


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

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

 Сакаш Г.В.  
подпись      инициалы, фами-  
лия

« 11 » 06 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Система водоотведения населённого пункта

Пояснительная записка

Руководитель

  
подпись, дата

доцент, к.т.н.  
должность, ученая степень

Л.В. Приймак  
инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

Л.А. Кабанова  
инициалы, фамилия

Красноярск 2018

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

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Сакаш Г.В.  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Система водоотведения населённого пункта

Пояснительная записка

Руководитель      \_\_\_\_\_      доцент, к.т.н.      Л.В. Приймак  
подпись, дата      должность, ученая степень      инициалы, фамилия

Выпускник      \_\_\_\_\_      Л.А. Кабанова  
подпись, дата      инициалы, фамилия

Красноярск 2018

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Система водоотведения населённого пункта» содержит 89 страниц текстового документа, 8 использованных источников, 6 листов графического материала.

Ключевые слова: НАСЕЛЁННЫЙ ПУНКТ, СИСТЕМА ВОДООТВЕДЕНИЯ, РАСЧЁТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ, СТОЧНЫЕ ВОДЫ, ПОЛНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА, КАНАЛИЗАЦИОННАЯ НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, АЭРИРУЕМАЯ ПЕСКОЛОВКА, АЭРОТЕНК, АЭРОБНЫЙ МИНЕРАЛИЗАТОР, ПЕРВИЧНЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ ОТСТОЙНИКИ, ВТОРИЧНЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ ОТСТОЙНИКИ.

Объектом разработок и расчётов выпускной квалификационной работы является система водоотведения населённого пункта с численностью населения 83400 человек, включающая сооружения, предназначенные для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.

Цели организации и устройства системы водоотведения – сбор хозяйственно-бытовых сточных вод от населения и промышленных предприятий, их очистка.

Выпускная квалификационная работа состоит из двух разделов.

В разделе «Водоотведение населенного пункта»:

- определены расходы сточных вод;
- определены гидравлические и конструктивные параметры водоотводящей сети;
- рассчитаны основные конструктивные элементы главной канализационной насосной станции и канализационных очистных сооружений.

В разделе «Оценка антропогенного воздействия проектируемой системы водоотведения на окружающую среду»:

- определен прогноз качества воды в контрольном створе;
- определено количество образующихся твердых отходов;
- определены размеры санитарно-защитной зоны для очистных сооружений;
- рассчитаны размеры плат за загрязнение водного объекта.

Графическая часть выпускной квалификационной работы включает чертежи генерального плана населенного пункта, продольного профиля главного канализационного коллектора, главной канализационной насосной станции, генерального плана канализационных очистных сооружений, высотной схемы движения сточной воды по сооружениям, плана аэробного минерализатора.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. Водоотведение населённого пункта.....	6
1.1 Водоотводящие сети населённого пункта.....	6
1.1.1 Определение расходов сточных вод.....	6
1.2 Расчёт производственно-бытовой сети.....	6
1.2.1 Определение расчётных расходов хозяйственно-бытовых сточных вод от населения.....	6
1.3 Определение расчётных расходов сточных вод от промышленных предприятий.....	11
1.4 Суммарный расход хозяйственно-бытовых сточных вод от всех категорий потребителей.....	12
1.5 Определение расчётных расходов сточных вод на участках хозяйственно-бытовой водоотводящей сети.....	14
1.6 Гидравлический и геодезический расчёт водоотводящей производственно-бытовой сети.....	19
1.7 Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети поверхностного стока.....	26
1.8 Схема очистки поверхностного стока.....	33
1.9 Главная канализационная насосная станция.....	35
1.9.1 Приёмный резервуар.....	35
1.9.2 Помещение решёток-дробилок.....	36
1.9.3 Машинное отделение.....	36
1.9.4 Расчёт насосной станции для перекачки сточных вод.....	37
1.10 Канализационные очистные сооружения.....	41
1.10.1 Концентрация загрязнений в хозяйственно-бытовых сточных водах.....	41
1.10.2 Количество загрязнений, поступающих на КОС с производственными сточными водами.....	42
1.10.3 Расчёт необходимой степени очистки.....	47
1.10.4 Необходимая степень очистки сточной воды.....	52
1.10.5 Определение обобщённых гидрохимических показателей качества воды водного объекта.....	53
1.10.6 Определение состава сточных вод, допустимого к водоотведению в водный объект.....	55
1.10.7 Подбор технологической схемы для очистки сточных вод на очистных сооружениях.....	56
1.10.8 Приёмная камера.....	57
1.10.9 Подбор лотка.....	58
1.10.10 Решётки.....	59
1.10.11 Количество задержанных веществ на решётке.....	60
1.10.12 Аэрируемые песколовки.....	61

1.10.13	Проверочный расчёт песколовков.....	63
1.10.14	Обезвоживание песка в песковых бункерах.....	64
1.10.15	Первичные радиальные отстойники.....	65
1.10.16	Биологическая очистка сточных вод.....	67
1.10.17	Аэротенки с нитрификацией и денитрификацией.....	68
1.10.18	Вторичные радиальные отстойники.....	78
1.10.19	Иловое хозяйство.....	80
1.10.20	Обеззараживание сточных вод.....	81
1.10.21	Выпуск сточных вод в водоём.....	82
2.	Оценка антропогенного воздействия проектируемой системы водоотведения на окружающую среду.....	83
2.1	Прогноз качества воды в контрольном створе.....	83
2.2	Определение количества образующихся твёрдых отходов.....	84
2.2.1	Определение размеров санитарно-защитной зоны (СЗЗ) для очистных сооружений.....	87
2.2.2	Расчёт размера плат за загрязнение водного объекта.....	87
	Список используемых источников.....	90

## ВВЕДЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассчитана система водоотведения населённого пункта с разработкой очистных сооружений.

Система водоотведения – комплекс инженерных сооружений и мероприятий, обеспечивающих прием сточных вод всех видов в местах их образования, транспортировку к месту очистки, очистку и обеззараживание, утилизацию полезных веществ, содержащихся в сточной воде или в осадке, и сброс сточных вод в водоем.

Принята полная раздельная система водоотведения, т.е. промышленные и бытовые сточные воды транспортируются по единой системе трубопроводов на очистку, а дождевой сток – по отдельной системе трубопроводов.

Поступающие в систему водоотведения сточные воды можно разделить на три вида: бытовые – образуются при хозяйственной деятельности человека с территории жилой застройки или от бытовых помещений промышленных предприятий; промышленные – при технологических процессах на производстве; дождевые – при выпадении атмосферных осадков, таянии снега, поливке улиц. Для удаления перечисленных видов сточных вод применяется полная раздельная система водоотведения.

На очистных сооружениях принята полная биологическая очистка сточных вод.

При проектировании очистных сооружений канализации необходимым условием является защита окружающей среды (водного и воздушного бассейнов) от загрязнений, образующихся в процессе очистки сточных вод и поступающих в водоем и атмосферу.

Загрязнение водоема, в который производится сброс сточных вод, отрицательно сказывается на состоянии его фауны и флоры. Загрязнение воздушного бассейна влияет на условия проживания населения в прилегающих районах.

Для защиты водоема от загрязнений определены условия выпуска сточных вод, при которых качество воды в реке не снижается ниже установленных предельно допустимых концентраций.

Защита населённых пунктов от влияния очистных сооружений обеспечивается соблюдением размеров санитарно-защитной зоны.

При проектировании очистных сооружений разрабатываются такие технические решения, которые уменьшают отрицательное воздействие очистных сооружений на окружающую среду. К числу таких решений относятся:

- применение оборудования и технологических процессов, обеспечивающих надежную работу сооружений и малую вероятность их остановки;
- использование в аэрационных сооружениях мелкопузырчатых пневмоаэраторов, работающих в режиме "мягкой" аэрации, что сокращает количество аэрозольных выбросов;
- соблюдение санитарно-гигиенических и водоохраных требований.

## **1 Водоотведение населенного пункта**

Под системой водоотведения подразумевают комплекс сооружений, предназначенных для отведения сточных вод и их очистки. 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.

### **1.1 Водоотводящие сети населенного пункта**

Наружная водоотводящая сеть – сеть трубопроводов, отводящих сточные воды самотеком к насосным станциям или на очистные сооружения.

#### **1.1.1 Определение расходов сточных вод**

Канализация – комплекс инженерных сооружений, которые обеспечивают прием сточных вод всех видов во всех местах их образования, транспортировку сточных вод, очистку и обеззараживание сточных вод, утилизацию веществ, содержащихся в сточной воде и осадках и выпуск очищенной воды в водоем.

Принята полная раздельная система канализации. Выполнена поквартальная трассировка сети, за диктующую точку принята наивысшая.

### **1.2 Расчет производственно-бытовой сети**

#### **1.2.1. Определение расчетных расходов хозяйственно-бытовых сточных вод от населения**

Среднесуточный расход бытовых вод от населения определяется по формуле

$$Q_{сут.ср} = \sum (q_{ж} \cdot N_{ж}) / 1000, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.1)$$

где  $q_{ж}$  – удельная норма водоотведения, л/сут на чел. (СП 32.13330.2012, п. 5.1.1);

$N$  – количество жителей районов города с разной нормой водоотведения и плотностью населения, чел.

Количество жителей рассчитано с учётом площадей кварталов и плотностью населения, принятой согласно исходным данным

$$N = S \cdot P, \text{ чел.} \quad (1.2)$$

Расчёт численности населения приведён в таблице 1.1. Площади определены согласно генплану населенного пункта.

Расчеты сводятся в таблицу 1.1.



Таблица 1.1 – Расчёт численности населения города

№ квартала	Площадь квартала S, га	Плотность квартала P, чел./га	Численность населения N, чел.
I район			
15	5,25	465	2441,25
16	4,25	465	1976,25
17	4,75	465	2208,75
18	5,75	465	2673,75
19	3,75	465	1743,75
20	3,75	465	1743,75
21	4,75	465	2208,75
22	5,75	465	2673,75
23	3,75	465	1743,75
24	3,75	465	1743,75
25	4	465	1860
26	4,75	465	2208,75
27	3,25	465	1511,25
28	4	465	1860
29	4	465	1860
30	3,25	465	1511,25
31	3,25	465	1511,25
32	4	465	1860
33	4,75	465	2208,75
34	3,25	465	1511,25
35	4	465	1860
36	4	465	1860
37	3,25	465	1511,25
38	3,25	465	1511,25
39	2	465	930
40	2,5	465	1162,5
41	2,5	465	1162,5
42	2	465	930
43	2	465	930
44	2,5	465	1162,5
45	3,25	465	1511,25
46	3,25	465	1511,25
47	2,5	465	1162,5
48	2,5	465	1162,5
Итого:	123,5		57428
II район			
1	6	235	1410
2	7	235	1645
3	11,75	235	2761,25
4	8	235	1880
5	7,25	235	1703,75
6	8,5	235	1997,5
7	14,25	235	3348,75
8	9,5	235	2232,5
9	8,75	235	2056,25
10	5,25	235	1233,75
11	6,25	235	1468,75
12	10,5	235	2467,5
13	5,5	235	1292,5
14	2	235	470
Итого:	110,5		25968
Всего по городу	234		83396

$$Q_{сут.ср} = (260 \cdot 83396) / 1000 = 21683 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Средний часовой расход сточных вод

$$q_{час.ср} = Q_{сут.ср} / 24 = 21683 / 24 = 903 \text{ м}^3/\text{ч.} \quad (1.3)$$

Средний секундный расход

$$q = q_{час.ср} / 3,6 = 903 / 3,6 = 251 \text{ л/с,} \quad (1.4)$$

где  $q_{час.ср}$  – средний часовой расход в сутки среднего водоотведения,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  
 $q$  – средний секундный расход в сутки среднего водоотведения, л/с.

Расчётные общие максимальные и минимальные расходы сточных вод с учётом суточной, часовой и внутрисуточной неравномерности, согласно СП32.13330.2012 (п. 5.1.7), определяются по результатам компьютерного моделирования систем водоотведения, учитывающих графики притока сточных вод от зданий, жилых массивов, промпредприятий, протяжённость и конфигурацию сетей, наличие насосных станций и т.д., или по данным фактического графика водоподдачи при эксплуатации аналогичных объектов.

При отсутствии указанных данных допускается принимать общие коэффициенты по таблице 1 СП32.13330.2012.

Общий максимальный коэффициент неравномерности  $K_{genmax}$ , принят по среднему секундному расходу для каждого района в отдельности (СП32.13330.2012, п. 5.1.7, табл. 1).

$$q_{час.макс} = q_{час.ср} \cdot K_{gen.макс}, \quad (1.5)$$

$$q_{макс} = q \cdot K_{gen.макс}, \quad (1.6)$$

$$q_{час.макс} = 903 \cdot 1,55 = 1400 \text{ м}^3/\text{ч,}$$

$$q_{макс} = 251 \cdot 1,55 = 389 \text{ л/с.}$$

Расчётные максимальные расходы сточных вод от районов города приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Расчетные расходы сточных вод от районов города

№ района	Площадь района, га	Плотность населения, чел/га	Количество жителей, чел	Удельное водоотведение, л/сут на 1 чел	Средние расходы			$K_{genmax}$	Максимальные расходы		
					Суточный, $Q_{сут.ср}, M^3/сут$	Часовой, $Q_{час.ср}, M^3/ч$	Секундный, $q, л/с$		Суточный $q_{час.мах}, M^3/ч$	Часовой, $q_{час.мах}, M^3/ч$	Секундный, $q_{мах}, л/с$
I	123,5	465	57428	260	14931	622	173	23143	964	268	
II	110,5	235	25968	260	6752	281	78	10466	436	121	
Итого:	234		83396	260	21683	903	251	33609	1400	389	

### 1.3 Определение расчетных расходов сточных вод от промышленных предприятий

Сосредоточенный расход сточных вод от промышленных предприятий, сбрасываемый в городскую водоотводящую сеть, складывается из хозяйственно-бытовых, душевых и производственных расходов.

Расходы производственных сточных вод от промышленных предприятий определены с учётом норм водоотведения на единицу продукции и режима работы.

Расход производственных сточных вод от завода по производству аммиака

$$Q_{np,сут} = (q \cdot M) / n, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.7)$$

где  $q$  – норма водоотведения на единицу продукции,  $8,12 \text{ м}^3$ ;

$M$  – число единиц продукции в год,  $200000 \text{ т/год}$ ;

$n$  – число дней в году работы предприятия,  $365$  (режим работы круглосуточный).

Сосредоточенный расход сточных вод от завода по производству аммиака рассчитан по следующим исходным данным: норма водоотведения на единицу продукции,  $q = 8,12 \text{ м}^3$ , число единиц продукции в год,  $M = 200000 \text{ руб./год}$ , режим работы – круглосуточный, число дней в году работы предприятия,  $n = 365$ .

$$Q_{np,сут} = 8,12 \cdot 200000 / 365 = 4449,3 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{np,час} = 4449,3 / 24 = 185,38 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Расход производственных сточных вод от завода по производству светотехнического оборудования

$$Q_{np,сут} = 12,45 \cdot 700000 / 255 = 34176,5 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{np,час} = 34176,5 / 24 = 1424 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Сосредоточенный расход сточных вод от завода по производству светотехнического оборудования рассчитан по следующим исходным данным: норма водоотведения на единицу продукции,  $q = 12,45 \text{ м}^3$ , число единиц продукции в год,  $M = 700000 \text{ руб./год}$ , режим работы – 1 смена с 8 до 16 часов (8 часов), число дней в году работы предприятия,  $n = 255$ .

Полученные данные занесены в таблицу 1.2.

#### **1.4 Суммарный расход хозяйственно-бытовых сточных вод от всех категорий потребителей**

Суммарный расход хозяйственно-бытовых сточных вод в населенном пункте по часам суток определен с учетом всех объектов канализования (табл. 1.3).

Расходы (от местной промышленности и др.) приняты в размере 10% и учтены к суммарному расходу в последнем столбце таблицы.

