202,37	202,99	202,32	2,91	3,18
KK1-9-KK1-10	33,14	2,37	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,66	205,50	204,70	202,37	201,70	202,32	201,66	3,18	3,04
KK1-10-KK1-11	22,12	2,42	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,44	204,70	204,15	201,70	201,26	201,66	201,22	3,04	2,93
KK1-11-KK1-14	26,75	2,46	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,54	204,15	203,50	201,26	200,73	201,22	200,68	2,93	2,82
KK1-12-KK1-13	27,77	2,03	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,56	203,90	203,80	201,44	200,88	201,40	200,84	2,50	2,96
KK1-13-KK1-14	59,99	2,17	100	0,02	0,79	0,40	0,04	1,20	203,80	203,50	200,88	199,68	200,84	199,64	2,96	3,86
KK1-14-KK1-15	21,5	2,62	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,43	203,50	202,95	199,69	199,26	199,64	199,21	3,86	3,74
KK1-15-KK1-16	21,38	2,66	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,43	202,95	202,50	199,26	198,83	199,21	198,79	3,74	3,71
KK1-16-KK1-17	23,93	2,69	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,48	202,50	202,00	198,83	198,35	198,79	198,31	3,71	3,69
KK1-17-KK1-18	50,7	2,73	100	0,02	0,83	0,45	0,045	1,01	202,00	200,50	198,35	197,34	198,31	197,29	3,69	3,21
KK1-18-KK1-19	19,34	2,73	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,39	200,50	200,70	197,34	196,95	197,29	196,91	3,21	3,79

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
KK1-19-KK1-20	24,28	2,76	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,49	200,70	200,80	196,95	196,47	196,91	196,42	3,79	4,38
KK1-20-KK1-21	26,09	2,80	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,52	200,80	201,00	196,47	195,95	196,42	195,90	4,38	5,10
KK1-21-KK1-22	28,76	2,84	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,58	201,00	201,50	195,95	195,37	195,90	195,33	5,10	6,17
KK1-22-KK1-23	27,03	2,87	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,54	201,50	201,50	195,37	194,83	195,33	194,78	6,17	6,72
KK1-23-НУ	23,36	2,90	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,47	201,50	201,20	194,83	194,36	194,78	194,32	6,72	6,88
KK1-24-KK1-25	23,08	1,94	100	0,03	0,90	0,35	0,035	0,69	206,30	205,60	203,84	203,14	203,80	203,11	2,50	2,49
KK1-25-KK1-26	21,76	2,10	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,44	205,60	205,15	203,15	202,71	203,11	202,67	2,49	2,48
KK1-26-KK1-27	20,52	2,22	100	0,03	0,96	0,40	0,04	0,62	205,15	204,60	202,71	202,10	202,67	202,06	2,48	2,54
KK1-27-KK1-28	21,54	2,32	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,43	204,60	204,20	202,10	201,67	202,06	201,63	2,54	2,57
KK1-28-KK1-29	28,65	2,42	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,57	204,20	203,50	201,67	201,10	201,63	201,05	2,57	2,45
KK1-29-KK1-30	21,55	2,50	100	0,03	0,96	0,40	0,04	0,65	203,50	203,00	201,09	200,45	201,05	200,41	2,45	2,59
KK1-30-KK1-31	22,93	2,58	100	0,03	0,96	0,40	0,04	0,69	203,00	202,50	200,45	199,76	200,41	199,72	2,59	2,78
KK1-31-НУ1	52,56	2,66	100	0,03	0,96	0,40	0,04	1,58	202,50	201,20	199,76	198,18	199,72	198,14	2,78	3,06
НУ1-KK1-33	22,98	3,35	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,46	201,20	201,25	198,19	198,70	198,14	197,68	2,5	3,57
KK1-33-KK1-34	22,68	3,38	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,45	201,25	201,30	197,73	197,27	197,68	197,23	3,57	4,07
KK1-34-KK1-35	26,46	3,40	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,53	201,30	201,30	197,27	196,74	197,23	196,70	4,07	4,60
KK1-35-KK1-36	25,68	3,44	100	0,02	0,90	0,55	0,055	0,51	201,30	201,50	196,75	196,24	196,70	196,19	4,60	5,31
KK1-36-НУ2	23,25	3,47	100	0,02	0,90	0,55	0,055	0,47	201,50	201,50	196,24	195,78	196,19	195,72	5,31	5,78
KK1-37-KK1-38	23,7	1,94	100	0,03	0,90	0,35	0,035	0,71	206,70	205,95	204,24	203,52	204,20	203,49	2,50	2,46
KK1-38-KK1-39	21,72	2,03	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,43	205,95	205,50	203,53	203,09	203,49	203,05	2,46	2,45
KK1-39-KK1-40	21,08	2,10	100	0,03	0,90	0,35	0,035	0,63	205,50	204,95	203,09	202,46	203,05	202,42	2,45	2,53
KK1-40-KK1-41	22,97	2,17	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,46	204,95	204,40	202,46	202,00	202,42	201,96	2,53	2,44
KK1-41-KK1-42	24,45	2,27	100	0,03	0,96	0,40	0,04	0,73	204,40	203,80	202,00	201,27	201,96	201,23	2,44	2,57
KK1-42-KK1-43	22,81	2,37	100	0,03	0,96	0,40	0,04	0,68	203,80	203,30	201,27	200,59	201,23	200,55	2,57	2,76
KK1-43-KK1-44	23,62	2,46	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,47	203,30	202,70	200,59	200,12	200,55	200,07	2,76	2,63
KK1-44-НУ2	52,45	2,54	100	0,02	0,83	0,45	0,045	1,05	202,70	201,50	200,12	199,07	200,07	199,02	2,63	2,5
НУ2-KK1-46	24,82	3,78	100	0,02	0,90	0,55	0,055	0,50	201,50	201,40	199,08	198,58	195,72	198,53	2,5	2,87
KK1-46-KK1-47	22,69	3,80	100	0,02	0,90	0,55	0,055	0,45	201,40	201,20	198,58	198,13	198,53	198,07	2,87	3,13

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
KK1-47-KK1-48	27,37	3,75	100	0,02	0,90	0,55	0,055	0,55	201,20	201,10	198,13	197,58	198,07	197,53	3,13	3,57
KK1-48-KK1-49	30,07	3,85	100	0,02	0,90	0,55	0,055	0,60	201,10	200,80	197,58	196,98	197,53	196,92	3,57	3,88
KK1-49-KK1-50	14,34	3,85	100	0,02	0,90	0,55	0,055	0,29	200,80	200,90	196,98	196,69	196,92	196,64	3,88	4,26
KK1-50-KK1-51	26,12	3,87	100	0,02	0,90	0,55	0,055	0,52	200,90	201,00	196,69	196,17	196,64	196,12	4,26	4,88
KK1-51-KK1-52	23,06	3,90	100	0,02	0,90	0,55	0,055	0,46	201,00	201,30	196,17	195,71	196,12	195,65	4,88	5,65
KK1-52-KK1-53	17,91	3,92	100	0,02	0,90	0,55	0,055	0,36	201,30	201,50	195,71	195,35	195,65	195,30	5,65	6,20
KK1-54-KK1-55	23,45	1,94	100	0,03	0,90	0,35	0,035	0,70	208,35	207,60	205,89	205,18	205,85	205,15	2,50	2,45
KK1-55-KK1-56	85,31	2,03	100	0,03	0,90	0,35	0,035	2,56	207,60	206,05	205,18	202,62	205,15	202,59	2,45	3,46
KK1-56-KK1-57	27,58	2,10	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,55	206,05	205,40	202,63	202,08	202,59	202,04	3,46	3,36
KK1-57-KK1-58	20,94	2,17	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,42	205,40	204,80	202,08	201,66	202,04	201,62	3,36	3,18
KK1-58-KK1-59	23,75	2,22	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,48	204,80	204,40	201,66	201,18	201,62	201,14	3,18	3,26
KK1-59-KK1-60	25	2,27	100	0,02	0,79	0,40	0,04	0,50	204,40	203,70	201,18	200,68	201,14	200,64	3,26	3,06
KK1-60-KK1-61	24,95	2,32	100	0,02	0,83	0,45	0,045	0,50	203,70	203,05	200,69	200,19	200,64	200,14	3,06	2,91
KK1-61- KK1-53	91,92	4,13	100	0,02	0,93	0,60	0,06	1,84	203,05	201,30	200,20	198,36	200,14	198,30	2,91	3,00
KK1-53-KHC	61,38	3,94	100	0,02	0,90	0,55	0,055	1,23	201,30	200,70	195,35	194,12	195,30	194,07	6,00	6,63

## 1.6 Водоотведение поверхностного стока

### 1.6.1 Расчёт объёмов поверхностного стока с территории жилого участка

Жилой участок общей площадью 0,13 га (0,014 га площадь кровли, 0,0026 га площадь дорог и асфальтобетонных покрытий, 0,1114 площадь газонов, площадь брусчатые мостовые и щебеночные покрытия 0,002) находится в Красноярском крае, г. Красноярск.