Таблица 1.3 – Суммарный расход хозяйственно-бытовых сточных вод в населенном пункте по часам суток

Часы суток	Расход хозяйственно-бытовых сточных вод		Расход сточных вод от промышленного предприятия по производству аммиака (№1), м <sup>3</sup> /ч	Расход сточных вод от промышленного предприятия по производству светотехнического оборудования (№2) м <sup>3</sup> /ч	Суммарный расход, м <sup>3</sup> /ч	%
	%	м <sup>3</sup> /ч				
0-1	2,6	563,76	185,39		749,15	2,86
1-2	2,6	563,76	185,39		749,15	2,86
2-3	2,6	563,76	185,39		749,15	2,86
3-4	2,6	563,76	185,39		749,15	2,86
4-5	2,6	563,76	185,39		749,15	2,86
5-6	4,31	934,54	185,39		1119,93	4,28
6-7	5,32	1153,54	185,39		1338,93	5,12
7-8	5,2	1127,52	185,39		1312,91	5,02
8-9	6,46	1400,72	185,39	4,27	1590,38	6,08
9-10	6,46	1400,72	185,39	4,27	1590,38	6,08
10-11	6,46	1400,72	185,39	4,27	1590,38	6,08
11-12	4,6	997,42	185,39	4,27	1187,08	4,54
12-13	4	867,32	185,39	4,27	1056,98	4,04
13-14	4,8	1040,78	185,39	4,27	1230,44	4,70
14-15	5,32	1153,54	185,39	4,27	1343,2	5,13
15-16	5,32	1153,54	185,39	4,27	1343,2	5,13
16-17	5,32	1153,54	185,39		1338,93	5,12
17-18	5,32	1153,54	185,39		1338,93	5,12
18-19	4,31	934,54	185,39		1119,93	4,28
19-20	3	650,49	185,39		835,88	3,19
20-21	3	650,49	185,39		835,88	3,19
21-22	2,6	563,76	185,39		749,15	2,86
22-23	2,6	563,76	185,39		749,15	2,86
23-24	2,6	563,76	185,39		749,15	2,86
Итого:	100	21683,00	4449,32	34,18	26166,5	100

## 1.5 Определение расчетных расходов сточных вод на участках хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

С учётом рельефа местности населённого пункта принята пересечённая схема водоотведения. Трассировка участков хозяйственно-бытовой водоотводящей сети выполнена по двум схемам: объемлющей и по пониженной грани квартала. Назначены участки хозяйственно-бытовой водоотводящей сети.

Расходы сточных вод на участках сети определены по модулю стока.

Модуль стока определен по формуле

$$q_0 = q_{жк} \cdot P / (24 \cdot 3600) \text{ , л/с} \cdot 1 \text{ га,} \quad (1.8)$$

где  $q_{жк}$  – удельное водоотведение для данного района, л/с на 1 чел.;  
 $P$  – плотность населения данного района, чел./га.

Попутный расход сточной воды, определяется по формуле

$$q_n = q_0 \cdot S_{кв} \text{ , л/с,} \quad (1.9)$$

где  $S_{кв}$  – площадь рассчитываемого квартала, га.

Максимальный расход на данном участке, по формуле

$$q_{\max} = q \cdot K_{gen.\max} + q_{соср} \text{ , л/с,} \quad (1.10)$$

где  $K_{gen.\max}$  – общий коэффициент неравномерности притока сточных вод, определяется согласно [1];

$q_{соср}$  – сосредоточенный расход сточных вод, поступающих от промышленных предприятий, л/с;

$q$  – расчетный расход сточных вод на данном участке, л/с.

Попутным считается расход воды, который собирается по ходу трубопровода.

Боковым считается расход, поступающий из бокового участка относительно данного.

Транзитным, считается расход, поступающий из предыдущего участка по прямой.

Расчеты расходов сточных вод на участках хозяйственно-бытовой водоотводящей сети приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Расходы сточных вод на участках хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

№ участка	№ квартала	Площадь части квартала S, Га	Модуль стока q <sub>0</sub> , л/с с 1 га	Расходы, л/с				K <sub>ген.макс</sub>	qK <sub>ген.макс</sub>	Q <sub>согр</sub>	Q <sub>макс</sub>
				попутный	боковой	транзитный	расчетный				
1-3	1а	3,00	0,706	2,12	0,00	0,00	2,12	2,50	5,30		5,30
2-3	1б	3,00	0,706	2,12	0,00	0,00	2,12	2,50	5,30		5,30
3-5	2а	1,750	0,706	1,24	2,12	2,12	5,48	2,46	13,47		13,47
4-5	2б	5,250	0,706	3,71	0,00	0,00	3,71	2,50	9,27		9,27
5-7	3а	8,500	0,706	6,00	3,71	5,48	15,19	2,00	30,38		30,38
6-7	3б	3,250	0,706	2,29	0,00	0,00	2,29	2,50	5,74		5,74
7-9	4а	4,000	0,706	2,82	2,29	15,19	20,30	1,90	38,58		38,58
8-9	4б	4,000	0,706	2,82	0,00	0,00	2,82	2,50	7,06		7,06
9-10			0,706	0,00	2,82	20,30	23,12	1,88	43,47		43,47
10-20			0,706	0,00	23,12	0,00	23,12	1,88	43,47	1,19	44,66
11-13	5а	3,625	0,706	2,56	0,00	0,00	2,56	2,50	6,40		6,40
12-13	5б	3,625	0,706	2,56	0,00	0,00	2,56	2,50	6,40		6,40
13-15	6а	4,250	0,706	3,00	2,56	2,56	8,12	2,25	18,27		18,27
14-15	6б	4,250	0,706	3,00	0,00	0,00	3,00	2,50	7,50		7,50
15-17	7а	10,250	0,706	7,24	3,00	8,12	18,36	1,93	35,43		35,43
16-17	7б	4,000	0,706	2,82	0,00	0,00	2,82	2,50	7,06		7,06
17-19	8а	4,750	0,706	3,35	2,82	18,36	24,53	1,87	45,88		45,88
18-19	8б	4,750	0,706	3,35	0,00	0,00	3,35	2,50	8,38		8,38
19-20	9а	6,500	0,706	4,59	3,35	24,53	32,47	1,82	59,09		59,09
20-30	9б	2,250	0,706	1,59	32,47	23,12	57,18	1,69	96,63	1,19	97,82
31-35	15а	3,000	1,406	4,22	0,00	0,00	4,22	2,50	10,55		10,55
32-34	17а	2,375	1,406	3,34	0,00	0,00	3,34	2,50	8,35		8,35
46-33	21	4,750	1,406	6,68	0,00	0,00	6,68	2,37	15,83		15,83
33-34	17б	2,375	1,406	3,34	0,00	6,68	10,02	2,50	25,05		25,05
34-35	15б	2,250	1,406	3,16	3,34	10,02	16,52	2,11	34,86		34,86
21-23	10а	2,625	0,706	1,85	0,00	0,00	1,85	2,50	4,63		4,63
35-23	10б	2,625	0,706	1,85	4,22	16,52	22,59	2,50	56,48		56,48
23-25	11а	3,125	0,706	2,21	22,59	1,85	26,65	2,43	64,75		64,75



Продолжение таблицы 1.4

№ участка	№ квартала	Площадь части квартала S, Га	Модуль стока q <sub>0</sub> , л/с с 1 га	Расходы				K <sub>ген.макс</sub>	qK <sub>ген.макс</sub>	Q <sub>ср</sub> , л/с	Q <sub>макс</sub> , л/с
				попутный	боковой	транзитный	расчетный q, л/с				
24-39	16а	2,625	1,406	3,69	0,00	0,00	3,69	1,95	7,20		7,20
36-38	18а	2,875	1,406	4,04	0,00	0,00	4,04	2,50	10,11		10,11
49-37	22	5,750	1,406	8,08	0,00	0,00	8,08	2,25	18,19		18,19
37-38	18б	2,875	1,406	4,04	0,00	8,08	12,12	2,50	30,31		30,31
38-39	16б	1,625	1,406	2,28	4,04	12,12	18,44	2,09	38,55		38,55
39-25	11б	3,125	0,706	2,21	3,69	18,44	24,34	2,50	60,84		60,84
25-27	12а	7,750	0,706	5,47	24,34	26,65	56,46	2,03	114,62		114,62
26-27	12б	2,750	0,706	1,94	0,00	0,00	1,94	2,50	4,85		4,85
27-29	13а	3,500	0,706	2,47	1,94	56,46	60,87	1,94	118,09		118,09
28-29	13б	2,000	0,706	1,41	0,00	0,00	1,41	2,50	3,53		3,53
29-30			0,706	0,00	1,41	60,87	62,28	1,91	118,95		118,95
30-40	14	2,000	0,706	1,41	62,28	57,18	120,87	1,60	193,40	1,19	194,59
42-41	19	3,750	1,406	5,27	0,00	0,00	5,27	2,48	13,08		13,08
41-40			1,406	0,00	5,27	0,00	5,27	2,09	11,01		11,01
40-44	20	3,750	1,406	5,27	5,27	120,87	131,41	1,60	210,26	1,19	211,45
44-45	24	3,750	1,406	5,27	0,00	131,41	136,68	1,59	217,33	1,19	218,52
45-60	31	3,250	1,406	4,57	0,00	136,68	141,25	1,59	224,59	1,19	225,78
47-48	25	4,000	1,406	5,62	0,00	0,00	5,62	2,05	11,53		11,53
48-51			1,406	0,00	5,62	0,00	5,62	2,05	11,52		11,52
50-51	26	4,750	1,406	6,68	0,00	0,00	6,68	2,00	13,36		13,36
51-53			1,406	0,00	6,68	5,62	12,30	1,85	22,76		22,76
52-53	27	3,250	1,406	4,57	0,00	0,00	4,57	2,50	11,42		11,42
53-55			1,406	0,00	4,57	12,30	16,87	1,82	30,70		30,70
54-55	28	4,000	1,406	5,62	0,00	0,00	5,62	2,45	13,78		13,78
55-57			1,406	0,00	5,62	16,87	22,49	1,79	40,26		40,26
56-57	29	4,000	1,406	5,62	0,00	0,00	5,62	2,45	13,78		13,78
57-59			1,406	0,00	5,62	22,49	28,11	1,75	49,19		49,19
43-58	23	3,750	1,406	5,27	0,00	0,00	5,27	2,48	13,08		13,08

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	№ квартала	Площадь части квартала S, Га	Модуль стока $q_0$ , л/с с 1 га	Расходы				$K_{gen.max}$	$qK_{gen.max}$	$Q_{соор}$	$Q_{max}$
				попутный	боковой	транзитный	расчетный $q$ , л/с				
58-59	30	3,250	1,406	4,57	0,00	5,27	9,84	2,50	24,60		24,60
59-60			1,406	0,00	9,84	28,11	37,95	1,72	65,27		65,27
60-74	386	1,625	1,406	2,28	37,95	141,25	181,48	1,58	286,75	1,19	287,94
61-63	32а	2,000	1,406	2,81	0,00	0,00	2,81	2,50	7,03		7,03
62-63	326	2,000	1,406	2,81	0,00	0,00	2,81	2,50	7,03		7,03
63-65	33а	2,375	1,406	3,34	2,81	2,81	8,96	2,18	19,53		19,53
64-65	336	2,375	1,406	3,34	0,00	0,00	3,34	2,50	8,35		8,35
65-67	34а	1,625	1,406	2,28	3,34	8,96	14,58	2,00	29,17	51,5	80,67
66-67	346	1,625	1,406	2,28	0,00	0,00	2,28	2,50	5,71		5,71
67-69	35а	2,000	1,406	2,81	2,28	14,58	19,67	1,91	37,57	51,5	89,07
68-69	356	2,000	1,406	2,81	0,00	0,00	2,81	2,50	7,03		7,03
69-71	36а	2,000	1,406	2,81	2,81	19,67	25,29	1,86	47,04	51,5	98,54
70-71	366	2,000	1,406	2,81	0,00	0,00	2,81	2,50	7,03		7,03
71-73	37а	1,625	1,406	2,28	2,81	25,29	30,38	1,83	55,60	51,5	107,1
72-73	376	1,625	1,406	2,28	0,00	0,00	2,28	2,50	5,71		5,71
73-74	38а	1,625	1,406	2,28	2,28	30,38	34,94	1,80	62,90	51,5	114,4
74-84	43	2,000	1,406	2,81	34,94	181,48	219,23	1,57	344,19	52,69	396,88
75-77	39а	1,000	1,406	1,41	0,00	0,00	1,41	2,50	3,52		3,52
76-77	396	1,000	1,406	1,41	0,00	0,00	1,41	2,50	3,52		3,52
77-79	40а	1,250	1,406	1,76	1,41	1,41	4,58	2,50	11,44		11,44
78-79	406	1,250	1,406	1,76	0,00	0,00	1,76	2,50	4,39		4,39
79-81	41а	1,250	1,406	1,76	1,76	4,58	8,10	2,25	18,22		18,22
80-81	416	1,250	1,406	1,76	0,00	0,00	1,76	2,50	4,39		4,39
81-83			1,406	0,00	1,76	8,10	9,86	2,11	20,80		20,80
82-83	42	2,000	1,406	2,81	0,00	0,00	2,81	2,50	7,03		7,03
83-84			1,406	0,00	2,81	9,86	12,67	2,05	25,97		25,97
84-94	48	2,500	1,406	3,52	12,67	219,23	235,42	1,57	369,60	52,69	422,29
85-87	44а	1,250	1,406	1,76	0,00	0,00	1,76	2,50	4,39		4,39
86-87	446	1,250	1,406	1,76	0,00	0,00	1,76	2,50	4,39		4,39

Окончание таблицы 1.4

№ участка	№ квартала	Площадь части квартала S, Га	Модуль стока q <sub>0</sub> , л/с с 1 га	Расходы				K <sub>gen.m</sub> <sub>ax</sub>	qK <sub>gen.</sub> <sub>max</sub>	q <sub>ср</sub>	q <sub>max</sub>
				попутный	боковой	транзитный	расчетный q, л/с				
87-89	45а	1,000	1,406	1,41	1,76	1,76	4,93	2,50	12,32		12,32
88-89	45б	2,250	1,406	3,16	0,00	0,00	3,16	2,50	7,91		7,91
89-91	46а	0,750	1,406	1,05	3,16	4,93	9,14	2,17	19,84		19,84
90-91	46б	2,500	1,406	3,52	0,00	0,00	3,52	2,50	8,79		8,79
91-93			1,406	0,00	3,52	9,14	12,66	2,05	25,95		25,95
92-93	47	2,500	1,406	3,52	0,00	0,00	3,52	2,50	8,79		8,79
93-94			1,406	0,00	3,52	12,66	16,18	1,98	32,04		32,04
94-ГКНС			1,406	0,00	16,18	235,42	251,60	1,56	392,50	52,69	445,19

## 1.6 Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей производственно-бытовой сети

Гидравлический расчёт участков производственно-бытовой выполнен согласно требованиям СП 32.13330.2012 (п.5.2-5.5) от диктующих точек в сторону подключения уличных коллекторов к главному коллектору до главной канализационной насосной станции.

Гидравлический расчет канализационных самотечных трубопроводов (лотков, каналов) выполняется на расчетный максимальный секундный расход сточных вод по таблицам, графикам и номограммам. Основным требованием при проектировании самотечных коллекторов является пропуск расчетных расходов при самоочищающих скоростях движения транспортируемых сточных вод.

Гидравлические и конструктивные параметры водоотводящей сети выбираются с помощью таблиц Лукиных [3].

Наименьшие диаметры труб самотечных сетей для уличной сети следует принимать 200 мм.

Слой воды в трубе, определяется по формуле

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

Начальная глубина заложения уличной сети  $H$  определена с учетом возможности присоединения канализуемых объектов и необходимостью ее предохранения от промерзания

$$H_{нач} = h + i(L+1) - (Z_1 - Z_2) + \Delta d, \quad (1.12)$$

где  $h$  – глубина заложения лотка канализационной трубы в наиболее удаленном колодце квартала (определяется по генплану), м;

$i$  – уклон дворовой (внутриквартальной) сети;

$L$  – длина дворовой (внутриквартальной) сети на участке от наиболее отдаленного выпуска сточных вод (глубина квартала) до красной линии (красная линия показывает границу жилой застройки), м;

$l$  – длина трубы на участке от красной линии до колодца уличной сети, м;

$Z_1$  – отметка земли у наиболее удаленного колодца дворовой сети, м;

$Z_2$  – отметка земли у колодца уличной сети, м;

$\Delta d$  – разница диаметров уличной и дворовой сети, м.

Наименьшая глубина заложения лотка канализационных трубопроводов согласно СП 32.13330.2012 (п.6.2.4) принята: для труб диаметром до 500 мм 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.

Наименьшие диаметры труб для внутриквартальной и уличной сетей приняты соответственно 150 мм и 200 мм, разница диаметров участков дворовой и уличной сети  $\Delta d$  составляет 50 мм.

Уклон дворовой сети диаметром 150 мм следует принимать 0,005.

Максимальная глубина заложения трубопроводов при открытом способе производства работ диктуется гидрогеологическими, техническими и экономическими условиями, в данном курсовом проекте принята равной 7 м.

Данные гидравлического и геодезического расчетов приведены в таблице 1.5.

Падение на участке сети по формуле

$$\Delta h = L \cdot i, \quad (1.13)$$

где  $L$  – длина участка, м;

$i$  – уклон трубопровода.

Отметки поверхности земли определяются по генплану населенного пункта.

Отметки поверхности воды в начале и конце участка определяются по сумме отметок лотка в начале и конце участка и слоя воды в трубе

$$Z_g^n = Z_n^n + h, \text{ м}, \quad (1.14)$$

$$Z_g^k = Z_n^k + h, \text{ м}. \quad (1.15)$$

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

Отметка лотка трубы в диктующей точке по формуле

$$Z_n^n = Z_z^o - H_{\text{зад}}, \text{ м}, \quad (1.16)$$

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

Отметка лотка в начале второго и всех последующих участков

$$Z_n^n = Z_n^k - \Delta d, \quad (1.17)$$

где  $\Delta d$  – разница в диаметрах труб рассчитываемого и предыдущего участков.

Отметка лотка в конце любого участка сети по формуле

$$Z_n^k = Z_n^u - \Delta h, \text{ м}, \quad (1.18)$$

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

Глубина заложения трубы равна разнице отметок земли и лотка.

В случаях если рельеф местности не позволяет осуществлять самотечный режим движения сточных вод на очистные сооружения канализации, то устраиваются районные канализационные насосные станции, чтобы избежать большого заглубления коллекторов.

Как правило, насосные станции устанавливают в самой пониженной части канализуемой территории с учетом санитарных, планировочных и прочих условий местности.

Перед насосной станцией все канализационные линии, тяготеющие к ней, должны быть объединены одним общим коллектором, по которому сточные воды подводят к зданию насосной станции.

Насосные станции, как правило, располагаются в отдельных зданиях на территории зеленых массивов или вблизи складских территорий и промышленных предприятий (исключая пищевые). От жилых зданий насосные станции располагаются с учётом санитарно-защитной зоны.

Таблица 1.5 – Ведомость гидравлических и геодезических расчетов производственно-бытовых сточных вод

№ участка	Гидравлический расчет								Геодезический расчет							
	L, м	q <sub>max</sub> , л/с	d, мм	i	v, м/с	наполнение		Δh	геодезические отметки						Глубина заложения	
						h/d	h, м		поверхности земли		поверхности воды		поверхности лотка			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
1-3	225	5,30	200	0,005				1,13	209,04	208,34	205,43	204,31	205,43	204,31	3,61	4,04
2-3	305	5,30	200	0,005				1,53	209,63	208,340	206,07	204,55	206,07	204,55	3,56	3,80
3-5	295	13,47	200	0,005	0,74	0,6	0,12	1,48	208,34	206,54	204,43	202,95	204,31	202,83	4,04	3,71
4-5	305	9,27	200	0,005				1,53	208,07	206,54	204,77	203,25	204,77	203,25	3,30	3,30
5-7	470	30,38	300	0,0035	0,82	0,6	0,18	1,65	206,54	204,05	202,91	201,27	202,73	201,09	3,81	2,97
6-7	305	5,74	300	0,0035				1,07	204,88	204,05	201,37	200,30	201,37	200,30	3,51	3,75
7-9	355	38,58	300	0,0035	0,84	0,65	0,20	1,24	204,05	202,00	200,50	199,26	200,30	199,06	3,75	2,94
8-9	305	7,06	200	0,005				1,53	203,14	202,00	200,51	198,99	200,51	198,99	2,63	3,02
9-10	330	43,47	300	0,004	0,85	0,7	0,21	1,32	202,00	200,25	199,27	197,95	199,06	197,74	2,94	2,51
10-20	365	44,66	300	0,0035	0,85	0,7	210	1,28	200,25	200,41	197,25	195,97	197,04	195,76	3,21	4,65
11-13	220	6,40	200	0,005				1,10	210,75	209,85	207,23	206,13	207,23	206,13	3,52	3,72
12-13	365	6,40	200	0,005				1,83	211,69	209,85	208,31	206,49	208,31	206,49	3,38	3,36
13-15	295	18,27	250	0,004	0,75	0,55	0,14	1,18	209,85	208,34	206,22	205,04	206,08	204,90	3,77	3,44
14-15	360	7,50	200	0,005				1,80	210,30	208,34	206,88	205,08	206,88	205,08	3,42	3,26
15-17	475	35,43	300	0,0055	0,99	0,55	0,17	2,61	208,34	205,06	205,02	202,40	204,85	202,24	3,49	2,82
16-17	365	7,06	200	0,005				1,83	206,65	205,06	204,15	202,33	204,15	202,33	2,50	2,73
17-19	355	45,88	300	0,006	1,07	0,6	0,18	2,13	205,06	203,41	202,42	200,29	202,24	200,11	2,82	3,30
18-19	365	8,38	200	0,005				1,83	204,79	203,41	201,22	199,40	201,22	199,40	3,57	4,01
19-20	385	59,09	350	0,0055	1,1	0,55	0,19	2,12	203,41	200,41	199,44	197,32	199,25	197,13	4,16	3,28
20-30	440	97,82	500	0,0002	0,87	0,6	300	0,09	200,41	201,15	196,06	195,97	195,76	195,67	4,65	5,48
31-35	220	10,55	200	0,005	0,69	0,5	0,1	1,10	214,47	213,60	210,71	209,61	210,61	209,51	3,86	4,09
32-34	215	8,35	200	0,006				1,29	215,77	214,62	213,27	211,98	213,27	211,98	2,50	2,64
46-33	280	15,83	250	0,005	0,80	0,5	0,13	1,40	215,81	215,43	213,44	212,04	213,31	211,91	2,50	3,52
33-34	255	25,05	250	0,005	0,86	0,6	0,15	1,28	215,43	214,62	212,06	210,79	211,91	210,64	3,52	3,99
34-35	270	34,86	300	0,0045	0,90	0,55	0,17	1,22	214,62	213,60	210,75	209,54	210,59	209,37	4,04	4,23
21-23	225	4,63	200	0,005				1,13	213,00	212,00	209,46	208,34	209,46	208,34	3,54	3,66
35-23	270	56,48	350	0,0035	0,93	0,65	0,23	0,95	213,60	212,00	209,55	208,60	209,32	208,38	4,28	3,63

Продолжение таблицы 1.5

№ участка	Гидравлический расчет								Геодезический расчет							
	L, м	Q <sub>max</sub> , л/с	d, мм	i	v, м/с	наполнение		Δh	геодезические отметки						Глубина заложения	
						h/d	h		поверхности земли		поверхности воды		поверхности лотка			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
23-25	295	64,75	350	0,004	0,99	0,65	0,23	1,18	212,00	210,59	208,56	207,38	208,34	207,16	3,66	3,44
24-39	300	7,20	200	0,005				1,50	213,46	212,08	209,95	208,45	209,95	208,45	3,51	3,63
36-38	260	10,11	200	0,005	0,69	0,65	0,13	1,30	214,48	212,60	210,79	209,49	210,66	209,36	3,82	3,24
49-37	275	18,19	250	0,005	0,80	0,5	0,13	1,38	213,58	213,23	211,14	209,76	211,01	209,64	2,57	3,59
37-38	250	30,31	300	0,0045	0,86	0,5	0,15	1,13	213,23	212,60	209,74	208,61	209,59	208,46	3,64	4,14
38-39	175	38,55	300	0,0045	0,92	0,6	0,18	0,79	212,60	212,08	208,64	207,85	208,46	207,67	4,14	4,41
39-25	270	60,84	350	0,006	1,15	0,55	0,19	1,62	212,08	210,59	207,82	206,20	207,62	206,00	4,46	4,59
25-27	465	114,62	400	0,0045	1,18	0,75	0,3	2,09	210,59	207,31	206,25	204,16	205,95	203,86	4,64	3,45
26-27	265	4,85	200	0,007				1,86	209,00	207,31	206,50	204,65	206,50	204,65	2,50	2,66
27-29	355	118,09	400	0,0045	1,18	0,75	0,3	1,60	207,31	205,20	204,16	202,56	203,86	202,26	3,45	2,94
28-29	165	3,53	200	0,006				0,99	206,16	205,20	203,57	202,58	203,57	202,58	2,59	2,62
29-30	465	118,95	400	0,0045	1,18	0,75	0,3	2,09	205,20	201,15	202,56	200,47	202,26	200,17	2,94	2,5*
30-40	60	194,59	600	0,002	1	0,65	390	0,12	201,15	200,45	196,06	195,94	195,67	195,55	5,48	4,90
42-41	275	13,08	200	0,006	0,74	0,6	0,12	1,65	205,79	205,42	203,41	201,76	203,29	201,64	2,50	3,78
41-40	340	11,01	200	0,011	1,03	0,50	0,1	3,74	205,42	200,45	201,74	198,00	201,64	197,90	3,78	2,55
40-44	310	211,45	600,00	0,0020	1,02	0,7	420	0,62	200,45	200,83	195,97	195,35	195,55	194,93	4,90	5,90
44-45	315	218,52	600	0,0019	1,01	0,75	450	0,60	200,83	200,80	195,18	194,59	194,73	194,14	6,10	6,66
45-60	265	225,78	600	0,0019	1,01	0,75	450	0,50	200,80	200,50	194,59	194,08	194,14	193,63	6,66	6,87
47-48	260	11,53	200	0,005	0,72	0,55	0,11	1,30	215,81	215,58	213,42	212,12	213,31	212,01	2,50	3,57
48-51	285	11,52	200	0,009	0,93	0,5	0,1	2,57	215,58	213,16	212,11	209,55	212,01	209,45	3,57	3,72
50-51	260	13,36	200	0,005	0,74	0,6	0,12	1,30	213,52	213,16	211,11	209,81	210,99	209,69	2,53	3,47
51-53	195	22,76	250	0,008	1,02	0,5	0,13	1,56	213,16	211,57	209,52	207,96	209,40	207,84	3,77	3,74
52-53	215	11,42	200	0,005	0,72	0,55	0,11	1,08	211,82	211,57	209,43	208,36	209,32	208,25	2,50	3,32
53-55	240	30,70	250	0,009	1,12	0,55	0,14	2,16	211,57	210,20	207,97	205,81	207,84	205,68	3,74	4,53
54-55	220	13,78	200	0,005	0,74	0,6	0,12	1,10	210,34	210,20	207,51	206,41	207,39	206,29	2,95	3,91
55-57	270	40,26	250	0,008	1,14	0,7	0,18	2,16	210,20	207,60	205,85	203,69	205,68	203,52	4,53	4,09

\* - на участке 29-30 установлен перепадной колодец



Продолжение таблицы 1.5

№ участка	Гидравлический расчет								Геодезический расчет							
	L, м	q <sub>max</sub> , л/с	d, мм	i	v, м/с	наполнение		Δh	геодезические отметки						Глубина заложения	
						h/d	h, м		поверхности земли		поверхности воды		поверхности лотка			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
56-57	215	13,78	200	0,005	0,74	0,6	0,12	1,08	208,17	207,60	205,79	204,72	205,67	204,60	2,50	3,01
57-59	220	49,19	300	0,007	1,15	0,65	0,2	1,54	207,60	204,48	203,71	202,17	203,52	201,98	4,09	2,51
43-58	320	13,08	200	0,005	0,74	0,6	0,12	1,60	205,85	205,04	203,47	201,87	203,35	201,75	2,50	3,29
58-59	215	24,60	250	0,01	1,14	0,5	0,13	2,15	205,04	204,48	201,83	199,68	201,70	199,55	3,34	4,93
59-60	280	65,27	350	0,006	1,18	0,6	0,21	1,68	204,48	200,50	199,71	198,03	199,50	197,82	4,98	2,68
60-74	280	287,94	800	0,0013	0,96	0,6	480	0,36	200,50	200,22	194,11	193,75	193,63	193,27	6,87	6,95
61-63	215	7,03	200	0,007				1,51	215,79	214,46	213,18	211,68	213,18	211,68	2,61	2,79
62-63	215	7,03	200	0,005				1,08	215,33	214,46	212,83	211,76	212,83	211,76	2,50	2,70
63-65	275	19,53	200	0,011	1,10	0,6	0,12	3,03	214,46	212,00	211,75	208,72	211,63	208,60	2,84	3,40
64-65	215	8,35	200	0,005				1,08	213,00	212,00	210,50	209,43	210,50	209,43	2,50	2,57
65-67	205	80,67	400	0,0025	0,87	0,7	280	0,51	212,00	210,91	208,83	208,32	208,55	208,04	3,45	2,87
66-67	215	5,71	200	0,005				1,08	211,44	210,91	208,83	207,76	208,83	207,76	2,61	3,16
67-69	240	89,07	400	0,0025	0,88	0,75	300	0,60	210,91	209,33	208,29	207,69	207,99	207,39	2,92	2,50
68-69	215	7,03	200	0,005				1,08	210,14	209,33	207,64	206,57	207,64	206,57	2,50	2,77
69-71	270	98,54	500	0,0020	0,87	0,6	300	0,54	209,33	205,80	203,68	203,14	203,68	203,14	5,65	2,50
70-71	215	7,03	200	0,008				1,72	207,36	205,80	204,86	203,14	204,86	203,14	2,50	2,66
71-73	220	107,10	500	0,0030	1,03	0,55	275	0,66	205,80	204,00	198,93	198,27	198,65	197,99	5,35	6,01
72-73	215	5,71	200	0,005				1,08	204,39	204,00	201,89	200,82	201,89	200,82	2,50	3,19
73-74	285	114,40	500	0,0025	0,97	0,6	300	0,71	204,00	200,22	198,38	198,02	198,08	197,72	3,39	2,50
74-84	200	396,88	800	0,0015	1,07	0,7	560	0,30	200,22	200,18	193,83	193,53	193,27	192,97	6,95	7,21
75-77	170	3,52	200	0,005				0,85	211,33	210,35	208,06	207,21	208,06	207,21	3,27	3,14
76-77	135	3,52	200	0,005				0,68	210,72	210,35	207,78	207,11	207,78	207,11	2,94	3,25
77-79	245	11,44	200	0,009	0,93	0,50	0,1	2,21	210,35	208,23	207,21	205,00	207,11	204,90	3,25	3,33
78-79	135	4,39	200	0,005				0,68	208,90	208,23	206,33	205,66	206,33	205,66	2,57	2,57
79-81	265	18,22	200	0,01	1,05	0,6	0,12	2,65	208,23	205,19	205,02	202,37	204,90	202,25	3,33	2,94
80-81	135	4,39	200	0,005				0,68	205,54	205,19	203,04	202,37	203,04	202,37	2,50	2,83