Среднегодовой объем поверхностного стока  $W$  ( $\text{м}^3$  год), образующегося на владении предприятия в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожного покрытия, определён как сумма объемов дождевых  $W_d$ , талых  $W_t$  и поливомоечных  $W_m$  сточных вод.

$$W_r = W_d + W_t + W_m, \text{ м}^3 \quad (2.1)$$

где  $W_d$ ,  $W_t$ ,  $W_m$  – среднегодовые объемы дождевых, талых и поливомоечных вод соответственно,  $\text{м}^3$ .

Объем дождевого стока  $W_d$  при высоте слоя осадков за теплый период года (апрель – октябрь)  $h_d = 367 \text{ мм}$ .

Общий коэффициент стока дождевых вод  $\Psi_d$  рассчитан как средневзвешенная величина с учётом частных значений  $\Psi_{di}$  для площадей стока с различным видом поверхности:

$$\Psi_d = \frac{\sum(\Psi_{di} \cdot F_i)}{F} \quad (2.2)$$

где  $\Psi_{di}$  – частное значение коэффициента дождевого стока;

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

$F$  – площадь поверхности стока, га.

$$\Psi_d = \frac{0,7 \cdot 0,014 + 0,7 \cdot 0,0026 + 0,1 \cdot 0,1114 + 0,1 \cdot 0,002}{0,13} = 0,18$$

Среднегодовой объем дождевого стока:

$$W_d = 10 \cdot h_d \cdot \Psi_d \cdot F, \text{ м}^3 \quad (2.3)$$

где  $h_d$  – слой осадков за теплый период года, мм;

$\Psi_d$  (пси) – общий коэффициент стока дождевых вод;

$F$  – площадь поверхности стока, га.

$$W_d = 10 \cdot 367 \cdot 0,18 \cdot 0,13 = 85,88 \text{ м}^3$$

Среднегодовой объем талого стока при высоте слоя осадков за холодный период года (ноябрь – март)  $h_t = 104$  мм:

$$W_t = 10 \cdot h_t \cdot \Psi_t \cdot F, \text{ м}^3 \quad (2.4)$$

где  $h_t$  – слой осадков за холодный период года (количество талых вод), мм;

$\Psi_t$  (пси) – общий коэффициент стока талых вод;

$F$  – площадь поверхности стока, га.

$$W_t = 10 \cdot 104 \cdot 0,6 \cdot 0,13 = 81,12 \text{ м}^3$$

Годовой объем поливомоечного стока рассчитан по формуле

$$W_m = 10 \cdot m \cdot k \cdot \Psi_m \cdot F_m, \text{ м}^3 \quad (2.5)$$

где  $m$  – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий;

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

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

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

$$W_m = 10 \cdot 1,5 \cdot 120 \cdot 0,5 \cdot 0,0026 = 2,34 \text{ м}^3$$

Годовой объем поверхностного стока:

$$W_r = 85,88 + 81,12 + 2,34 = 169,34 \text{ м}^3$$

При отведении поверхностного стока на очистку, расчетный объем определяется из условия приёма в аккумулирующую ёмкость большего из рассчитанных дождевого  $W_d$  и талого  $W_{m\cdot cyt}$  суточных объёмов поверхностных сточных вод.

Объем дождевого стока  $W_{oc}$  определён по формуле 2.6.

Максимальный слой осадков за дождь  $h_a$  принят равным 10 мм.

Средний коэффициент стока для расчетного дождя  $\Psi_{mid}$  определён как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока  $\Psi_i$  для разного вида поверхностей по таблице 14, СП 32.13330.2018.

$$\Psi_{mid} = \frac{0,95 \cdot 0,014 + 0,95 \cdot 0,0026 + 0,1 \cdot 0,1114 + 0,2 \cdot 0,002}{0,13} = 0,21$$

Объем поверхностного стока при отведении на очистку:

$$W_{oc} = 10 \cdot h_a \cdot \Psi_{mid} \cdot F, \text{ м}^3 \quad (2.6)$$

где  $h_a$  – максимальный слой осадков за дождь, сток от которого подвергается очистке в полном объеме, мм;

$\Psi_{\text{mid}}$  – средний коэффициент стока для расчетного дождя (определяется как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока  $\Psi_i$  для разного вида поверхностей;

$F$  – площадь поверхности стока, га.

$$W_{\text{оч}} = 10 \cdot 10 \cdot 0,21 \cdot 0,13 = 2,73 \text{ м}^3$$

Максимальный суточный объём талых вод середине периода снеготаяния, отводимых на очистные сооружения рассчитан по формуле

$$W_{\text{м.сут}} = 10 \cdot h_c \cdot a \cdot \Psi_t \cdot F \cdot K_y, \text{ м}^3 \quad (2.7)$$

где  $h_c$  – слой талых вод за 10 дневных часов, мм; принимается в зависимости от местоположения объекта; для Красноярского края 20 мм;

$a$  – коэффициент, учитывающий неравномерность снеготаяния, 0,8;

$\Psi_t$  – общий коэффициент стока талых вод, 0,5-0,8;

$F$  – площадь стока, га;

$K_y$  – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяемый по формуле 2.8.

Коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега определён по формуле:

$$K_y = 1 - \frac{F_y}{F} \quad (2.8)$$

где  $F_y$  – площадь, очищаемая от снега, принята с учётом 10 % от общей площади территории.

$$K_y = 1 - \frac{0,01}{0,13} = 0,92$$

Максимальный суточный объём талых вод:

$$W_{\text{м.сут}} = 10 \cdot 20 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,92 \cdot 0,13 = 11,48 \text{ м}^3$$

Полезный объём аккумулирующей ёмкости принят по большему расчётному расходу:  $W_{\text{м.сут}} = 11,48 \text{ м}^3$ .

Объём аккумулирующей ёмкости с учётом накопления выделяемого осадка:  $W_{\text{ак}} = 11,48 \cdot 1,1 = 12,63 \text{ м}^3$ .

## 1.6.2 Расчёт объёмов поверхностного стока с территории жилого поселка

Общая площадь водосбора – 11,8 га, в том числе:

- площадь кровли участков – 0,94 га;
- площадь водонепроницаемых поверхностей (дорог, асфальтобетонных покрытий) – 3,75 га;
- площадь зеленых насаждений, газонов – 2,38 га;
- площадь грунтовых поверхностей – 4,73 га.

Среднегодовой объем поверхностного стока, образующегося на территории жилого поселка в промежуток времени выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожного покрытия, определяется как сумма объемов дождевых  $W_d$ , талых  $W_m$  и поливомоечных  $W_m$  сточных вод по формуле

$$W = W_d + W_m + W_m, \text{м}^3 \quad (2.9)$$

где  $W_d$ ,  $W_m$ ,  $W_m$  – среднегодовые объемы дождевых, талых и поливомоечных вод соответственно,  $\text{м}^3$ . (Поливомоечные работы на территории поселка не осуществляются  $W_m = 0$ )

Среднегодовой объем дождевого стока  $W_d$  при высоте слоя осадков за теплый период года (апрель – октябрь)  $h_d = 367$  мм определён по формуле

$$W_d = 10 \cdot h_d \cdot \Psi_d \cdot F, \text{м}^3 \quad (2.10)$$

где  $h_d$  – слой осадков за теплый период года (количество дождевых вод), мм;

$\Psi_d$  (пси) – общий коэффициент стока дождевых вод;

$F$  – площадь поверхности стока, га.

$$W_d = 10 \cdot 367 \cdot 0,34 \cdot 3,75 = 4679,25 \text{ м}^3$$

Общий коэффициент стока дождевых вод  $\Psi_d$  определен как средневзвешенная величина с учётом частных значений  $\Psi_{di}$  для площадей стока с различным видом поверхности:

$$\Psi_d = \frac{\sum(\Psi_{di} \cdot F_i)}{F} \quad (2.11)$$

где  $\Psi_{di}$  – частное значение коэффициента дождевого стока;