\* - на участке 73-74 установлен перепадной колодец

Окончание таблицы 1.5

№ участка	Гидравлический расчет								Геодезический расчет							
	L, м	Q <sub>max</sub> , л/с	d, мм	i	v, м/с	наполнение		Δh	Геодезические отметки						Глубина заложения	
						h/d	h, м		поверхности земли		поверхности воды		поверхности лотка			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
81-83	220	20,80	200	0,0110	1,10	0,6	0,12	2,42	205,19	203,33	202,37	199,95	202,25	199,83	2,94	3,50
82-83	135	7,03	200	0,005				0,68	204,00	203,33	201,33	200,66	201,33	200,66	2,67	2,68
83-84	290	25,97	250	0,0090	1,12	0,55	0,14	2,61	203,33	200,18	199,92	197,31	199,78	197,17	3,55	3,01
84-94	215	422,29	800	0,0014	1,05	0,75	600	0,30	200,18	200,24	198,11	197,81	197,51	197,21	2,67	3,03
85-87	170	4,39	200	0,005				0,85	210,71	209,64	207,26	206,41	207,26	206,41	3,45	3,23
86-87	175	4,39	200	0,005				0,88	210,19	209,64	207,30	206,43	207,30	206,43	2,89	3,21
87-89	240	12,32	200	0,009	0,93	0,5	0,1	2,16	209,64	206,95	206,51	204,35	206,41	204,25	3,23	2,70
88-89	175	7,91	200	0,005				0,88	208,00	206,95	205,50	204,63	205,50	204,63	2,50	2,32
89-91	265	19,84	200	0,01	1,05	0,6	0,12	2,65	206,95	204,93	204,37	201,72	204,25	201,60	2,70	3,33
90-91	170	8,79	200	0,005				0,85	205,10	204,93	202,60	201,75	202,60	201,75	2,50	3,18
91-93	225	25,95	250	0,008	1,06	0,55	0,14	1,80	204,93	202,93	201,69	199,89	201,55	199,75	3,38	3,18
92-93	170	8,79	200	0,005				0,85	203,33	202,93	200,83	199,98	200,83	199,98	2,50	2,95
93-94	290	32,04	250	0,008	1,09	0,6	0,15	2,32	202,93	200,24	199,90	197,58	199,75	197,43	3,18	2,81
94- ГКНС	135	445,19	800	0,0016	1,12	0,75	800	0,22	200,24	200,50	198,01	197,79	197,21	196,99	3,03	3,51
ГКНС - КОС	60	445,19	800	0,0016	1,12	0,75	800	0,10	200,50	200,00	197,79	197,70	196,99	196,90	3,51	3,10

## 1.7 Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети поверхностного стока

Расчет водоотводящей сети поверхностного стока производится согласно СП 32.13330.2012 (п.7).

Расход дождевых сточных вод определяется по методу предельных интенсивностей

$$q_r = z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F / (t_r^{1,2n-0,1}), \quad (1.19)$$

где  $z_{mid}$  – среднее значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока.

Среднее значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока, определяется по формуле

$$z_{mid} = \sum z_i \cdot F_i / \sum F_i, \quad (1.20)$$

где  $A, n$  – параметры;

$F$  – расчетная площадь стока, га;

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

Таблица 1.6 – Определение среднего значения коэффициента стока

Поверхность	%	Площадь, м <sup>2</sup>	Среднее значение коэффициента	Произведение $F \cdot z$ , м <sup>2</sup>
Крыши	27	121,5	0,294	35,721
Асфальтные покрытия	22	99	0,294	29,106
Гравийные садово-парковые дорожки	14	63	0,09	5,67
Спланированные площади без за-мощения	19	85,5	0,064	5,472
Газоны и зеленые насаждения	18	81	0,038	3,078
		$F_{общ} = 450$		$z_{mid} = 0,176$

Расчетная продолжительность дождя до расчетного участка:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \text{ МИН}, \quad (1.21)$$

где  $t_{con}$  – продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора, 0 мин;

$t_{can}$  – то же, по уличным лоткам до дождеприемника (при отсутствии их в пределах квартала), 5 мин;

$t_p$  – то же, по трубам до рассчитываемого сечения.

Расчетная продолжительность дождя до расчетного сечения определяется

$$t_p = 0,017 \cdot l_p / v_p , \quad (1.22)$$

где  $l_p$ – длина расчетных участков коллектора, м;

$v_p$ – расчетная скорость течения на участке, 0,7 м/с.

Расчетный расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей  $q_{cal}$ , л/с, следует определять по формуле

$$q_{cal} = \beta \cdot q_r , \text{ л/с}, \quad (1.23)$$

где  $\beta$ –коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима, 0,7.

Параметры  $A$  и  $n$  определяются по результатам обработки многолетних записей самопишущих дождемеров, зарегистрированных в данном конкретном пункте. При отсутствии обработанных данных допускается параметр  $A$  определять по формуле

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot (1 + \lg P / \lg m_r) \cdot \gamma , \quad (1.24)$$

$$A = 70 \cdot 20^{0,6} \cdot (1 + \lg 1,3 / \lg 90)^{1,54} = 461 ,$$

где  $q_{20}$  – интенсивность дождя, для данной местности продолжительностью 20 мин при  $P = 1$  год, 70 л/с на 1 га;

$n$  – показатель степени, 0,6;

$m_r$ –среднее количество дождей за год, 90;

$P$ –период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, 1,3 год;

$\gamma$  – показатель степени, 1,54.

Геодезический расчет ливневой сети производится аналогично геодезическому расчету производственно-бытовой сети.

Расчеты сводятся в таблицу 1.7.

Таблица 1.7 – Расчет водоотводящей сети поверхностного стока

№ участка	Площадь стока F, Га	Длина l, м	t <sub>p</sub> , мин	Q <sub>т</sub> , л/с	Q <sub>саль</sub> , л/с	Диаметр D, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение		Падение Δh, м	Геодезические отметки						Глубина заложения	
									h/d	слой, м		поверхности земли		поверхности воды		поверхности лотка		начало	конец
												начало	конец	начало	конец	начало	конец		
1-3	3	245	11,0	188,21	150,57	400	0,006	1,21	1	0,4	1,47	208,96	208,34	208,16	206,69	207,76	206,29	1,2	2,05
2-3	3	325	12,9	170,08	136,07	400	0,006	1,37	0,75	0,3	1,95	209,56	208,34	208,66	206,71	208,36	206,41	1,2	1,93
3-5	1,75	295	12,2	102,86	368,92	600	0,0045	1,37	1	0,6	1,33	208,34	206,30	206,69	205,36	206,09	204,76	2,25	1,54
4-5	5,25	325	12,9	297,64	238,11	500	0,005	1,28	1	0,5	1,63	207,92	206,30	207,22	205,60	206,72	205,10	1,2	1,21
5-7	8,5	475	16,5	413,00	937,43	1200	0,0016	1,39	0,6	0,72	0,76	206,30	203,87	204,88	204,12	204,16	203,40	2,14	1,20*
6-7	3,25	320	12,8	185,34	148,27	400	0,006	1,21	1	0,4	1,92	204,81	203,87	204,01	202,09	203,61	201,69	1,20	2,18
7-9	4	360	13,7	217,97	1260,09	1200	0,0016	1,47	0,75	0,9	0,58	203,87	201,83	201,79	201,21	200,89	200,31	2,98	1,52
8-9	4	320	12,8	228,11	182,49	500	0,005	1,40	0,65	0,33	1,60	202,91	201,83	202,04	200,44	201,71	200,11	1,2	1,72
9-11		305	12,4	0,00	1442,57	1400	0,0014	1,47	0,65	0,91	0,43	201,83	200,27	200,12	199,69	199,21	198,78	2,62	1,49
10-11	7,5	325	12,9	425,21	340,16	800	0,0025	1,28	0,55	0,44	0,81	200,72	200,27	199,96	199,15	199,52	198,71	1,2	1,56
11-ос		115	7,8	0,00	1782,74	1400	0,0014	1,52	0,75	1,05	0,16	200,27	199,50	199,16	199,00	198,11	197,95	2,16	1,55
12-14	3,625	250	11,1	225,87	180,69	500	0,0045	1,33	0,65	0,33	1,13	210,78	209,70	209,91	208,78	209,58	208,46	1,2	1,24
13-14	3,625	380	14,2	193,33	154,66	400	0,006	1,21	1,00	0,4	2,28	211,59	209,70	210,79	208,51	210,39	208,11	1,2	1,59
14-16	4,25	295	12,2	249,80	535,20	800	0,0025	1,40	0,75	0,6	0,74	209,70	208,19	208,31	207,57	207,71	206,97	1,99	1,22
15-16	4,250	380	14,2	226,66	181,33	500	0,0050	1,40	0,65	0,33	1,90	210,23	208,19	209,36	207,46	209,03	207,13	1,20	1,20*
16-18	10,25	475	16,5	498,03	1114,95	1200	0,0016	1,45	0,70	0,84	0,76	208,19	204,94	207,13	206,37	206,29	205,53	1,9	1,20*
17-18	4	375	14,1	214,47	171,57	500	0,0050	1,40	0,65	0,33	1,88	206,44	204,94	205,57	203,69	205,24	203,37	1,2	1,57
18-20	4,750	360	13,7	258,84	1493,60	1400	0,0014	1,47	0,65	0,91	0,50	204,94	203,17	203,38	202,87	202,47	201,96	2,47	1,21
19-20	4,750	380	14,2	253,33	202,66	500	0,0050	1,43	0,7	0,35	1,90	204,67	203,17	203,82	201,92	203,47	201,57	1,2	1,60
20-22	6,500	305	12,4	377,39	1998,18	1400	0,0014	1,53	0,8	1,12	0,43	203,17	200,79	201,79	201,36	200,67	200,24	2,50	1,20*
21-22	2,250	380	14,2	120,00	96,00	400	0,0060	1,29	0,6	0,24	2,28	201,88	200,79	200,92	198,64	200,68	198,40	1,2	2,39
22-ос		175	9,3	0,00	2094,18	1600	0,0017	1,75	0,6	0,96	0,30	200,79	199,59	198,16	197,86	197,20	196,90	3,59	2,69

\* - перепадной колодец

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	Площадь стока F, Га	Длина l, м	t <sub>p</sub> , мин	Q <sub>p</sub> , л/с	Q <sub>саль</sub> , л/с	Диаметр D, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение		Падение Δh, м	Геодезические отметки						Глубина заложения	
									h/d	слой, м		поверхности земли		поверхности воды		поверхности лотка		начало	конец
												начало	конец	начало	конец	начало	конец		
23-24	4,75	280	11,8	284,50	227,60	500	0,0045	1,21	1	0,5	1,26	215,66	215,42	214,96	213,70	214,46	213,20	1,2	2,22
24-26	2,375	305	12,4	137,89	337,91	600	0,004	1,29	1	0,6	1,22	215,42	214,51	213,70	212,48	213,10	211,88	2,32	2,63
25-26	2,375	230	10,6	152,16	121,73	400	0,005	1,25	0,75	0,3	1,15	215,65	214,51	214,75	213,60	214,45	213,30	1,2	1,21
26-28	2,25	275	11,7	135,63	568,14	1000	0,0018	1,3	0,6	0,6	0,50	214,51	213,47	211,88	211,39	211,28	210,79	3,23	2,68
27-28	3	240	10,8	189,51	151,61	400	0,006	1,21	1	0,4	1,44	214,39	213,47	213,59	212,15	213,19	211,75	1,2	1,72
28-30	2,625	330	13,0	147,96	838,12	1000	0,0017	1,33	0,75	0,75	0,56	213,47	211,86	211,54	210,97	210,79	210,22	2,68	1,64
29-30	2,625	240	10,8	165,82	132,66	400	0,005	1,1	1	0,4	1,20	212,94	211,86	212,14	210,94	211,74	210,54	1,2	1,32
30-37	3,125	290	12,0	184,82	1118,64	1200	0,0014	1,35	0,7	0,84	0,41	211,86	210,49	210,86	210,46	210,02	209,62	1,84	1,2*
31-32	5,75	280	11,8	344,39	275,51	600	0,0035	1,29	0,6	0,36	0,98	213,49	213,18	212,65	211,67	212,29	211,31	1,2	1,87
32-34	2,875	305	12,4	166,92	409,05	800	0,0025	1,32	0,6	0,48	0,76	213,18	212,47	211,59	210,83	211,11	210,35	2,07	2,12
33-34	2,875	270	11,6	174,43	139,55	400	0,006	1,21	1	0,4	1,62	214,44	212,47	213,64	212,02	213,24	211,62	1,2	1,2*
34-36	1,625	170	9,1	114,12	639,89	1000	0,0018	1,33	0,65	0,65	0,31	212,47	212,00	210,80	210,49	210,15	209,84	2,32	2,16
35-36	2,625	280	11,8	157,22	125,78	400	0,006	1,35	0,7	0,28	1,68	213,43	212,00	212,51	210,83	212,23	210,55	1,2	1,45
36-37	3,125	340	13,3	174,13	904,98	1000	0,0018	1,38	0,8	0,8	0,61	212,00	210,49	210,64	210,03	209,84	209,23	2,16	1,26
37-39	7,75	470	16,4	378,28	2326,24	1600	0,0017	1,8	0,65	1,04	0,80	210,49	207,00	209,67	208,87	208,63	207,83	1,86	1,2*
38-39	2,75	285	11,9	163,67	130,93	400	0,006	1,37	0,75	0,3	1,71	208,68	207,00	207,78	206,07	207,48	205,77	1,2	1,23
39-41	3,5	350	13,5	192,85	2611,46	1600	0,0017	1,82	0,7	1,12	0,60	207,00	204,97	205,69	205,10	204,57	203,98	2,43	1,2*
40-41	2	180	9,4	138,19	110,55	400	0,006	1,32	0,65	0,26	1,08	206,00	204,97	205,06	203,98	204,80	203,72	1,2	1,25
41-43		320	12,8	0,00	2722	1600	0,0017	1,82	0,7	1,12	0,54	204,97	202,12	203,64	203,10	202,52	201,98	2,45	1,2*
42-43	2	75	6,8	151,43	121,15	400	0,006	1,35	0,7	0,28	0,45	202,56	202,12	201,64	201,19	201,36	200,91	1,2	1,21
43-ос		225	10,5	0,00	2843,15	1600	0,0017	1,82	0,7	1,12	0,38	202,12	199,48	200,83	200,45	199,71	199,33	2,41	1,2*

\* - перепадной колодец

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	Площадь стока F, Га	Длина l, м	t <sub>p</sub> , мин	Q <sub>р</sub> , л/с	Q <sub>саль</sub> , л/с	Диаметр D, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение		Падение Δh, м	Геодезические отметки						Глубина заложения	
									h/d	слой, м		поверхности земли		поверхности воды		поверхности лотка		начало	конец
												начало	конец	начало	конец	начало	конец		
44-45	3,75	260	11,3	230,53	184,428	500	0,0045	1,36	0,7	0,35	1,17	205,64	205,32	204,79	203,62	204,44	203,27	1,2	2,05
45-47		215	10,2	0,00	184,428	500	0,0045	1,36	0,7	0,35	0,97	205,32	202,88	203,62	202,65	203,27	202,30	2,05	1,2*
46-47	3,75	225	10,5	241,97	193,578	500	0,0045	1,36	0,7	0,35	1,01	202,79	202,88	201,94	200,93	201,59	200,58	1,2	2,30
47-ос		225	10,5	0,00	378,005	600	0,0045	1,37	1	0,6	1,01	202,88	199,44	201,08	200,07	200,48	199,47	2,40	1,2*
48-49	4	240	10,8	252,69	202,148	500	0,0035	1,07	1	0,5	0,84	215,69	215,38	214,99	214,15	214,49	213,65	1,2	1,73
49-51		280	11,8	0,00	202,148	500	0,0035	1,07	1	0,5	0,98	215,38	212,91	214,15	213,17	213,65	212,67	1,73	1,2*
50-51	4,75	240	10,8	300,06	240,051	600	0,0025	1,14	0,7	0,42	0,60	213,43	212,91	212,65	212,05	212,23	211,63	1,2	1,28
51-53		200	9,9	0,00	442,199	800	0,002	1,24	0,7	0,56	0,40	212,91	211,44	211,99	211,59	211,43	211,03	1,48	1,2*
52-53	3,25	245	11,0	203,89	163,114	500	0,004	1,25	0,65	0,33	0,98	211,72	211,44	210,85	209,87	210,52	209,54	1,2	1,90
53-55		245	11,0	0,00	605,313	1000	0,0018	1,3	0,6	0,6	0,44	211,44	210,09	209,64	209,20	209,04	208,60	2,40	1,49
54-55	4	240	10,8	252,69	202,148	500	0,0035	1,07	1	0,5	0,84	210,22	210,09	209,52	208,68	209,02	208,18	1,2	1,91
55-57		275	11,7	0,00	807,461	1000	0,0018	1,37	0,75	0,75	0,50	210,09	207,20	208,43	207,94	207,68	207,19	2,41	1,2*
56-57	4	240	10,8	252,69	202,148	500	0,0035	1,07	1	0,5	0,84	208,00	207,20	207,30	206,46	206,80	205,96	1,2	1,24
57-60		220	10,3	0,00	1009,61	1200	0,0015	1,38	0,65	0,78	0,33	207,20	204,13	206,04	205,71	205,26	204,93	1,94	1,2*
58-59	3,75	310	12,5	216,41	173,131	500	0,004	1,28	0,7	0,35	1,24	205,54	204,80	204,69	203,45	204,34	203,10	1,2	1,70
59-60	3,25	250	11,1	202,50	335,134	800	0,0025	1,28	0,55	0,44	0,63	204,80	204,13	203,24	202,62	202,80	202,18	2,00	1,96
60-63		210	10,1	0,00	1344,74	1200	0,0015	1,43	0,8	0,96	0,32	204,13	201,50	202,74	202,42	201,78	201,46	2,36	1,2*
61-62	3,75	285	11,9	223,18	178,547	500	0,005	1,4	0,65	0,33	1,43	202,76	202,42	201,89	200,46	201,56	200,14	1,2	2,29
62-63	3,25	275	11,7	195,91	335,274	600	0,004	1,46	0,75	0,45	1,10	202,42	201,50	200,49	199,39	200,04	198,94	2,39	2,57
63-ос		150	8,6	0,00	1680,0	1400	0,0014	1,5	0,7	0,98	0,21	201,50	199,48	199,12	198,91	198,14	197,93	3,37	1,56

\* - перепадной колодец

Продолжение таблицы 1.7

№ участка	Площадь стока F, Га	Длина l, м	t <sub>p</sub> , мин	Q <sub>р</sub> , л/с	Q <sub>саль</sub> , л/с	Диаметр D, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение		Падение Δh, м	Геодезические отметки						Глубина заложения	
									h/d	слой, м		поверхности земли		поверхности воды		поверхности лотка		начало	конец
												начало	конец	начало	конец	начало	конец		
64-66	2	230	10,6	128,13	102,51	400	0,005	1,21	0,65	260	1,15	215,65	214,27	214,71	213,56	214,45	213,30	1,2	1,2*
65-66	2	230	10,6	128,13	102,51	400	0,005	1,21	0,65	260	1,15	215,25	214,27	214,31	213,16	214,05	212,90	1,2	1,37
66-68	2,375	280	11,8	142,25	318,81	800	0,0025	1,28	0,55	440	0,70	214,27	211,85	212,94	212,24	212,50	211,80	1,77	1,2*
67-68	2,375	235	10,7	151,08	120,87	500	0,0045	1,26	0,55	275	1,06	212,81	211,85	211,89	210,83	211,61	210,55	1,2	1,30
68-70	1,625	200	9,9	108,81	526,73	1000	0,0018	1,3	0,6	600	0,36	211,85	210,79	210,65	210,29	210,05	209,69	1,80	1,2*
69-70	1,625	235	10,7	103,37	82,70	400	0,006	1,25	0,55	220	1,41	211,38	210,79	210,40	208,99	210,18	208,77	1,2	2,02
70-72	2	245	11,0	125,47	709,81	1000	0,0018	1,33	0,65	650	0,44	210,79	209,00	208,82	208,38	208,17	207,73	2,62	1,27
71-72	2	230	10,6	128,13	102,51	400	0,006	1,32	0,65	260	1,38	210,00	209,00	209,06	207,68	208,80	207,42	1,2	1,58
72-74	2	275	11,7	120,56	908,76	1200	0,0015	1,34	0,6	720	0,41	209,00	205,57	207,34	206,93	206,62	206,21	2,38	1,2*
73-74	2	230	10,6	128,13	102,51	400	0,006	1,32	0,65	260	1,38	206,94	205,57	206,00	204,62	205,74	204,36	1,2	1,21
74-76	1,625	220	10,3	105,62	1095,76	1200	0,0015	1,38	0,65	780	0,33	205,57	203,33	204,34	204,01	203,56	203,23	2,01	1,2*
75-76	1,625	235	10,7	103,37	82,70	400	0,006	1,25	0,55	220	1,41	204,13	203,33	203,15	201,74	202,93	201,52	1,2	1,81
76-78	1,625	210	10,1	107,18	1264,20	1200	0,0015	1,42	0,75	900	0,32	203,33	200,70	201,62	201,31	200,72	200,41	2,61	1,2*
77-78	1,625	230	10,6	104,11	83,29	400	0,006	1,25	0,55	220	1,38	201,23	200,70	200,25	198,87	200,03	198,65	1,2	2,05
78-ос		150	8,6	0,00	1347,49	1200	0,0015	1,43	0,8	960	0,23	200,70	199,44	198,81	198,59	197,85	197,63	2,85	1,82

\* - перепадной колодец



Окончание таблицы 1.7

№ участка	Площадь стока F, Га	Длина l, м	t <sub>p</sub> , мин	Q <sub>р</sub> , л/с	Q <sub>саль</sub> , л/с	Диаметр D, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение		Падение Δh, м	Геодезические отметки						Глубина заложения	
									h/d	слой, м		поверхности земли		поверхности воды		поверхности лотка		начало	конец
												начало	конец	начало	конец	начало	конец		
79-80	16,5	375	14,1	884,68	707,74	1000	0,0018	1,33	0,65	650	0,68	211,78	210,80	211,23	210,56	210,58	209,91	1,2	1,2*
80-84	1,25	210	10,1	82,45	773,70	1000	0,0018	1,36	0,7	700	0,38	210,80	209,42	210,30	209,92	209,60	209,22	1,2	1,2*
81-83	1	155	8,8	72,02	57,62	300	0,007	1,18	0,65	195	1,09	210,66	210,22	209,66	208,57	209,46	208,38	1,2	1,85
82-83	1	185	9,5	68,54	54,83	300	0,007	1,18	0,65	195	1,30	211,27	210,22	210,27	208,97	210,07	208,78	1,2	1,44
83-84	1,25	225	10,5	80,66	176,98	500	0,0045	1,33	0,65	325	1,01	210,22	209,42	208,50	207,49	208,18	207,16	2,05	2,26
84-88	1	250	11,1	62,31	1000,53	1200	0,0015	1,38	0,65	780	0,38	209,42	206,42	207,24	206,87	206,46	206,09	2,96	1,2*
85-87	1,25	145	8,5	91,61	73,29	300	0,007	1,08	1	300	1,02	208,73	208,00	207,83	206,82	207,53	206,52	1,2	1,48
86-87	1,25	230	10,6	80,08	64,07	300	0,007	1,08	1	300	1,61	210,10	208,00	209,20	207,59	208,90	207,29	1,2	1,2*
87-88	2,25	225	10,5	145,18	253,50	500	0,005	1,28	1	500	1,13	208,00	206,42	206,82	205,69	206,32	205,19	1,68	1,23
88-92	0,75	265	11,4	45,80	1290,67	1200	0,0015	1,42	0,75	900	0,40	206,42	204,80	205,39	204,99	204,49	204,09	1,93	1,2*
89-91	1,25	145	8,5	91,61	73,29	300	0,007	1,08	1	300	1,02	205,42	205,03	204,52	203,51	204,22	203,21	1,20	1,82
90-91	1,25	225	10,5	80,66	64,53	300	0,007	1,08	1	300	1,58	207,06	205,03	206,16	204,59	205,86	204,29	1,20	1,2*
91-92,	2,5	225	10,5	161,31	266,87	600	0,004	1,42	0,65	390	0,90	205,03	204,80	203,30	202,40	202,91	202,01	2,12	2,80
92-94		220	10,3	0,00	1557,54	1400	0,0014	1,47	0,65	910	0,31	204,80	202,53	202,12	201,81	201,21	200,90	3,60	1,63
93-94	4,5	375	14,1	241,28	193,02	500	0,005	1,43	0,7	350	1,88	203,38	202,53	202,53	200,66	202,18	200,31	1,20	2,22
94-96		215	10,2	0,00	1750,56	1400	0,0014	1,52	0,75	1050	0,30	202,53	200,71	200,46	200,15	199,41	199,10	3,12	1,61
95-96	4,5	375	14,1	241,28	193,02	500	0,005	1,43	0,7	350	1,88	200,73	200,71	199,88	198,01	199,53	197,66	1,20	3,06
96-ос		170	9,1	0,00	1943,58	1400	0,0014	1,53	0,8	1120	0,24	200,71	199,50	197,88	197,64	196,76	196,52	3,96	2,98

\* - перепадной колодец

## 1.8 Схема очистки поверхностного стока

Поверхностный сток с территории населенных пунктов и площадок предприятий является одним из интенсивных источников загрязнения окружающей среды различными примесями природного и техногенного происхождения, в первую очередь нефтепродуктами и взвешенными веществами. В связи с этим при очистке поверхностных сточных вод приоритетным является удаление взвешенных веществ и нефтепродуктов до норм сброса в городскую канализацию или рыбохозяйственные водоёмы.

Согласно действующему природоохранному законодательству всем предприятиям и жилищным объединениям запрещено проводить сброс ливневых стоков в естественные и искусственные водные объекты в неочищенном виде. Очистка ливневых стоков выполняется в очистных сооружениях, рассчитанных и выполненных в соответствии с требованиями законодательства природоохраны. На ливневые очистные сооружения должна отводиться наиболее загрязненная часть поверхностного стока, которая образуется в природные периоды выпадения дождей, таяния снегов, а также техногенных стоков - мойки дорожных покрытий.

Для очистки ливневого стока используем ливневую систему «Флотенк».

В основе первой ступени очистки – пескоотделитель, гасящий скорость потока до ламинарного с осаждением твердых частиц на дне емкости за счет гравитации.

На второй ступени очистки происходит осаждение взвешенных веществ и выделение механически эмульгированных нефтепродуктов и масел. Этот этап обеспечивается блоком маслобензоотделителя. В маслобензоотделителе установлены коалесцентные модули, представляющие собой тонкослойные гофрированные пластины. При прохождении потока сквозь коалесцентные модули изменяется его скорость, что приводит к отслаиванию растворенных нефтепродуктов и осаждению взвешенных веществ, с последующим закреплением капель нефтепродуктов на гидрофобных поверхностях пластин модуля и отрывом укрупнившихся частиц на поверхность. Масло и нефтепродукты образуют единый слой на поверхности емкости. Возможно оснащение маслобензоотделителя губчатым полимерным фильтром. Маслобензоотделитель снабжен датчиком-сигнализатором, который контролирует уровень всплывших нефтепродуктов.

Сорбционный блок образует третью ступень очистки дождевых стоков. В качестве сорбента используются гидрофобные угольные композиции. В них производится глубокая доочистка и бактериологическое обеззараживание сточных вод. Перед сбросом очищенной воды в канализацию или на рельеф устанавливается колодец для отбора проб, оснащенный дисковым затвором и предназначенный для отбора проб очищенного стока. Ливневая очистка стоков направлена на защиту почвы и воды от опасных загрязнений,

а система водоотведения препятствует затоплению территории, приводящей к разрушению фундамента строений.

## 1.9 Главная канализационная насосная станция

Главная насосная станция предназначена для перекачки сточных вод на очистные сооружения после предварительной очистки на решетках-дробилках.

Надземная часть станции – прямоугольная, размером 12×21 м. В надземной части насосной станции расположены: бытовые помещения, КТП, вентиляционные камеры, тепловой ввод, механическая мастерская, кладовая. Подземная часть – круглая в плане (глубина подводящего коллектора – 7,23 м). Подземная часть ГНС разделена глухой водонепроницаемой перегородкой на два отсека; в одном из них расположены решетки-дробилки, приемный резервуар, в другом - машинный зал.

Во избежание затопления на подводящем коллекторе устанавливаются две задвижки с гидроприводами для отключения станции во время аварии. Управление задвижками – механическое от аварийного уровня воды в резервуаре. Ввод коллектора в станцию предусматривается по двум трубопроводам диаметром 700 мм. На подводящем коллекторе установлена камера разделения потока на два трубопровода.

Вода на хозяйственно-питьевые и производственные нужды подается из городского водопровода по одному вводу. Стоки от санитарных приборов сбрасываются непосредственно в канал приемного резервуара перед решетками-дробилками. Теплоносителем для системы горячего водоснабжения и отопления служит перегретая вода с параметрами 70-150°С. Система отопления принята горизонтальная, проточная.

В проекте предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция. В помещении решеток дробилок и резервуаров запроектирована механическая вентиляция в размере пятикратного воздухообмена. Причем 80% воздуха удаляется из канала решеток, и 20% из верхней зоны. Вытяжная система снабжена резервным вентилятором, включающимся автоматически при выключении основного.

В машинном зале вентиляция запроектирована из расчета превышения температуры в летнее время в рабочей зоне на 10% выше наружной, т.к. пребывание в нем людей кратковременно. В бытовых помещениях предусмотрена механическая приточная вентиляция, вытяжка - естественная через дефлектор.

### 1.9.1 Приемный резервуар

Емкость приемного резервуара определяется

$$W_{рез} = \frac{0,25 \cdot Q_{нас}}{n_1}, \text{ м}^3, \quad (1.25)$$

$$W_{рез} = \frac{0,25 \cdot 1090,27}{2} = 545,14 \text{ м}^3,$$

где  $Q_{нас}$  – производительность насосов  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  
 $n_1$  – количество включений насосов в час.

Дно приемного резервуара имеет уклон  $i = 0.1$  к приемку, в котором расположены воронки всасывающих трубопроводов. Приемный резервуар оборудован трубопроводами для взмучивания осадка и смыва его со стенок и днища. Подача воды на взмучивание и обмыв регулируется задвижками с ручным приводом. Спуск в приемный резервуар осуществляется через специальные люки по стремянкам.

### 1.9.2 Помещение решеток-дробилок

Решетки-дробилки представляют собой комбинированный механизм, предназначенный для задержания и подводного дробления крупных отбросов, находящихся в сточной жидкости и исключающий ручные работы по обработке отбросов.

К установке принимается две решетки-дробилки РД-600 (1 рабочая и 1 резервная).

Технические характеристики:

Пропускная способность по воде, $\text{м}^3/\text{сут}$ .....	48000
Диаметр барабана, мм.....	625
Частота вращения барабана, 1/мин.....	24
Мощность электродвигателя, кВт.....	1
Частота вращения электродвигателя, об/мин.....	1500
Передаточное отношение редуктора.....	60
Масса, кг.....	1800
Размеры, мм:	
высота.....	2170
длина.....	1340
ширина.....	810

### 1.9.3 Машинное отделение

В машинном зале размещены 4 основных технологических насоса GrundFosS2-288 (2 рабочих и 2 резервный); два насоса для подачи воды на уплотнение сальников основных насосов ЗК-6 (1 рабочий и 1 резервный) и два дренажных насоса НСЦ-3 (1 рабочий и 1 резервный). Насосы

GrundFosS2-288 монтируются каждый на общей плите с электродвигателем, насос на раме комплексно с электродвигателем и щитом управления.