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

$F$  – площадь поверхности стока, га.

$$\Psi_d = \frac{0,7 \cdot 0,94 + 0,7 \cdot 3,75 + 0,1 \cdot 2,38 + 0,1 \cdot 4,73}{11,8} = 0,34$$

Среднегодовой объем талого стока при высоте слоя осадков за холодный период года (ноябрь – март)  $h_m = 104$  мм рассчитан по формуле

$$W_m = 10 \cdot h_m \cdot \Psi_m \cdot F, \text{ м}^3 \quad (2.12)$$

где  $h_t$  – слой осадков за холодный период года (количество талых вод), мм;

$\Psi_t$  (пси) – общий коэффициент стока талых вод;

$F$  – площадь поверхности стока, га.

$$W_m = 10 \cdot 104 \cdot 0,5 \cdot 3,75 = 1950 \text{ м}^3$$

Таким образом, годовой объем поверхностного стока:

$$W = 4679,25 + 1950 + 0 = 6629,25 \text{ м}^3$$

Расчетные объемы поверхностного стока при отведении на очистку определяются из условия приёма в аккумулирующую ёмкость большего из рассчитанных дождевого  $W_{o4}$  и талого  $W_{m.cym}$  суточных объёмов поверхностных сточных вод.

Объем поверхностного стока при отведении на очистку:

$$W_{o4} = 10 \cdot h_a \cdot \Psi_{mid} \cdot F, \text{ м}^3 \quad . \quad (2.13)$$

где  $h_a$  – максимальный слой осадков за дождь, сток от которого подвергается очистке в полном объеме, 10 мм;

$\Psi_{mid}$  – средний коэффициент стока для расчетного дождя (определяется как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока  $\Psi_i$  для разного вида поверхностей;

$F$  – площадь поверхности стока, га.

$$W_{o4} = 10 \cdot 10 \cdot 0,47 \cdot 3,75 = 176,25 \text{ м}^3$$

Средний коэффициент стока для расчетного дождя  $\Psi_{mid}$  определён как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока  $\Psi_i$  для разного вида поверхностей по таблице 14, СП 32.13330.2018.

$$\Psi_{mid} = \frac{0,95 \cdot 0,94 + 0,95 \cdot 3,75 + 0,1 \cdot 2,38 + 0,2 \cdot 4,73}{11,8} = 0,47$$

Максимальный суточный объём талых вод в середине периода снеготаяния, отводимых на очистные сооружения рассчитан по формуле

$$W_{m.cym} = 10 \cdot h_c \cdot a \cdot \Psi_m \cdot F \cdot K_y, \text{ м}^3. \quad (2.14)$$

где  $h_c$  – слой талых вод за 10 дневных часов, мм; принимается в зависимости от расположения объекта; для Красноярского края 20 мм;

$a$  – коэффициент, учитывающий неравномерность снеготаяния, 0,5;

$\Psi_t$  – общий коэффициент стока талых вод, 0,5;

$F$  – площадь стока, га;

$K_y$  – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяемый по формуле 2.8.

$$K_y = 1 - 0,375 / 3,75 = 0,9$$

Максимальный суточный объём талых вод:

$$W_{m, cym} = 10 \cdot 20 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 3,75 \cdot 0,9 = 168,75 \text{ м}^3$$

Полезный объём аккумулирующей ёмкости принят по большему расчётному расходу:  $W_{m, cym} = 168,75 \text{ м}^3$ .

Объём аккумулирующей ёмкости с учётом накопления выделяемого осадка:

$$W_{ak} = 168,75 \cdot 1,1 = 185,63 \text{ м}^3$$

### 1.6.3. Расчёт расходов поверхностного стока с территории жилого поселка

Расход поверхностных сточных вод для гидравлического расчета сети и определения диаметров трубопроводов определён.

Коэффициент  $\beta$ , учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима определён по таблице 4 с учётом параметра  $n$  ( $P > 1$ ). При  $n = 0,6$ ,  $\beta = 0,7$ .

Расход дождевых сточных вод, определяемый по методу предельных интенсивностей, определён по формуле

$$Q_r = \frac{Z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \text{ л/с} \quad (2.15)$$

Средний коэффициент стока для расчетного дождя  $\Psi_{mid}$  равен 0,8.

Параметр  $A$  определён по формуле

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left( 1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right)_y \quad (2.16)$$

где  $q_{20}$  – интенсивность дождя, 70 л/с на 1 га;

$m_r = 90$ ;

$P = 0,5$  – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя;

$$\gamma = 1,54.$$

Расчетная продолжительность протекания дождевого стока по поверхности и трубам до расчетного участка (створа) определена по формуле

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \text{ мин} \quad (2.17)$$

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

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

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

Продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора (время поверхностной концентрации); в примере расчета  $t_{con}$  принята 5 мин.

Продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам до дождеприемника:  $t_{can} = 0$  мин.

Продолжительность протекания дождевого стока по трубам до рассчитываемого сечения  $t_p$  определена по формуле 4.18, в которой длина расчетных участков коллектора, расчетная скорость течения сточных вод на участке – 0,8 м/с.

$$t_p = 0,017 \sum \frac{l_p}{v_p}, \text{ мин} \quad (2.18)$$

Поскольку расход дождевых вод больше расхода талых вод диаметр трубопровода для сбора поверхностного стока принимается для  $Q = 47,42$  л/с.

По таблицам гидравлического расчёта подобран диаметр трубопровода 100-300 мм.

## 1.6.4 Гидравлический и геодезический расчет ливневой канализации

Гидравлический и геодезический расчет ливневой канализации выполнен аналогично расчёту бытовой сети, приведённому в п. 1.5.2 Наполнение труб понято полным, т.е. равным 1.

Начальная глубина заложения 1,2 м.

Результаты расчетов приведены в таблицах 2.1-2.2

Таблица 2.1 – Расход дождевых сточных вод

№ уч-та	Площадь стока $F$ , га	Интенсивность и продолжительность дождя $A$	Продолжительность протекания до уличного коллектора $t_{con}$ , мин.	Продолжительность протекания до приемника $t_{can}$ , мин.	Продолжительность протекания до рассматриваемого сечения $t_r$ , мин.	Продолжительность протекания до расчетного участка $t_f$ , мин.	коэффициента покрова $Z_{mid}$	Расход дождевых сточных вод, методом предельных интенсивностей $Q_r$ , л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
K2-1-K2-2	0,12	325	5	0	30,1	35,1	0,16	2,17
K2-2-K2-3	0,25	325	5	0	30,1	35,1	0,16	4,52
K2-3-K2-4	0,378	325	5	0	30,1	35,1	0,16	6,83
K2-4-K2-5	0,748	325	5	0	30,1	35,1	0,16	13,51
K2-6-K2-5	0,196	325	5	0	30,1	35,1	0,16	3,54
K2-5-K2-7	0,944	325	5	0	30,1	35,1	0,16	17,05
K2-7-K2-8	1,066	325	5	0	30,1	35,1	0,16	19,26
K2-8-K2-9	1,207	325	5	0	30,1	35,1	0,16	21,8
K2-9-K2-10	1,37	325	5	0	30,1	35,1	0,16	24,75
K2-11-K2-12	0,134	325	5	0	30,1	35,1	0,16	2,42
K2-12-K2-13	0,282	325	5	0	30,1	35,1	0,16	5,09
K2-13-K2-14	0,382	325	5	0	30,1	35,1	0,16	6,9
K2-14-K2-10	0,482	325	5	0	30,1	35,1	0,16	8,71
K2-10-K2-15	1,938	325	5	0	30,1	35,1	0,16	35,01
K2-15-K2-16	2,066	325	5	0	30,1	35,1	0,16	37,32
K2-17-K2-18	0,096	325	5	0	30,1	35,1	0,16	1,73
K2-18-K2-19	0,28	325	5	0	30,1	35,1	0,16	5,06