Насосы GrundFosS2-288 установлены под залив. Работа их автоматизирована в зависимости от уровня сточных вод в приемном резервуаре.

При не включении или аварийной остановке любого насоса, а также при аварийном уровне сточных вод в приемном резервуаре, предусмотрено автоматическое включение резервного насоса.

Диаметры всасывающих и напорных трубопроводов приняты в соответствии с производительностью насосов и допустимых [1] скоростей движения сточных вод:

во всасывающих трубопроводах  $V = 0.7-1,5$  м/с;

в напорных трубопроводах  $V = 1,0-2,5$  м/с.

Для уменьшения износа валов основных насосов предусмотрено гидравлическое уплотнение сальников водопроводной водой, подаваемой под давлением, превышающем давление, развиваемое основным насосом на  $0.3 - 0,5$  кг/см<sup>2</sup>.

Для обеспечения разрыва струи воды, подаваемой из сети хозяйственно-питьевого водопровода на технические нужды, установлен бак разрыва струи  $W = 180$  л.

Для сбора воды от мытья полов машинного отделения предусмотрен сборный лоток, заканчивающийся приемком.

Для монтажа и демонтажа насосов с электродвигателями и арматуры и для производства работ в машинном зале предусмотрены:

в надземной части – таль электрическая ТЭ 320-52120-00, грузоподъемностью 3,2 т; в подземной части – кран мостовой ручной 3,2-5,1, грузоподъемностью 3,2 т, и таль червячная – 3,2 т.

#### 1.9.4 Расчет насосной станции для перекачки сточных вод

Максимальный часовой приток к насосной станции  $Q_1 = 1602,70$  м<sup>3</sup>/ч.

По данной максимальной производительности насосной станции  $Q_1$  назначаем количество напорных трубопроводов  $n = 2$ .

Расход по каждому трубопроводу

$$Q_1 = \frac{1000 \cdot Q_1}{3600 \cdot n}, \quad (1.26)$$

$$Q_1 = \frac{1000 \cdot 1602,27}{3600 \cdot 2} = 222,6 \text{ л/с.}$$

При известном расходе  $q_1$ , исходя из экономических соображений и рекомендуемой скорости движения сточных вод в напорных трубопроводах  $V_n = 1-2,5$  м/с, [2], назначаем диаметр труб  $d = 500$  мм.

При этом  $V = 1,3$  м/с;  $i = 0,004$ .

Потери напора в наружных напорных трубопроводах

$$h_n = 1,05 \cdot i_n \cdot l_n, \text{ м} \quad (1.27)$$

где  $i_n$  – гидравлический уклон, определен по [4];

$l_n$  – длина напорных линий, м;

1,05 – коэффициент, учитывающий местные сопротивления.

$$h_n = 1,05 \cdot 0,004 \cdot (135 \cdot 2) = 1,134 \text{ м.}$$

Требуемый напор насосов определяется по формуле

$$H = H_r + h_{nc} + h_n + h_{зап}, \text{ м}, \quad (1.28)$$

где  $H_r$  – геометрическая высота подъема жидкости, м;

$h_{nc}$  – потери напора в пределах насосной станции; 2 м;

$h_n$  – потери напора в наружных напорных трубопроводах;

$h_{зап}$  – запас на излив жидкости из трубопровода; 1 м.

Геометрическая высота подъема определяется как разность между отметкой  $L_2$ , на которую производится подъем сточной воды и расчетной отметкой сточной воды в приемном резервуаре  $L_1$

$$H_r = L_2 - L_1 = 200,5 - 194,99 = 5,51 \text{ м}, \quad (1.29)$$

Отметка сточной воды в приемном резервуаре:

$$L_1 = L_k - a = 196,99 - 2 = 194,99 \text{ м},$$

где  $L_k$  – отметка дна подводящего коллектора, 196,99 м;

$a$  – расстояние от дна коллектора до среднего уровня жидкости в резервуаре, 2 м.

$$H = 5,51 + 2 + 1,134 + 1 = 9,64 \text{ м.}$$

Принята установка четырех однотипных насосов: 2 рабочих и 2 резервный. Подбор рабочих насосов осуществлен на  $H = 9,64$  м.

Выбран насос GrundFosS2-288 со следующими характеристиками:  $Q = 1100$  м<sup>3</sup>/ч;  $H = 10$  м; частота вращения  $n = 730$  об/мин; мощность электродвигателя 28 кВт; масса 900 кг.



Таблица 1.8 – Приток и откачка сточных вод на КНС

Часы суток	Приток, м <sup>3</sup>			Откачка, м <sup>3</sup>		Наличие воды в резервуаре	Режим работы
	от населения $K_{gen}^{max}=1,47$		за предыдущий час, м <sup>3</sup>	за час	за предыдущий час		
	%	м <sup>3</sup>					
0 – 1	2,6	680,33	680,33	380,04	582,29	98,04	1н-25мин
1 – 2	2,6	680,33	1360,66	456,04	1347,58	13,08	1н-30мин
2 – 3	2,6	680,33	2040,99	380,04	1929,87	111,12	1н-25мин
3 – 4	2,6	680,33	2721,32	456,04	2695,16	26,16	1н-30мин
4 – 5	2,6	680,33	3401,64	380,04	3277,44	124,2	1н-25мин
5 – 6	4,31	1127,78	4529,42	1140,11	4464,53	64,89	1н-1ч+1н-15мин
6 – 7	5,32	1392,06	5921,48	1520,15	5822,9	98,58	1н-1ч+1н-40мин
7 – 8	5,2	1360,66	7282,14	1520,15	7189,56	92,58	1н-1ч+1н-40мин
8 – 9	6,46	1690,36	8972,5	1596,16	8812,5	159,99	1н-1ч+1н-45мин
9 – 10	6,46	1690,36	10662,85	1672,16	10618,45	44,4	1н-1ч+1н-50мин
10 – 11	6,46	1690,36	12353,2	1596,16	12241,39	111,81	1н-1ч+1н-45мин
11 – 12	4,6	1203,66	13556,86	1292,13	13440,7	116,16	1н-1ч+1н-25мин
12 – 13	4	1046,66	14603,52	1064,10	14469,51	134,01	1н-1ч+1н-10мин
13 – 14	4,8	1256	15859,52	1520,15	15797,66	61,86	1н-1ч+1н-40мин
14 – 15	5,32	1392,06	17251,57	1520,15	17129,56	122,01	1н-1ч+1н-40мин
15 – 16	5,32	1392,06	18643,63	1520,15	18461,47	182,16	1н-1ч+1н-40мин
16 – 17	5,32	1392,06	20035,69	1520,15	19912,45	123,24	1н-1ч+1н-40мин
17 – 18	5,32	1392,06	21427,75	1520,15	21381,7	46,05	1н-1ч+1н-40мин
18 – 19	4,31	1127,78	22555,52	1216,12	22399,61	155,91	1н-1ч+1н-20мин
19 – 20	3	785	23340,52	1216,12	23225,95	114,57	1н-1ч+1н-20мин
20 – 21	3	785	24125,51	1140,11	24106,79	18,72	1н-1ч+1н-15мин
21 – 22	2,6	680,33	24805,84	684,07	24770,92	34,92	1н-45мин
22 – 23	2,6	680,33	25486,17	380,04	25353,21	132,96	1н-25мин
23 – 24	2,6	680,33	26166,5	475,98	26166,5	0	1н-32мин
Итого	100	26166,5	—	—	—	—	—

## 1.10 Канализационные очистные сооружения

При проектировании очистных сооружений канализации необходимым условием является защита окружающей среды (водного и воздушного бассейнов) от загрязнений, образующихся в процессе очистки сточных вод и поступающих в водоем и атмосферу.

Загрязнение водоема, в который производится сброс сточных вод, отрицательно сказывается на состоянии его фауны и флоры. Загрязнение воздушного бассейна влияет на условия проживания населения в прилегающих районах.

Для защиты водоема от загрязнений определяются условия выпуска сточных вод, при которых качество воды в реке не снижается ниже установленных предельно допустимых концентраций.

Защита населённых пунктов от влияния очистных сооружений обеспечивается соблюдением размеров санитарно-защитной зоны.

При проектировании очистных сооружений разрабатываются такие технические решения, которые уменьшают отрицательное воздействие очистных сооружений на окружающую среду. К числу таких решений относятся:

- применение оборудования и технологических процессов, обеспечивающих надежную работу сооружений и малую вероятность их остановки;
- использование в аэрационных сооружениях мелкопузырчатых пневмоаэраторов, работающих в режиме "мягкой" аэрации, что сокращает количество аэрозольных выбросов;
- соблюдение санитарно-гигиенических и водоохраных требований.

### 1.10.1 Концентрация загрязнений в хозяйственно-бытовых сточных водах

Количество загрязнений поступающих на КОС от населения города

$$P = \frac{N \cdot n_n}{10^6}, \text{ т/сут}, \quad (1.30)$$

где  $N$  – количество жителей города, чел;

$n_n$  – количество загрязнений от одного жителя в сутки, г/чел.·сут.

Количество загрязнений:

– по взвешенным веществам

$$P_o^{вв} = \frac{83396 \cdot 65}{10^6} = 5,42 \text{ т / сут}$$

– по БПК<sub>полн</sub> (в неосветленной воде)

$$P_{\sigma}^{БПК} = \frac{83396 \cdot 60}{10^6} = 5,004 \text{ м / сут}$$

– по азоту общему

$$P_{\sigma}^{N_{NH_4}} = \frac{83396 \cdot 13}{10^6} = 1,08 \text{ м / сут}$$

– по азоту аммонийному

$$P_{\sigma}^{N_{NH_4}} = \frac{83396 \cdot 10,5}{10^6} = 0,88 \text{ м / сут}$$

– по фосфору общему

$$P_{\sigma}^{P_2O_5} = \frac{83396 \cdot 2,5}{10^6} = 0,21 \text{ мг / л}$$

– по фосфатам

$$P_{\sigma}^{P_2O_5} = \frac{83396 \cdot 1,5}{10^6} = 0,12 \text{ м / сут}$$

– по БПК<sub>полн</sub>

$$P_{\sigma}^{Cl} = \frac{83396 \cdot 72}{10^6} = 6,004 \text{ м / сут}$$

### **1.10.2 Количество загрязнений, поступающих на КОС с производственными сточными водами**

Количество загрязнений, поступающих на КОС от предприятия по производству аммиака (№1):

– по взвешенным веществам

$$P_{\sigma}^{вв} = \frac{4449,32 \cdot 7}{10^6} = 0,03 \text{ м / сут}$$

– по сухому остатку

$$P_{см}^{сущ.осм} = \frac{4449,32 \cdot 620}{10^6} = 2,76m / сут$$

– по  $Ca^{2+}$

$$P_{см}^{Ca} = \frac{4449,32 \cdot 85}{10^6} = 0,38m / сут$$

– по  $Mg^{2+}$

$$P_{общ}^M = \frac{4449,32 \cdot 25}{10^6} = 0,11m / сут$$

– по  $Cl^-$

$$P_{см} = \frac{4449,32 \cdot 55}{10^6} = 0,245m / сут$$

– по  $SO_4$

$$P_{см}^T = \frac{4449,32 \cdot 275}{10^6} = 1,22$$

– по  $Fe^{общ}$

$$P_{см} = \frac{4449,32 \cdot 0,4}{10^6} = 0,002m / сут$$

– по P

$$P_{см} = \frac{4449,32 \cdot 0,3}{10^6} = 0,001m / сут$$

– по  $N_{общ}$

$$P_{см} = \frac{4449,32 \cdot 0,3}{10^6} = 0,001m / сут$$

Количество загрязнений, поступающих на КОС от предприятия по производству светотехнического оборудования (№2):

– по взвешенным веществам

$$P = \frac{34,18 \cdot 500}{10^6} = 0,02 m / \text{cym} .$$

– по сухому остатку

$$P = \frac{34,18 \cdot 100}{10^6} = 0,003 m / \text{cym} .$$

– по  $Zn^{2+}$

$$P = \frac{34,18 \cdot 0,4}{10^6} = 0,00001 m / \text{cym} .$$

– по  $BPK_5$

$$P = \frac{34,18 \cdot 50}{10^6} = 0,002 m / \text{cym} .$$

– по  $Cu^{2+}$

$$P = \frac{34,18 \cdot 2,1}{10^6} = 0,00007 .$$

– по  $Ni^{2+}$

$$P = \frac{34,18 \cdot 1,3}{10^6} = 0,00004 m / \text{cym} .$$

– по  $Cr^{2+}$

$$P = \frac{34,18 \cdot 4,1}{10^6} = 0,0001 m / \text{cym} .$$

– по СПАВ

$$P = \frac{34,18 \cdot 50}{10^6} 2,1 = 0,0001 m / \text{cym} .$$

– по  $Cd^{2+}$

$$P = \frac{34,18 \cdot 0,42}{10^6} = 0,00001 \text{ м / сут}$$

Общее количество загрязнений, поступающих на КОС

$$P_{\text{общ}} = \frac{(P_{\text{нас}} + P_{\text{нн1}} + P_{\text{нн2}} + P_{\text{нн3}}) \cdot 10^6}{Q}, \text{ т/сут.} \quad (1.31)$$

– по взвешенным веществам

$$C_{\text{см}} = \frac{(5,42 + 0,03 + 0,02) \cdot 10^6}{26166,5} = 209,05 \text{ м / сут}$$

– по БПК<sub>5</sub>

$$P_{\text{общ}} = \frac{(5,004 + 0,002) \cdot 10^6}{26166,5} = 191,31 \text{ м / сут}$$

– по БПК<sub>полн</sub>

$$P_{\text{общ}} = \frac{6,004 \cdot 10^6}{26166,5} = 229,45 \text{ м / сут}$$

– по азоту общему

$$P_{\text{общ}} = \frac{(1,08 + 0,001) \cdot 10^6}{26166,5} = 41,31 \text{ м / сут}$$

– по азоту аммонийному

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,88 \cdot 10^6}{26166,5} = 33,63 \text{ м / сут}$$

– по фосфору общему

$$P_{\text{общ}} = \frac{(0,21 + 0,001) \cdot 10^6}{26166,5} = 8,06 \text{ м / сут}$$

– по фосфатам

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,12 \cdot 10^6}{26166,5} = 4,59 \text{ м / сут}$$

– по хлоридам

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,245 \cdot 10^6}{26166,5} = 9,36 \text{ м / сут .}$$

– по СПАВ

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,0001 \cdot 10^6}{26166,5} = 0,004 \text{ м / сут .}$$

– по сухому остатку

$$P_{\text{общ}} = \frac{(2,76 + 0,003) \cdot 10^6}{26166,5} = 105,59 \text{ м / сут .}$$

– по кальцию

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,38 \cdot 10^6}{26166,5} = 14,52 \text{ м / сут .}$$

– по магнию

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,11 \cdot 10^6}{26166,5} = 4,2 \text{ м / сут .}$$

– по сульфатам

$$P_{\text{общ}} = \frac{1,22 \cdot 10^6}{26166,5} = 46,62 \text{ м / сут .}$$

– по железу общему

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,002 \cdot 10^6}{26166,5} = 0,08 \text{ м / сут .}$$

– по кадмию

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,00001 \cdot 10^6}{26166,5} = 0,0004 \text{ м / сут .}$$

– по хрому

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,0001 \cdot 10^6}{26166,5} = 0,004 \text{ м / сут.}$$

– по цинку

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,00001 \cdot 10^6}{26166,5} = 0,0004 \text{ м / сут.}$$

– по меди

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,00007 \cdot 10^6}{26166,5} = 0,003 \text{ м / сут.}$$

– по никелю

$$P_{\text{общ}} = \frac{0,00004 \cdot 10^6}{26166,5} = 0,002 \text{ м / сут.}$$

### 1.10.3 Расчет необходимой степени очистки

Определение состава сточных вод, допустимого к водоотведению основывается на установлении допустимых концентраций загрязняющих сточную воду веществ.

Разбавление является одним из основных факторов обезвреживания сточных вод. Хотя при разбавлении общее количество поступившего в водный объект (далее приемник сточных вод) загрязняющего вещества не изменяется, обезвреживающий эффект весьма существен. Разбавление действует одинаково как на консервативные, так и на неконсервативные вещества. Разбавление сточной жидкости в потоке приемника сточных вод обусловлено смешением загрязненных струй со смежными, более чистыми струями под воздействием турбулентного перемешивания.

В практике расчетов используются понятия: кратность разбавления  $n$  и коэффициент смешения  $\gamma$ .

Кратность разбавления – это количественная характеристика интенсивности процесса снижения концентрации загрязняющих веществ в водоемах или водотоках, вызванного перемешиванием и разбавлением сточных вод в окружающей водной среде.

Установление допустимых концентраций, для неконсервативных загрязняющих веществ производится на основании действующего нормативного документа [5] и условий смешения по формуле



$$C_i^{CB} = n \cdot (ПДК_i - C_i^P) + C_i^P, \text{ мг/л}, \quad (1.32)$$

где  $C_i^{CB}$  – предельно-допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водного объекта;

- фоновая концентрация  $i$ -го компонента в речной воде;
- наименьшая кратность сезонного разбавления.

Допустимая концентрация для неконсервативных веществ

$$C_i^{CB} = n \cdot (ПДК_i \cdot e^{kt} - C_i^P) + C_i^P, \text{ мг/л}, \quad (1.33)$$

где  $k$  – коэффициент неконсервативности органических веществ, показывающий скорость потребления кислорода и зависящий от характера органических веществ, принимается согласно [6];

$t$  – продолжительность пробега воды от места выпуска сточных вод до расчетного створа, сут.

Допустимая концентрация для взвешенных веществ

$$m = P \cdot \left( \frac{\gamma \cdot Q}{q} + 1 \right) + b, \text{ мг/л}, \quad (1.34)$$

где  $P$  – допустимое по санитарным правилам увеличение содержания взвешенных веществ в водном объекте после спуска сточных вод,  $\text{г/м}^3$ ;

– коэффициент смешения;

$Q$  – расход речных вод,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;

$q$  – расход сточных вод,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;

$b$  – содержание взвешенных веществ в воде водного объекта до спуска сточных вод,  $\text{г/м}^3$ .

Допустимая концентрация для  $БПК_{\text{полн}}$

$$C_i^{CB} = n \cdot \left( ПДК_i - ПДК_{см} \right) \cdot e^{k_0 t} - C_i^P + C_i^P, \text{ мг/л}, \quad (1.35)$$

где  $ПДК_{см}$  –  $БПК_{\text{полн}}$ , обусловленная метаболитами и органическими веществами, смываемыми в водоток атмосферными осадками с площади водосбора на последнем участке пути перед контрольным створом длиной 0,5 суточного пробега;

$k_0$  – осредненное значение коэффициента неконсервативности органических веществ, обуславливающих  $БПК_{\text{полн}}$  фона и сточных вод,  $1/\text{сут}$ .

Для расчета допустимой концентрации сброса сточных вод приняты следующие условия:

- контрольный створ по санитарно-гигиеническим требованиям устанавливается непосредственно в месте выпуска сточных вод;
- контрольный створ по рыбохозяйственным требованиям устанавливается на расстоянии 500 м от места выпуска сточных вод;
- ассимилирующая способность водоема учитывается в контрольном створе;
- допустимая концентрация в сточных водах не должна приводить к ухудшению качества речной воды, для веществ, содержание которых в рабочем фоновом створе выше установленных предельно-допустимых концентраций.

Если фактическая концентрация выше фоновых значений и превышает предельно-допустимую концентрацию, то допустимая концентрация устанавливается по нормативным требованиям.

Расчет кратности разбавления производится по расчетным формулам в соответствии с вышеуказанной методикой, сводится в таблицу 1.9.

Коэффициент диффузии для открытого русла

$$D = \frac{g \cdot V \cdot H}{37 \cdot n_{ш} \cdot C^2}, \quad (1.36)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;

$V$  – скорость речной воды,  $\text{м/с}$ ;

$H$  – средняя глубина реки,  $\text{м}$ ;

$n_{ш}$  – коэффициент шероховатости ложа реки, определяется по справочным данным Срибного, принят равным 0,04, т.к. река имеет сравнительно чистые русла, извилистые, с некоторыми неправильностями в направлении струй, или же прямые, но с неправильностями в рельефе дна (отмели, промоины, местами камни); некоторое увеличение количества водорослей;

$C$  – коэффициент Шези, при  $H < 5 \text{ м}$ .

Коэффициент Шези определяется по формуле

$$C = \frac{R^y}{n_{ш}}, \quad (1.37)$$

где  $R$  – гидравлический радиус потока (глубина реки),  $\text{м}$ ;

$y$  – показатель степени.

Показатель степени  $y$  определяется

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n_{ш}} - 0,1). \quad (1.38)$$

Коэффициент диффузии для периода ледостава  $D$

$$D = \frac{g \cdot \sqrt{R_{np}}}{37 \cdot n_{np} \cdot C_{np}^2}, \quad (1.39)$$

где  $R_{np}$  – приведенное значение гидравлического радиуса, м;  
 $n_{np}$  – приведенное значение коэффициента шероховатости;  
 $C_{np}$  – приведенное значение коэффициента Шези.

Приведенное значение гидравлического радиуса

$$R_{np} = \frac{1}{2} \cdot H. \quad (1.40)$$

Приведенное значение коэффициента шероховатости:

$$n_{np} = n_{iu} \left[ 1 + \left( \frac{n_l}{n_{iu}} \right)^{1,5} \right]^{0,67}, \quad (1.41)$$

где  $n_l$  – коэффициент шероховатости нижней поверхности льда.

$$C_{np} = \frac{R^{y_{np}}}{n_{np}}, \quad (1.42)$$

где  $y_{np}$  – приведенная степень.

Приведенная степень определяется:

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n_{iu}} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R_{np}} \cdot (\sqrt{n_{iu}} - 0,1). \quad (1.43)$$

Коэффициент, учитывающий гидравлические условия в реке:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q^2}}, \quad (1.44)$$

где  $\varphi$  – коэффициент извилистости русла;  
 $\xi$  – коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод;  
 $D$  – коэффициент турбулентности диффузии.

Коэффициент смешения, показывающий какая часть речного расхода, смешивается со сточными водами в максимально загрязненной струе расчет-

ного створа:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}, \quad (1.45)$$

где L – расстояние от выпуска до расчетного створа по фарватеру.

Кратность основного разбавления:

$$n_0 = \frac{q + \gamma \cdot Q}{q}. \quad (1.46)$$

Расчет кратности разбавления приведён в таблицу 1.9.

Таблица 1.9– Расчет кратности основного разбавления

Наименование показателей	Расчетная формула	Единицы измерения	Расчетная величина	
			для зимнего времени	для летнего времени
Расход сточных вод	q	м <sup>3</sup> /с	0,303	0,303
Расход речной воды, min, 95% обеспеченности	Q	м <sup>3</sup> /с	110	110
Гидравлический радиус потока	R≈H	м	-	4,5
Скорость речной воды	V	м/с	1,3	1,3
Средняя глубина	H	м	4,5	4,5
Коэффициент диффузии (для открытого русла)	D = g·v·H/ 37·n <sub>ш</sub> ·C <sup>2</sup>	м <sup>2</sup> /с	-	0,03
Коэффициент Шези	C=R <sup>y</sup> /n <sub>ш</sub>	м <sup>0,5</sup> /с	-	34,33
Коэффициент диффузии (для периода ледостава)	D = g·R <sub>пр</sub> <sup>0,5</sup> /37· n <sub>пр</sub> ·C <sub>пр</sub> <sup>2</sup>		0,044	-
Приведенный коэффициент шероховатости	n <sub>пр</sub> = n <sub>ш</sub> ·(1 + (n <sub>л</sub> /n <sub>ш</sub> ) <sup>1,5</sup> ) <sup>0,67</sup>		0,165	-
Приведенный коэффициент Шези	C <sub>пр</sub> = R <sub>пр</sub> <sup>y<sup>пр</sup></sup> /n <sub>пр</sub>		7,39	-
Приведенный показатель степени	y <sub>пр</sub> = 2,5·n <sub>пр</sub> <sup>0,5</sup> - 0,13 - 0,75·R <sub>пр</sub> <sup>0,5</sup> ·(n <sub>пр</sub> <sup>0,5</sup> - 0,1)		0,54	-
Коэффициент, учитывающий гидравлические условия в реке	α = ζ·φ·(D/q) <sup>0,333</sup>		0,81	1,097
Коэффициент смешения	γ = 1 - e <sup>-α·L<sup>0,333</sup></sup> / (1 + Q/q·e <sup>-α·L<sup>0,333</sup></sup> )		0,64	0,94
Расстояние до расчетного створа	L		500	500
Кратность разбавления	n = q + Q·γ/q	м	232,02	343,43

### 1.10.4 Необходимая степень очистки сточной воды

Необходимая степень очистки определена по следующим загрязняющим веществам:

– по взвешенным веществам

$$m = \Delta C \left( \frac{\gamma \cdot Q_p}{q} + 1 \right) + C_p, \text{ мг/л}, \quad (1.47)$$

где  $\Delta C = 0,25 \text{ мг/л}$  – для водоемов I-ой категории.

$$m = 0,25 \left( \frac{0,64 \cdot 110}{0,303} + 1 \right) + 10 = 68,34 \text{ мг/л}$$

– по растворенному кислороду в воде водоема

$$L_{cm}^{O_2} = \frac{2,5 \cdot \gamma \cdot Q_p}{q} (C_{O_2p} - 0,4 \cdot L_p - 6) - 15, \text{ мг}O_2/\text{л}, \quad (1.48)$$

$$L_{cm}^{O_2} = \frac{2,5 \cdot 0,64 \cdot 110}{0,303} (8,5 - 0,4 \cdot 2,8 - 6) - 15 = 786,59 \text{ мг}O_2/\text{л}$$

– по температуре

$$T_{cm} = \Delta T \left( \frac{\gamma \cdot Q_p}{q} + 1 \right) + T_p, \quad (1.49)$$

$$T_{cm} = 3 \cdot \left( \frac{0,64 \cdot 110}{0,303} + 1 \right) + 10 = 710,03^\circ C.$$

### 1.10.5 Определение обобщенных гидрохимических показателей качества воды водного объекта

Обобщенные гидрохимические показатели качества воды водного объекта определены по каждому ЛПВ с учётом показателей состава речной воды (табл. 1.10).

Таблица 1.10 – Показатели состава речной воды

Показатели состава речной воды	Концентрация, мг/л	ПДК, мг/л	ЛПВ	Класс опасности
СПАВ	0,4	0,5	с-т	4
Железо общее	0,04	0,1	токс.	4
Хлориды	80	300	с-т	4э
Сульфаты	16	100	с-т	-
Азот аммонийный	0,09	0,39	токс.	4
БПКполн.	2	3	-	-
Взвешенные вещества	3	3,25	-	-
Фосфаты	0,004	0,05	с-т	4
Медь	0,0007	0,001	токс.	3
Никель	0,008	0,01	т	3
Нефтепродукты	2,2	0,01		

Допустимая концентрация для неконсервативных веществ

$$C_i^{CB} = n \cdot (ПДК_i \cdot e^{-k \cdot t} - C_i^P) + C_i^P, \text{ мг/л}, \quad (1.50)$$

$$C_{СПАВ}^{CB} = 232,02 \cdot (0,5 \cdot e^{0,0060,015} - 0,4) + 0,4 = 23,61 \text{ мг/л},$$

$$C_{нефт}^{CB} = 232,02 \cdot (0,5 \cdot e^{0,0060,015} - 0,01) + 0,01 = 9,29 \text{ мг/л}.$$

Допустимая концентрация для консервативных веществ

$$C_i^{CB} = n \cdot (ПДК_i - C_i^P) + C_i^P, \text{ мг/л}, \quad (1.51)$$

$$C_{железо}^{CB} = 232,02 \cdot (0,1 - 0,04) + 0,04 = 13,96 \text{ мг/л},$$

$$C_{хлориды}^{CB} = 232,02 \cdot (300 - 80) + 80 = 51124,4 \text{ мг/л},$$

$$C_{сульфат}^{CB} = 232,02 \cdot (100 - 16) + 16 = 19505,68 \text{ мг/л},$$

$$C_{NH_4}^{CB} = 232,02 \cdot (0,39 - 0,009) + 0,09 = 88,49 \text{ мг/л},$$

$$C_{кальций}^{CB} = 232,02 \cdot (180 - 2,2) + 2,2 = 41253,16 \text{ мг/л},$$

$$C_{фосфаты}^{CB} = 232,02 \cdot (0,05 - 0,04) + 0,04 = 2,36 \text{ мг/л},$$

$$C_{медь}^{CB} = 232,02 \cdot (0,001 - 0,0007) + 0,0007 = 0,07 \text{ мг/л},$$

$$C_{никель}^{CB} = 232,02 \cdot (0,01 - 0,008) + 0,008 = 105,82 \text{ мг/л}.$$

Допустимая концентрация для взвешенных веществ

$$m = P \cdot \left( \frac{\gamma \cdot Q}{q} + 1 \right) + b, \text{ мг/л}, \quad (1.52)$$

$$m = 0,25 \cdot \left( \frac{0,64 \cdot 110}{0,303} \right) + 209,05 = 267,14 \text{ мг/л}.$$

Допустимая концентрация для БПК<sub>полн</sub>

$$L_{cm}^{БПК} = \frac{\gamma \cdot Q_p}{q \cdot 10^{-k_c \cdot t}} (L_{ng} - L_p \cdot 10^{-k_p \cdot t}) + \frac{L_{ng}}{10^{-k_c \cdot t}}, \text{ мг/л}, \quad (1.53)$$

где  $L_{ng}$  – предельно допустимое БПК, мгО<sub>2</sub>/л;

$L_p$  – содержание органических загрязнений по анализу БПК, мгО<sub>2</sub>/л;

$K_c=K_p$  – константы скорости потребления кислорода загрязнениями, содержащимися в сточной и речной воде соответственно;

$t$  – время протока воды от места выпуска до расчетного створа, сут.

Время протока воды от места выпуска до расчетного створа

$$t = \frac{L \cdot \varphi}{v_p \cdot 86400}, \text{ сут}, \quad (1.54)$$

$$t = \frac{500 \cdot 1,03}{0,5 \cdot 86400} = 0,012 \text{ сут}$$

$$K_c = K_p = K_{20} \cdot 1,047^{(T - T_{20})} = 0,1 \cdot 1,04^{(0 - 20)} = 0,12,$$

$$L_{cm}^{БПК} = \frac{0,64 \cdot 110}{0,303 \cdot 10^{-0,12 \cdot 0,015}} (3 - 2,8 \cdot 10^{-0,12 \cdot 0,015}) + \frac{3}{10^{-0,12 \cdot 0,015}} = 52,38 \text{ мгО}_2 / \text{л}$$

### 1.10.6 Определение состава сточных вод, допустимого к водоотведению в водный объект

Установление допустимых концентраций загрязняющих веществ проводится на основании действующих нормативных документов и условий смешения по формуле

$$C_i^{CB} = n \cdot (ПДК_i - C_i^p) + C_i^p, \quad (1.55)$$

где  $ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м<sup>3</sup>;

$n$  – кратность разбавления;

$C_i^p$  – фоновая концентрация речной воды, г/м<sup>3</sup>.

Результаты расчетов сводятся в таблицу 1.11.