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K2-19-K2-20	0,336	325	5	0	30,1	35,1	0,16	6,07	0,7	4,25
K2-20-K2-21	0,376	325	5	0	30,1	35,1	0,16	6,79	0,7	4,75
K2-21-K2-16	0,463	325	5	0	30,1	35,1	0,16	8,36	0,7	5,85
K2-16-K2-22	2,529	325	5	0	30,1	35,1	0,16	45,68	0,7	31,98
K2-22-K2-23	2,643	325	5	0	30,1	35,1	0,16	47,74	0,7	33,42
K2-23-K2-24	2,753	325	5	0	30,1	35,1	0,16	49,73	0,7	34,81
K2-24-K2-25	2,843	325	5	0	30,1	35,1	0,16	51,35	0,7	35,95
K2-25-K2-29	2,937	325	5	0	30,1	35,1	0,16	53,05	0,7	37,14
K2-26-K2-27	0,174	325	5	0	30,1	35,1	0,16	3,14	0,7	2,20
K2-27-K2-28	0,227	325	5	0	30,1	35,1	0,16	4,10	0,7	2,87
K2-28-K2-29	0,383	325	5	0	30,1	35,1	0,16	6,92	0,7	4,84
K2-29-KHC	3,75	325	5	0	30,1	35,1	0,16	67,74	0,7	47,42

Таблица 2.2 – Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети К2

№ участка	Длина участка, $l$ , м	Максимальный расход сточных вод $q_{\max}$ , л/с	Диаметр трубы, $d$ , мм	$y$ клон, $i$	Скорость движения сточных вод, $v$ , м/с	Наполнение		Падение на участке сети, $\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
						Наполнение, $h/d$	Слой воды, $h$ , м		Поверхность земли, $Z_{\text{п.з.}}$	Поверхность воды, $Z_w$	Лотка трубы, $Z_l$	Начало	Конец	Начало	Конец	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
K2-1-K2-2	62,70	1,52	100	0,018	0,70	0,40	0,040	1,13	209,00	207,95	207,84	206,71	207,80	206,67	1,20	1,28
K2-2-K2-3	65,70	3,16	100	0,018	0,83	0,50	0,050	1,18	207,95	206,70	206,72	205,54	206,67	205,49	1,28	1,21
K2-3-K2-4	71,90	4,78	100	0,025	1,05	0,60	0,060	1,80	206,70	205,50	205,55	203,75	205,49	203,69	1,21	1,81
K2-4-K2-5	80,00	9,46	150	0,018	1,09	0,50	0,075	1,44	205,50	203,60	203,77	202,33	203,19	201,75	2,31	1,85
K2-6-K2-5	55,62	2,48	100	0,018	0,83	0,50	0,050	1,00	203,90	203,60	202,75	201,75	202,70	201,70	1,20	1,90
K2-5-K2-7	61,09	11,94	150	0,020	1,19	0,55	0,083	1,22	203,60	202,20	201,78	200,56	201,70	200,48	1,90	1,72
K2-7-K2-8	69,08	13,48	150	0,025	1,33	0,55	0,083	1,73	202,20	200,20	200,56	198,83	200,48	198,75	1,72	1,45
K2-8-K2-9	79,50	15,26	200	0,010	0,98	0,50	0,100	0,80	200,20	200,80	198,85	198,06	198,25	197,96	1,95	2,84
K2-9-K2-10	75,58	17,32	200	0,008	0,94	0,60	0,120	0,60	200,80	201,00	198,08	197,47	197,96	197,35	2,84	3,65
K2-11-K2-12	73,87	1,69	100	0,025	0,82	0,35	0,035	1,85	206,20	204,40	205,04	203,19	205,00	203,15	1,20	1,25
K2-12-K2-13	49,37	3,57	100	0,025	0,97	0,50	0,050	1,23	204,40	203,30	203,20	201,97	203,15	201,92	1,25	1,38
K2-13-K2-14	50,96	4,83	100	0,020	0,96	0,65	0,065	1,02	203,30	202,20	201,98	200,96	201,92	200,90	1,38	1,30
K2-14-K2-10	43,18	6,09	100	0,030	1,17	0,65	0,065	1,30	202,20	201,00	200,96	199,67	200,90	199,60	1,30	1,40
K2-10-K2-15	63,82	24,50	200	0,005	0,82	1,00	0,200	0,29	201,00	201,10	197,55	197,26	197,35	197,06	3,65	4,04
K2-15-K2-НУ	61,91	26,12	200	0,008	0,88	1,00	0,200	0,50	201,10	201,30	197,26	196,77	197,06	196,57	4,04	2,5
K2-17-K2-18	43,03	1,21	100	0,025	0,82	0,35	0,035	1,08	205,80	204,80	204,64	203,56	204,60	203,52	1,20	1,28
K2-18-K2-19	27,87	3,54	100	0,025	0,97	0,50	0,050	0,70	204,80	204,15	203,57	202,88	203,52	202,83	1,28	1,32

Окончание таблицы 2.2

№ участка	Длина участка, $l$ , м	Максимальный расход сточных вод $q_{\max}$ , л/с	Диаметр трубы, $d$ , мм	Уклон, $i$	Скорость движения сточных вод, $v$ , м/с	Наполнение	Падение на участке сети, $\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м		
								Поверхность земли, $Z_{п.з.}$		Поверхность воды, $Z_w$		Лотка трубы, $Z_l$				
Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
K2-19-K2-20	20,78	4,25	100	0,025	1,01	0,55	0,055	0,52	204,15	203,6	202,88	202,36	202,83	202,31	1,32	1,29
K2-20-K2-21	43,56	4,75	100	0,03	1,11	0,55	0,055	1,31	203,6	202,6	202,36	201,06	202,31	201	1,29	1,6
K2-21-K2-16	52,22	5,85	100	0,03	1,17	0,65	0,065	1,57	202,6	201,3	201,07	199,5	201	196,07	1,6	5,23
K2-16-K2-22	58,25	31,98	250	0,008	1,09	0,6	0,15	0,47	201,3	201	196,72	196,25	196,07	196,1	5,23	4,9
K2-22-K2-23	55,2	33,42	250	0,008	1,09	0,6	0,15	0,44	201	200,5	196,25	195,81	196,1	195,66	4,9	4,84
K2-23-K2-24	44,92	34,81	250	0,006	1,16	0,6	0,15	0,27	200,5	200,8	195,81	195,54	195,66	195,39	4,84	5,41
K2-24-K2-25	48,16	35,95	250	0,006	1,16	0,6	0,15	0,29	200,8	201,6	195,54	195,25	195,39	195,1	5,41	6,5
K2-26-K2-27	27,6	2,2	100	0,02	0,79	0,4	0,04	0,55	207,6	207,05	206,44	205,89	206,4	205,85	1,2	1,2
K2-27-K2-28	78,94	2,87	100	0,025	0,93	0,45	0,045	1,97	207,05	205,4	205,89	203,92	205,85	203,87	1,2	1,53
K2-28-K2-29	75,25	4,84	100	0,025	1,12	0,6	0,06	1,88	205,4	203,7	203,93	202,05	203,87	201,99	1,53	1,71
K2-29-K2-25	79,81	37,14	100	0,025	1	0,65	0,163	0,64	203,7	201,3	202,05	194,63	201,99	194,47	1,71	2,5
K2-25-KHC	98,3	47,42	300	0,007	1,12	0,55	0,165	0,69	201,3	203,1	194,64	193,95	194,47	193,78	2,5	2,5

## **1.7 Очистные сооружения бытовых сточных вод посёлка**

Очистные сооружения бытовых сточных вод состоят из нескольких этапов очистки.

1. Механическая очистка и усреднение. Исходные стоки, пройдя механическую очистку на мелкопрозорной решетке и песковке, поступают в усреднитель, в котором организовано перемешивание поступающего стока.

2. Анаэробная стадия. Усредненный сток в напорном режиме подается в денитрификатор блока биологической очистки, где подготовлено перемешивание иловой смеси без подачи воздуха для того что бы произошло удаление нитратов (организация условий биотической трансформации окисленных форм азота до газообразного состояния).

3. Аэробная стадия. После денитрификатора сточные воды самотеком поступают на основную стадию очистки – в аэротенк-нитрификатор, оборудованный системой мелкопузырчатой аэрации, обеспечивающей оптимальное перемешивание иловой смеси и насыщение воды кислородом. Для увеличения концентрации органотрофного биоценоза в аэротенке-нитрификаторе размещена полимерная загрузка, на которой развивается биопленка.

4. Вторичное отстаивание. Из аэротенка-нитрификатора сточные воды самотеком поступают во вторичный отстойник, где осуществляется оседание активного ила, после чего он перекачивается эрлифтами обратно в денитрификатор. Для удаления фосфатов в иловую смесь на выходе из аэротенка-нитрификатора подаётся раствор коагулянта. Химически связанные фосфаты выводятся вместе с избыточным активным илом на блок обезвоживания.

5. Секция доочистки. Очищенные сточные воды из вторичного отстойника поступают в секцию доочистки, оборудованный системой аэрации и блоками полимерной загрузки, на которой иммобилизованные микроорганизмы совершают минерализацию оставшихся органических соединений после основного процесса биологической очистки.

6. Механическая фильтрация. После доочистки сточные воды подаются на безнапорный механический фильтр, где обеспечивается удаление взвешенных веществ. В фильтре предусмотрена обратная водо-воздушная промывка.

7. Обеззараживание воды. Фильтрат поступает на установку обеззараживания (ультрафиолет, гипохлорит). Очищенная и обеззараженная до норм сброса в рыбохозяйственные водоёмы вода отводится под остаточным давлением.

8. Обезвоживание осадка. Для обезвоживания осадка применяется шнековый обезвоживатель или мешковый фильтр.

### **1.7.1 Очистные сооружения для очистки жёлтственно-бытовых сточных вод (Технология LBR)**

Технология LBR (Laminar Biological Reactor) – ламинарный биореактор, относится к способам биологической очистки стоков свободноплавающим активным илом, при котором качественная очистка достигается за счет создания равномерно распределенной (ламинарной) технологической нагрузки в течение суток на все сооружения.

### Преимущества технологии LBR:

- стабильное высокое качество очищенной воды за счет ламинарного режима работы сооружений.
- устойчивость системы к изменениям загрузки и залповым сбросам. сокращение занимаемой площади.
- сокращение потребления электроэнергии.
- простота контроля и обслуживания.
- оптимальная адаптация под существующие бетонные резервуары при реконструкции очистных сооружений.

Станции LBR-BM предназначены для очистки бытовых и близких по составу сточных вод в условиях неравномерной технологической нагрузки, до стабильно высоких показателей, позволяющих повторно использовать очищенную воду для технических нужд.

Станции LBR-BM созданы для локальной очистки сточных вод в местах компактного проживания людей, численностью от 200 до 3 800 жителей, таких как:

- Малые населенные пункты;
- Коттеджные поселки;
- Промышленные предприятия.



Рисунок 1 – Двухэтажная станция



Рисунок 2 – Конструкция станции изнутри

Специальная конструкция очистных сооружений обеспечивает теплоизоляцию и удобство эксплуатации. В станциях предусмотрено электроосвещение, система отопления и вентиляции.

**Преимущества станций LBR:**

- Надежность и работоспособность системы при обслуживании или ремонте отдельных узлов обеспечивает «горячий резерв» всего технологического оборудования.
- В установках ультрафиолетового обеззараживания очищенных сточных вод применяются амальгамные лампы, отличающиеся повышенной эффективностью и экологичностью.
- Станции LBR выпускаются с производства уже укомплектованные всем необходимым оборудованием.
- Сточные воды могут приниматься на очистку после монтажа и подключения к инженерным сетям.
- Даже в «базовом» уровне автоматизации включены: локальная автоматизация работы узлов станции, автоматическое включение «резерва», сигнализация об аварийных ситуациях посредством SMS по GSM каналу.
- Высокое качество очистки сточных вод позволяет использовать очищенную сточную воду повторно для технических нужд.

Благодаря усовершенствованной конструкции станции просты и надежны в эксплуатации, а также устойчивы к неравномерному поступлению сточных вод.

На станции применена усовершенствованная классическая технология очистки сточных вод LBR.

Каркас станции выполнен из стальных квадратных труб, ограждающими конструкциями являются наружные стены, состоящие из стального листа, утеплителя и сэндвич-панелей, такая конструкция обеспечивает надежную теплоизоляцию.

Все трубопроводы и сборные лотки изготовлены из нержавеющей стали.

## **1.8 Очистные сооружения поверхностного стока посёлка**

Принцип работы очистных сооружений для поверхностного стока состоит из:

**Отстаивание.** Исходные стоки поступают в тонкослойный отстойник, где удаляется основная масса взвешенных веществ и свободных нефтепродуктов. Осадок выводится через трубопровод сброса осадка, нефтепродукты задерживаются полимерными плавающими бонами.

**Механическая фильтрация.** Осветленная вода поступает на механический фильтр с полимерной загрузкой, где удаляются остаточные взвеси и эмульгированные нефтепродукты.

**Сорбционная очистка.** Вслед за этим вода проходит угольный фильтр, где происходит финишная очистка от нефтепродуктов.

**Обеззараживание воды.** Фильтрат поступает на установку УФ-обеззараживания. Очищенная и обеззараженная до норм сброса в рыбохозяйственные водоёмы вода отводится под остаточным давлением.

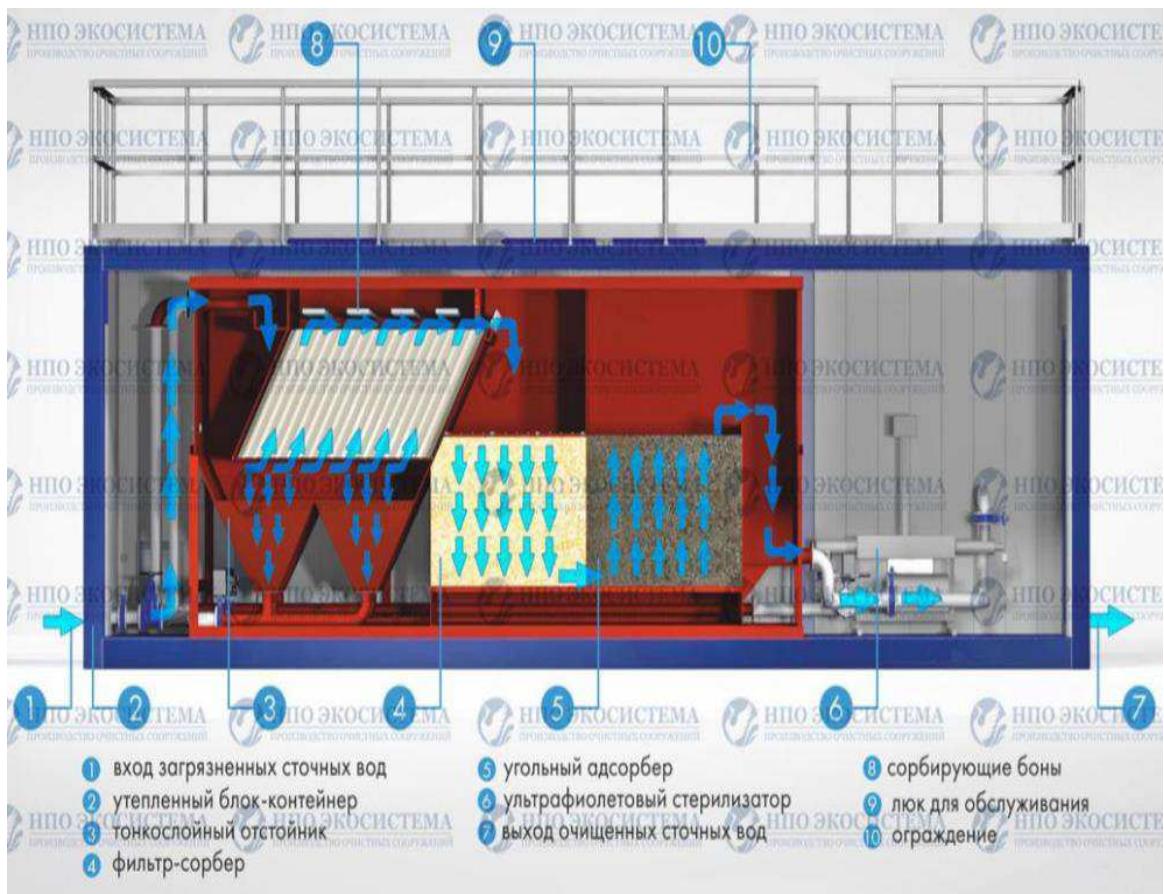


Рисунок 3 – Схема поверхностного стока

## 1.9 Канализационная насосная станция

Сточные воды обязательно должны утилизироваться правильным образом, в полном соответствии с положениями СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий», а также прочими нормативными требованиями. Если стоки не уходят естественным путем (самотеком), то в промышленности и на производстве применяются специальные канализационные насосные станции (сокр. КНС). Они представляют собой комплексы оборудования, каждый из которых включает в себя систему автоматики, насосы, резервуары, входящие и исходящие трубопроводы проектного сечения.



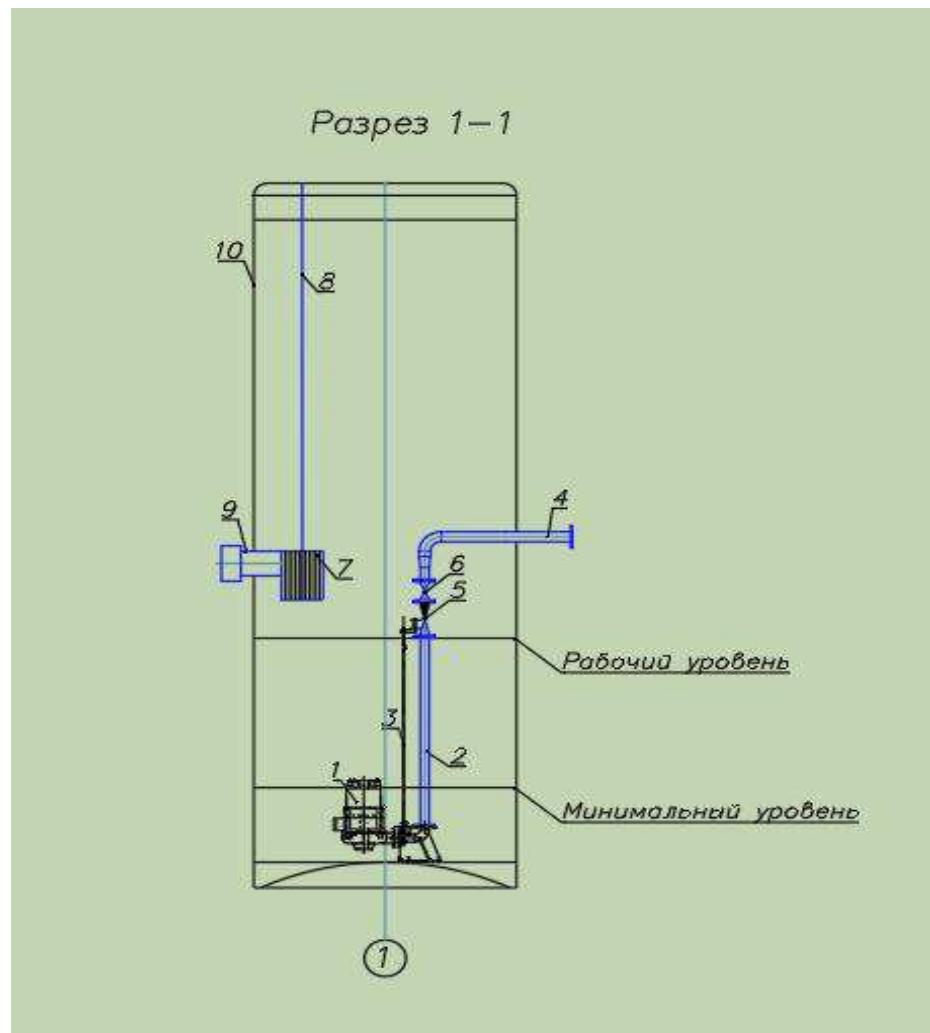
Рисунок 4 – Работы по установке КНС

#### Конструктивные особенности КНС:

Следует отметить, что, несмотря на то, что внешне такие насосные станции могут существенно отличаться друг от друга, принцип их функционирования и внутреннего устройства является одинаковым. Дело в том, что любые КНС (канализационные насосные станции) имеют герметичную емкость в виде полимерного бака, закопанного в землю, а также специальные насосы, который служат для откачки нечистот. Помимо этого к числу элементов, которые входят в состав обычной КНС входит следующее:

- вентиляционная труба
- заслонка
- защитные поручни
- вход/выход
- насосная сумка
- цепь для поднятия насоса
- лестница
- крышка

Резервуар обязательно закрывается стальной или пластиковой крышкой, обеспечивающей безопасность для окружающих и герметичность емкости. Современные КНС насосные станции отличаются высокой мощностью, наличием автоматики управления и контроля наполняемости, степени засорения. Благодаря этому управлять такой системой не очень трудно, однако персонал все равно должен пройти специализированную подготовку.



1. Погружной насосный агрегат. 2. Автоматическая трубная муфта. 3. Направляющие насоса. 4. Напорный патрубок. 5. Обратный клапан. 6. Задвижка клиновая. 7. Сороулавливающая корзина. 8. Направляющие корзины. 9. Подводящий патрубок. 10. Резервуар. 11. Колодец обслуживания.

Рисунок 5 – КНС

Однако, несмотря на самые современные механизмы и устройства все они нуждаются в периодическом сервисном и техническом обслуживании, проверке работоспособности и тестировании. Для этого лучше всего с самого начала заключить договор с эксплуатирующей организацией, которая будет систематически выполнять комплекс необходимых профилактических мероприятий. Только в таком случае заказчик будет уверенным в том, что его канализационная насосная станция будет функционировать максимально эффективно и правильно, достойно справляясь с проектной нагрузкой.

Принцип работы КНС вне зависимости того, какие КНС канализационные системы предлагаются сегодня, принцип их работы является одинаковым: все стоки по трубам сливаются в приемную часть, которая является герметичной и не позволяет водам просачиваться в грунт и загрязнять землю. Далее эти стоки с

помощью насоса прокачиваются в напорный трубопровод, через который нечистоты попадают в распределительную камеру и на очистные сооружения. При этом на трубопроводе насоса обязательно предусмотрен обратный клапан, который не дает стокам стекать назад.

Все современные КНС канализационные насосные станции оборудованы системами автоматики, которые позволяют полностью контролировать процесс, следить за уровнем наполняемости с помощью специальных поплавочных датчиков. Качественная и надежная КНС обязательно укомплектовывается следующим:

- источником резервного питания;
- металлическим павильоном, который обеспечивает сохранность и безопасность оборудования;
- запорной арматурой, датчиками давления, различными манометрами;
- системами для очистки насосов, фитингами, трубами.

Насосное оборудование, которое используется в КНС в основном представлено погружными, консольными и самовсасывающими насосными системами. Из преимуществ таких насосов следует выделить простоту эксплуатации, редкость ТО, универсальность применения и охлаждение протекающей жидкостью.

Чтобы купить канализационную насосную станцию следует, прежде всего, определиться с тем, какой объем сточных вод требуется перекачивать. Для этого лучше всего пригласить специалиста. Далее эксперт сможет выбрать подходящую систему, после чего КНС будет установлена в оговоренные сроки и с гарантией качества. Специалисты ответственно подходят к выполнению поставленной задачи, а поэтому установленная станция будет служить долгие годы.

## **2. Оценка воздействия проектируемой системы водоотведения на окружающую природную среду**

Раздел «Оценка воздействия проектируемой системы водоотведения на окружающую природную среду» выполнен в соответствии с действующими нормами и техническими условиями на проектирование систем водоотведения;

В разделе отражена негативная реакция проектируемого объекта на окружающую среду и проектные решения, которые обеспечат необходимые санитарно-гигиенические установки и сведут к минимуму отрицательные воздействия проектируемого производства на окружающую среду.

### **2.1 Характеристика проектируемого объекта**

В проекте разработана система водоотведения сточных вод поселка численностью населения 201 чел. Норма водоотведения – 33,3 л/чел.сут.

Объектами канализования представляют собой жилые и общественные здания населённого пункта. Сточная вода от населенного пункта поступает на очистные сооружения.

### **2.2 Характеристика приемника сточных вод**

Приемником очищенных сточных вод является река.

Вид водопользования приемника сточных вод – рыбохозяйственный, первой категории.

Гидрохимические и гидрологические характеристики реки приведены в разделе 1.2 (табл.1.1).

Анализ качества речной воды по обобщенным гидрохимическим показателям по каждому лимитирующему показателю вредности:

$$J_i^{\text{ЛПВ}} = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1 \quad (2.1)$$

По санитарно-токсилогическому ЛПВ:  $J_i^{c-m} = \frac{3}{9,1} + \frac{70}{300} + \frac{14}{100} = 0,7$

По токсилогическому ЛПВ:

$$J_i^m = \frac{0,39}{0,39} + \frac{0,02}{0,02} + \frac{0,04}{0,1} + \frac{0,0007}{0,001} + \frac{0,008}{0,01} + \frac{0,001}{0,006} + \frac{0,01}{0,04} + \frac{0,51}{0,5} = 5,34$$

По рыбохозяйственному ЛПВ:  $J_i^{p/x} = \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,0007}{0,001} = 2,7$

По санитарному ЛПВ:  $J_i^c = \frac{0,2}{0,2} = 1,0$

По взвешенным веществам:  $J_i^{e-e} = \frac{18}{18,25} = 0,99$

По БПК:  $J_i^{БПК} = \frac{3,2}{3} = 1,07$

Анализ качества речной воды свидетельствует о высокой степени загрязненности вод по рыбохозяйственному, токсикологическому ЛПВ и по БПК. Обобщенные гидрохимические характеристики допустимого состава сточных вод для каждого ЛПВ определены из условий:

- если

$$J_P^{ЛПВ} \leq 1, \quad (2.2)$$

то

$$J_{CB}^{ЛПВ} = n - (n - 1)J_P^{ЛПВ}, \quad (2.3)$$

где  $n$  – кратность разбавления сточных вод.

-если

$$J_P^{ЛПВ} \geq 1, \quad (2.4)$$

т.е. фоновое загрязнение водоема не позволяет получить требуемое качество воды в расчетном створе, в таком случае  $J_{CB}^{ЛПВ} = 1$  и устанавливается исходя из отношения нормативных установок к составу и свойствам воды водных объектов и также к сточным водам.

Обобщенная гидрохимическая характеристика допустимого состава сточных вод:

- по санитарно-токсикологическому ЛПВ

$$J_{CB}^{c/m} = 36,06 - (36,06 - 1) \cdot 0,7 = 11,52$$

- по токсикологическому ЛПВ:  $J_{CB}^m = 1$
- по рыбохозяйственному ЛПВ:  $J_{CB}^{p/x} = 1$
- по санитарному ЛПВ:  $J_{CB}^c = 1$
- по БПК:  $J_{CB}^{БПК} = 1$
- по взвешенным веществам

$$J_{CB}^{6.6} = J_{CB}^c = 36,06 - (36,06 - 1) \cdot 0,99 = 1,35$$

### 2.3 Расчет и обоснование требуемой глубины очистки

Для обоснования необходимой глубины очистки выполнен расчет допустимого состава сточных вод к водоотведению.

Расчет произведен из условия обеспечения концентраций контролируемых веществ, не превышающих нормативных требований к составу и свойствам воды в расчетном створе после смешения с речной водой.

Таблица 2.1 – Состав сточных вод, допустимый к водоотведению

Показатели состава сточных вод	Состав сточных вод, мг/л			
	Фактический	Допустимый расчетный	Глубина очистки	Согласованый
Взвешенные вещества	260	27,02	3	3
БПК <sub>полн</sub>	300	3	2	2
Азот аммонийный	32	0,39	0,39	0,39
СПАВ	0,5	0,15	0,1	0,1
Фосфаты	13,2	0,2	0,2	0,2
Хлориды	300	8363,8	300	300

### 2.4 Технологическая схема обработки сточных вод

Для достижения требуемой глубины очистки разработана технологическая схема включающая:

- механическую очистку – механические решетки, песководки, отстойники;
- биологическую очистку – аэротенк-вытеснитель, коагулятор, флокулятор, вторичный отстойник с тонкослойным модулем;
- обеззараживание сточных вод производится в ультрафиолетовых установках.

Изменение концентраций загрязнений по сооружениям и на выходе из очистных сооружений (по выбранной схеме очистки) приведено в таблице 7.2.

Разработанная технология позволяет получить требуемую глубину

очистки по всем компонентам.

**Таблица 2.2 – Концентрация загрязнений на выходе с очистных сооружений**

Показатели загрязнений	Фактическая концентрация $C_{\phi}$ , мг/л	Изменение состава сточных вод по сооружениям	
		Эффект очистки $\mathcal{E}$ , %	Концентрация на выходе из очистных сооружений $C_k$ , мг/л
Взвешенные вещества	260	98,8	3
БПК <sub>полн</sub>	300	99,3	2
Азот аммонийный	32	99	0,39
СПАВ	0,5	80	0,1
Фосфаты	13,2	98,5	0,2
Хлориды	300	0	300

## **2.5 Описание технологического процесса с точки зрения допустимого антропогенного воздействия на природную среду**

В процессе очистки сточных вод образуются:

- 1) жидкые отходы (очищенные сточные воды, оказывающие воздействие на водоем);
- 2) твердые (осадки выделенных загрязнений).

## **2.6 Оценка воздействия возвратных вод на качество воды в источнике**

Расчет концентраций загрязнений в контрольном створе.

Прогноз качества водотока в контрольном створе рассчитан по формуле

$$C_{n.e} = [C_{o.c} + (n - 1) \cdot C_p]/n, \quad (2.5)$$

где  $C_{n.e}$  – концентрация ингредиента в контрольном створе, мг/л;

$C_{o.c}$  – проектные концентрации состава на выпуске из очистных сооружений, мг/л;

$C_p$  – фоновые концентрации речной воды, мг/л;

$n$  – кратность разбавления.

Таблица 2.3 – Прогноз качества водного источника в контрольном створе

Наименование ингредиентов	Концентрация загрязняющих веществ (проектная), мг/л	ПДК для водных объектов, рыбохозяйственного водопользования, мг/л	Фоновая концентрация в реке, мг/л	Прогноз качества в контрольном створе, мг/л	С <sub>i</sub> /ПДК рх	
					до сброса	после сброса
Взвешенные вещества	3	18,25	18	17,58	0,99	0,96
БПК <sub>полн</sub>	2	3	3,2	3,2	1,07	1,07
Азот аммонийный	0,39	0,39	0,39	0,39	1	1,00
СПАВ	0,1	0,5	0,51	0,5	1,02	1,00
Фосфаты	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1,00
Хлориды	300	300	70	76,34	0,23	0,25

Вывод: После очистки и сброса в водоём очищенных сточных вод в расчетном створе произойдет незначительное увеличение хлоридов, но концентрация этого компонента не нарушит нормативных требований к водоемам рыбохозяйственного назначения.

## 2.7 Количество образующихся твердых отходов

На очистных сооружениях образуются отходы 2-х наименований 4 класса опасности (мусор и песок).

В соответствии с СанПиН 2.1.7.1322-03 (п. 3.6) условия сбора и накопления определяются классом опасности отходов, способом упаковки и отражаются в Техническом регламенте (проекте, паспорте предприятия) с учетом агрегатного состояния и надежности тары.

Предусматривается временное хранение образующихся отходов в специальных герметичных контейнерах на асфальтобетонной площадке с навесом для защиты от атмосферных осадков.

Вывоз мусора и обезвоженного осадка на утилизацию производится по Договору между эксплуатирующей организацией и специализированной организацией, имеющей лицензию на вывоз промышленных и бытовых отходов.

Утилизация осадка по согласованию с Органами Государственного санитарного надзора и природоохранными организациями производится на специальном полигоне с гидроизоляцией дна и боковых стенок, либо вместе с ТБО в соотношении не более 30% от массы ТБО.

Расчет количества твердых отходов и способ их утилизации приведен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Способ утилизации и размещения отходов

Вид отхода	Количество твердых отходов		Физико-химические свойства отходов	Способ утилизации или хранения
	м <sup>3</sup> /год	т/год		
Мусор	17	13,6	плотность 800 кг/м <sup>3</sup>	Хранение в специальных герметичных контейнерах
Песок	22,8	23,3	плотность 1500 кг/м <sup>3</sup>	Хранение в специальных герметичных контейнерах

## 2.8 Использование осадков в качестве удобрений

Обезвреженный и обеззараженный осадок может быть использован в качестве удобрения или для биологической рекультивации нарушенных земель.

В настоящее время разработан ГОСТ Р 17.4.3.07-2001, который устанавливает основные требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. Данный стандарт распространяется на осадки, образующиеся в процессе очистки хозяйствственно-бытовых, городских (смеси бытовых и производственных), а также близких к ним по составу производственных сточных вод и продукцию (удобрения) на основе осадков.

Требования стандарта обязательны для коммунальных служб муниципальных и ведомственных предприятий, имеющих право поставлять и использовать осадки в качестве удобрений в сельском хозяйстве, промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, в лесных и декоративных питомниках, а также для биологической рекультивации нарушенных земель и для полигонов твердых бытовых отходов (ТБО).

Осадки, применяемые в качестве органических или комплексных органоминеральных удобрений, должны соответствовать требованиям:

- по агрохимическим параметрам (таблица 2.4);
- по санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим параметрам (таблица 2.5).

Таблица 2.4 – Агрохимические показатели осадков

Наименование показателя	Норма	Метод определения
Массовая доля органических веществ, % на сухое вещество, не менее	20	ГОСТ 26213
Реакция среды (рН <sub>сол</sub> )	5,5-8,5*	ГОСТ 26483
Массовая доля общего азота (N), % на сухое вещество, не менее	0,6	ГОСТ 26715
Массовая доля общего фосфора (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), % на сухое вещество, не менее	1,5	ГОСТ 26717

Осадки, имеющие значение реакции среды (рН вытяжки) более 8,5, могут использоваться на кислых почвах в качестве известковых удобрений.

После обеззараживания осадок имеет следующие санитарно-бактериологические и санитарно-паразитологические показатели осадка.

Таблица 2.5 – Санитарно-бактериологические и санитарно-паразитологические показатели осадка после обеззараживания

Наименование показателя	Норма для осадков группы		Группа
	I	II	
Бактерии группы кишечной палочки, клеток/г осадка фактической влажности	100	1000	I
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, клеток/г	отсутствие	отсутствие	I
Яйца гельминтов и цисты кишечных патогенных простейших, экз./кг осадка фактической влажности, не более	отсутствие	отсутствие	I

Вывод: осадок, после обеззараживания по санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям относится к I группе, т.к. в своем составе не содержит ионы тяжелых металлов.

Осадки I группы можно использовать под все виды сельскохозяйственных культур, кроме овощных, грибов, зеленых и земляники, а кроме того в промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, лесных и декоративных питомниках, для биологической рекультивации нарушенных земель и полигонов ТБО.

Применение осадков в качестве удобрений не должно приводить к ухудшению экологических и санитарно-гигиенических показателей окружающей среды, почвы, выращиваемых растений.

Не допускается применять осадки:

- в водоохраных зонах, зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах, а также в пределах особо охраняемых природных территорий;
- поверхностно в лесах, лесопарках, на сенокосах и пастбищах;
- на затопляемых и переувлажненных почвах;
- на территориях с резко пересеченным рельефом, а также на площадках, которые имеют уклон в сторону водоема более 3°.

## 2.9 Жидкие отходы

Образуются в процессе сгущения и обезвоживания осадка, при промывке фильтров, а также жидкими отходами являются возвратная иловая вода и технологические промывные воды. Жидкие отходы объемом 22,5 м<sup>3</sup>/сут поступают в регулирующий резервуар.

## **2.10 Обустройство аварийных иловых площадок**

Расчет аварийных иловых площадок произведен согласно СП 32.13330.2018 (п 9.2.14)

Площадка складирования отходов соответствует следующим требованиям:

- санитарным правилам проектирования, строительства и эксплуатации полигонов не утилизированных отходов;
- имеет слабофильтрующиеся грунты при стоянии грунтовых вод не выше 2 м от дна емкости с уклоном на местности не более 1,5° в сторону водоема, сельскохозяйственных угодий, леса и пр.;
- размещается с подветренной стороны относительно населенного пункта и ниже по направлению потока подземных вод;
- размещается на территории, не затапливаемой паводковыми и ливневыми водами;
- поверхностный сток с отвальных площадок не попадает в открытые водные объекты, предусматривается инженерная защита территории от подтопления и заболачивания мокрого хранения осадка;
- имеет ограждение и озеленение по периметру, подъездные пути с прочным покрытием.

## **2.11 Обоснование размера земельных участков**

Общая площадь изымаемых земель 5830 м<sup>2</sup> (под очистные сооружения 273 м<sup>2</sup>, на аварийные иловые площадки 476,4 м<sup>2</sup>).

После прокладки водоводов предусматривается рекультивация земель:

- засыпка траншей;
- общая планировка полосы отвода;
- уборка строительного мусора;
- восстановление растительного покрова посевом трав фитомелиорантов (тимофеевки луговой, овсяницы красной, клевера белого, костра безостого и др.).

Площадка очистных сооружений располагается на расстоянии 500 м от границ зданий жилой застройки. Площадка располагается с подветренной стороны для господствующих ветров теплого периода года по отношению к жилой застройке и ниже города по ходу реки, на расстоянии 300 м от уреза воды. Нормативный размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) в соответствие с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 составляет 150 м. Расположение проектируемого объекта не нарушает санитарных требований. Размеры водоохранной зоны для заданного водного объекта в соответствии со ст. 65 Водного кодекса составляют 50 м.

Площадка под строительство расположена на территории не затапляемой талыми водами, с низким уровнем грунтовых вод.

## **2.12 Перечень природоохранных мероприятий, направленных на снижение антропогенного воздействия проектируемой системы**

Приведен перечень природоохранных мероприятий, направленных на снижение антропогенного воздействия проектируемой системы. Указаны природоохранные мероприятия технологического, строительно-технического, планировочного характера и другие.

Водоохранные мероприятия, разработанные в проекте, направлены на рациональное использование, охрану от истощения и загрязнения водного объекта. Водоохранные мероприятия носят комплексный характер и представлены:

- строительно-техническими мероприятиями;
- технологическими мероприятиями;
- технико-экономическим обоснованием.

Строительно-технические мероприятия:

- очистка сточных вод на установке контейнерного типа, состоящей из блока механической очистки, блока емкостей, установки обеззараживания стока и блока обработки осадка.

В проекте технологические мероприятия связаны с применением современных технологий, обеспечивающих глубокое окисление органических и неорганических веществ, удаление азота биологическим методом с использованием процессов нитрификации-денитрификации, реагентное удаление фосфора и биологическую дезинфекцию.

Принятая технология обеспечивает высокое качество очищенных сточных вод, соответствующее требованиям, предъявляемым к выпуску очищенных сточных вод в водоем рыбохозяйственного водопользования.

Для предупреждения загрязнения подземных вод в проекте предусмотрены следующие мероприятия:

- эффективный отвод поверхностных вод с территории и их очистка;
- искусственное повышение планировочных отметок территории;
- тщательное осуществление работ по строительству водонесущих инженерных сетей;
- обезвоживание осадка и организация его складирования (бетонированные площадки)
- организация водоохранных зон.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

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

Протяженность водоотводящих внутри поселочных сетей:

- бытовых сточных вод – 1787,2 м,
- поверхностных сточных вод (закрытая часть) – 1718,17 м.

Выполнена трассировка сетей водоотведения бытовых и поверхностных сточных вод жилого поселка.

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

Построен продольный профиль водоотводящей сети поверхностных сточных вод.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ВКР – выпускная квалификационная работа.

ГОСТ – государственный стандарт.

СП – санитарные правила.

К1 – канализация бытовая.

КК1–1 – колодец канализации К1 первый.

КНС – канализационная насосная станция.

НУ- насосная установка.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

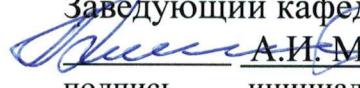
1. СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\* (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 16 декабря 2016 г. № 951/пр и введён в действие с 17 июня 2017 г.).
2. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85\*, утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2018 г. № 860/пр, введен в действие с 26 июня 2019 г.
3. СанПиН 2.1.7.1322-03 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления.
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
5. СТО 4.2-07-2014. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. Система управления СФУ.

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

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

 А.И. Матюшенко  
подпись инициалы, фамилия  
« 3 » 07 2020 г.

## БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА

20.03.02 Природообустройство и водопользование

код и наименование направления

Система водоотведения посёлка  
и предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции

Пояснительная записка

Руководитель

1.07.2020

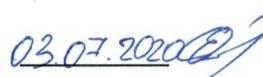
доцент, к.т.н.

Л.В. Приймак  
инициалы, фамилия

подпись, дата

должность, ученая степень

Выпускник

03.07.2020

подпись, дата

Р.М. Ефимов  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

1.07.2020

подпись, дата

доцент, к.т.н.

Л.В. Приймак  
инициалы, фамилия

Красноярск 2020