Таблица 1.11 – Состав сточных вод, допустимый к сбросу в водоем

Показатель загрязнения	ПДК, мг/л	ЛПВ	Класс опасности	Концентрация сточных вод, г/м <sup>3</sup>				
				фактическая	Э, %	на выходе из КОС	допустимая	принятая к проекту
Взвешенные вещества	3,25		-	209,05	—	12	267,14	12
БПКполн	3			229,45	—	10	52,38	10
Азот аммонийный	0,39	токс.	4	33,63	50	15,3	88,49	15,3
Железо общее	0,1	т	4	0,08	50	0,04	13,96	0,04
Фосфаты	0,05	с-г	4	4,59	80	0,918	2,36	0,918
Сульфаты	100	с-г	-	46,62	—	46,62	19505,68	46,62
Хлориды	300	с-г	4э	9,36	—	9,36	51124,4	9,36
СПАВ	0,2	с-г	4	0,004	50	0,0008	23,61	0,0008
Медь	0,001	т	3	0,003	80	0,0006	0,07	0,0006
Никель	0,01	т	3	0,002	50	0,001	105,82	0,001

### 1.10.7 Подбор технологической схемы для очистки сточных вод на очистных сооружениях

Технология полной биологической очистки (ПБО) представляет собой комплекс сооружений, состоящий из следующих устройств (рис.1):

Р – решетки, относятся к механическому виду очистки устанавливаются перед сооружениями с целью извлечения из сточных вод крупных фракций, которые могут засорить трубопроводы и каналы. Минимальная ширина прозоров между стержнями решеток 16-20 мм[1].

П – песколовки – это сооружения для предварительного выделения из сточных вод минеральной части загрязнения песка размером 0,2-0,25 мм.

ОП – отстойники, сооружение в виде резервуаров для осаждения из сточных вод грубодисперсных примесей под действием силы тяжести.

АНД – аэротенки с нитрификацией и денитрификацией для улучшения очистки по примесям азотной группы.

ОВ – вторичное отстаивание для осаждения активного ила.

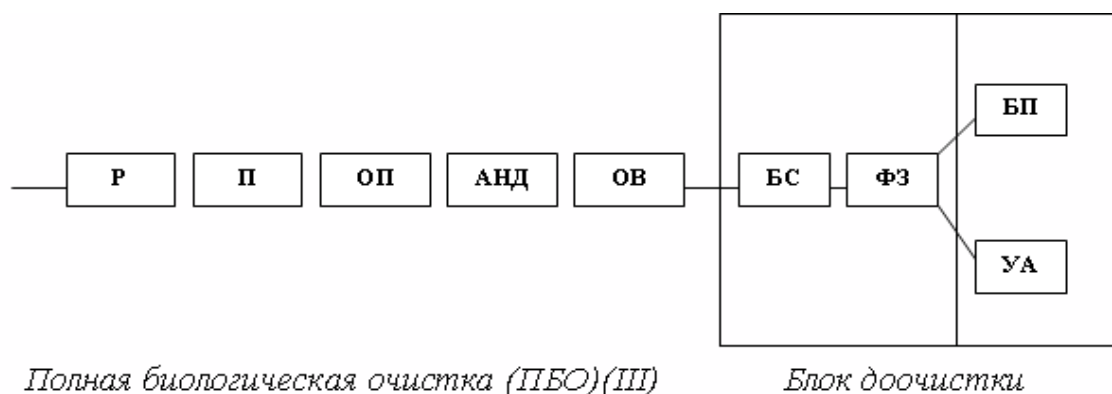


Рисунок 1 – Типовая схема очистных сооружений  
**(ДРУГОЙ РИСУНОК!)**

Сточная вода поступает в приемную камеру, после чего направляется к зданиям решеток, где улавливаются крупные загрязнения. Затем вода движется к песколовкам, где очищается от песка и других минеральных примесей. Песчаная пульпа из песколовки отводится на песковые площадки. Далее сточная вода поступает в первичные отстойники, после чего в аэротенк. Из воздухоподводящих устройств в аэротенк подается воздух, из насосной – циркуляционный активный ил. После аэротенка вода направляется во вторичный отстойник и на обеззараживание хлором. Далее вода проходит через сооружения глубокой очистки. И только потом осуществляется выпуск очищенной сточной воды в водоем. Так же в состав КОС входят сооружения по обработке осадка. Избыточный активный ил из вторичных отстойников поступает через насосную станцию на илоуплотнители. Далее смесь уплотненного ила и сырого осадка из первичных отстойников направляется в аэробный стабилизатор. Затем стабилизированный осадок поступает в цех механического обезвоживания и на аварийные иловые площадки. После обработки на центрифугах отправляется на площадки кека и затем вывозится.

### 1.10.8 Приемная камера

Приемная камера предназначена для приема сточных вод, гашения скорости потока жидкости и сопряжения трубопроводов с открытым лотком.

Выбор типоразмера камеры производится в зависимости от максимальной пропускной способности.

Принята приемная камера с подачей сточных вод по двум трубопроводам:

- пропускная способность составляет 476л/с;
- диаметр трубопровода , 2х600мм;
- приемная камера типа ПК-2-60а;
- размеры камеры АхВхН – 1600х2500х1600мм.

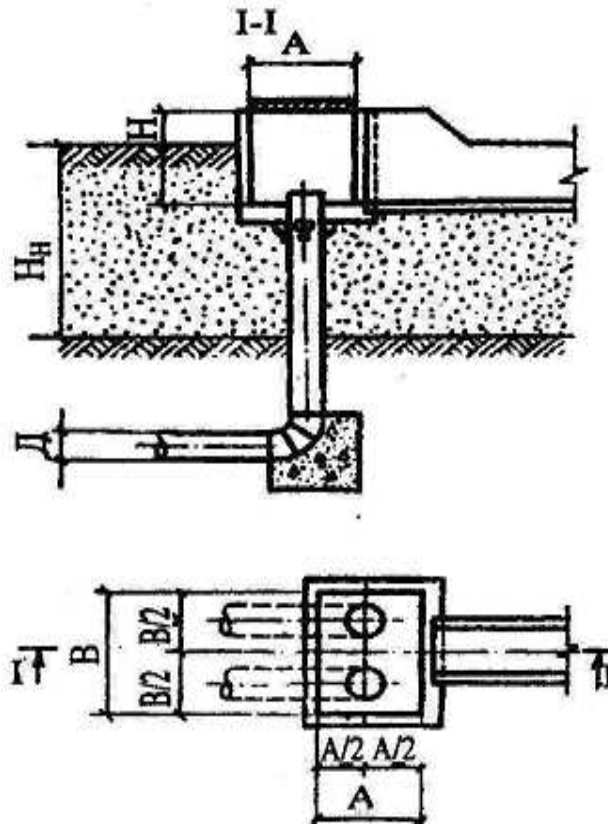


Рисунок 2 – Приемная камера на два трубопровода

### 1.10.9 Подбор лотка

Лоток подобран согласно [4] исходя из расходов сточных вод, представленных в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Расчётные расходы сточных вод

Показатели	Расходы $q$ , л/с			
	$q_{\min}=208,97$	$q_{\max}=445,19$	$q_{\text{ср}}=302,85$	$q_{\text{расч max}}=623,27$
$H$ , м	0,34	0,56	0,45	0,78
$V$ , м/с	0,69	0,74	0,67	0,80

Принятый лоток удовлетворяет следующим условиям:

$$Q_{\text{ср}} h \approx 0,5B_{\text{л}}$$

$$Q_{\min} V \geq 0,6 \text{ м/с}$$

$$Q_{\max} V 1,0 \text{ м/с}$$

Принят лоток прямоугольный в плане:

- шириной  $B=1250$  мм;

- уклоном  $i=0,0008$ ;

- строительная высота  $H_{\text{стр}}=H_{\text{расч max}}+0,2 \text{ м}=0,78+0,2=0,98$  м.

### 1.10.10 Решетки

Решетки устанавливаются для задержания крупных плавающих отбросов и оснащаются механизированными граблями для снятия грубых примесей.

При количестве отбросов менее  $0,1 \text{ м}^3$  в сутки допускается установка решеток с ручной очисткой.

Требуемое число прозоров всех решеток

$$n_{np} = \frac{q_{\max}}{B \cdot H_{\max} \cdot V_p} \cdot K, \text{ шт.}, \quad (1.56)$$

где  $B$  – ширина прозоров, 4 мм;

$K$  – коэффициент, учитывающий стеснение механическими граблями, 1,05 мм;

$H_{\max}$  – глубина воды перед решётками;

$V_p$  – скорость, принимается 1 м/с.

$$n_{np} = \frac{445,19}{4 \cdot 0,88 \cdot 1} \cdot 1,05 = 133 \text{ шт.}$$

Общая ширина всех решеток

$$B_p = S \cdot (n_{np} - 1) + B \cdot n_{np}, \text{ мм}, \quad (1.57)$$

где  $S$  – толщина фильтрующей пластины, 3 мм.

$$B_p = 3 \cdot (133 + 1) + 4 \cdot 133 = 934 \text{ мм} = 0,93 \text{ м.}$$

Приняты решетки эскалаторного типа РС-1560 фирмы «РИОТЕК».

Основные параметры: толщина фильтровальной пластины  $S = 3$  мм; ширина прозоров  $B = 4$  мм; ширина фильтровальной части  $l = 1560$  мм; пропускаемый расход одной решетки  $Q = 2500 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; мощность электродвигателя  $N = 2,2$  кВт.

Требуемое количество решеток

$$n_p = \frac{B_p}{B_{\min}} = \frac{934}{1560} = 0,59 \approx 1 \text{ шт.} \quad (1.58)$$

Устанавливаются 1 рабочая решетка и 1 резервная.

Потери напора в решетке

$$h_p = \beta \cdot \left(\frac{S}{B}\right)^{4/3} \cdot \sin \frac{V^2}{2g} \cdot P, \text{ м}, \quad (1.59)$$

где  $\beta$  – угол наклона решетки к горизонту, 60-90;

$P$  – коэффициент, учитывающий увеличение потерь напора вследствие засорения решетки ориентировочно принимаем 3;

$V$  – фактическая скорость течения воды в прозорах решетки;

– коэффициент, зависящий от формы стержней.

$$h_p = 2,42 \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^{4/3} \cdot \sin 80^\circ \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 3 = 0,0043 \text{ м}.$$

### 1.10.11 Количество задержанных веществ на решетке

Суточный расход задержанных отбросов

$$V_{\text{сут}} = \frac{N_{\text{пр}}^{\text{вв}} \cdot \alpha}{10^6}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.60)$$

где  $N_{\text{пр}}^{\text{вв}}$  – приведенное количество жителей, чел;

$\alpha$  – количество загрязнений от одного жителя в сутки, г·чел/сут.

Приведенное количество жителей

$$N_{\text{пр}}^{\text{вв}} = \frac{C_{\text{см}}^{\text{вв}} \cdot Q_{\text{сут}}}{65}, \text{ чел}, \quad (1.61)$$

$$N_{\text{пр}}^{\text{вв}} = \frac{209,05 \cdot 26166,5}{65} = 84156 \text{ чел},$$

$$V_{\text{сут}} = \frac{84156 \cdot 4}{10^6} = 0,92 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Часовой расход задержанных отбросов

$$V_{\text{ч}} = \frac{V_{\text{сут}}}{24} \cdot K_{\text{ч}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.62)$$

где  $K_{\text{ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности поступления отбросов.

$$V_{\text{ч}} = \frac{0,92}{2} \cdot 2 = 0,07 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество задержанных отбросов по сухому веществу

$$P_{\text{сух}} = V_{\text{час}} \cdot \rho_{\text{отб}}, \text{ Т/ч}, \quad (1.63)$$

где  $\rho_{\text{отб}}$  — удельный вес отбросов.

Удельный вес отбросов

$$\rho_{\text{отб}} = \frac{\alpha \cdot Q_{\text{сум}}}{10^6}, \text{ Т/М}^3, \quad (1.64)$$

$$\rho_{\text{отб}} = \frac{4 \cdot 26166,5}{10^6} = 0,105 \text{ Т/М}^3,$$

$$P_{\text{сух}} = 0,07 \cdot 0,105 = 0,007 \text{ Т/ч}.$$

По объему суточному

$$V_{\text{отб}}^{\text{сум}} = \frac{P_{\text{отб}} \cdot 100}{0,75 \cdot (100 - 80)}, \text{ М}^3/\text{сут}, \quad (1.65)$$

$$V_{\text{отб}}^{\text{сум}} = \frac{0,105 \cdot 100}{0,75 \cdot (100 - 80)} = 0,7 \text{ М}^3/\text{сут}.$$

По объему часовому

$$V_{\text{отб}}^{\text{ч}} = \frac{V_{\text{отб}}^{\text{сум}}}{24} \cdot 2, \text{ М}^3/\text{ч}, \quad (1.66)$$

$$V_{\text{отб}}^{\text{ч}} = \frac{0,7}{24} \cdot 2 = 0,058 \text{ М}^3/\text{ч}.$$

### 1.10.12 Аэрируемые песколовки

Песколовки предусматриваются в составе очистных сооружений для улавливания из сточных вод песка и других минеральных нерастворенных загрязнений. Тип песколовки выбирается с учетом производительности очи-

стных сооружений, схемы очистки сточных вод и обработки их осадков, характеристики взвешенных веществ, компоновочных решений и т.п.

Расчет производится для песколовки с аэрируемым движением воды.

Принята песколовка со следующими параметрами:

ширина отделения  $B = 3,0$  м;

глубина  $h = 2,1$  м;

Отношение  $B/h = 1,34$

Длина проточной части

$$L = K \cdot \frac{1000 \cdot H_{np}}{U_0} \cdot V, \text{ м}, \quad (1.67)$$

где  $H_{np}$  – гидравлическая крупность песка, принята 13,2 мм/с в зависимости от требуемого диаметра задерживаемых частиц песка по [1];

$K$  – коэффициент, зависящий от типа песколовки и расчетной гидравлической крупности, принят 2,48 согласно [5] табл.27;

расчетная глубина песколовки 0,7-3,5 м,

$U_0$  – скорость движения сточных вод 0,1 м/с.

$$L = 2,48 \cdot \frac{1000 \cdot 1,05}{13,2} \cdot 0,1 = 19,73 \text{ м}.$$

Площадь живого сечения проточной части определяется

$$\omega = \frac{q_{\max}}{V}, \text{ м}^2, \quad (1.68)$$

$$\omega = \frac{0,445}{0,1} = 4,45 \text{ м}^2,$$

где  $q_{\max}$  – максимальный расход, м/с.

Число отделений песколовки определяется

$$n = \frac{\omega}{H_{np} \cdot B}, \text{ шт}, \quad (1.69)$$

$$n = \frac{4,45}{3 \cdot 1,05} = 1,41 \approx 2 \text{ шт}.$$

Количество задерживаемого песка определяется

$$W_{\text{песк}} = \frac{P \cdot N_{\text{нр}}^{66}}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.70)$$

$$W_{\text{песк}} = \frac{0,03 \cdot 84156}{1000} = 2,52 \text{ м}^3/\text{сут},$$

где  $P$  – норма загрязнений от человека в сутки, принята 0,03 л/чел сут по [5]табл.28.

Расход воздуха:

$$Q_B = B \cdot L \cdot n \cdot q_B = 3 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 4 = 360 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.71)$$

где – удельный расход воздуха, равный  $4 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$ , [1].

Расход технической воды, с учетом 15% запаса определяется:

$$W_{\text{техн}} = 15 \cdot W_{\text{песк}} = 15 \cdot 2,73 = 40,95 \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (1.72)$$

Общий расход пульпы:

$$W_n = W_{\text{техн}} + W_{\text{песк}} = 40,95 + 2,73 = 43,68 \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (1.73)$$

### 1.10.13 Проверочный расчет песколовок

Время протока определяется

$$t_{\phi} = \frac{B \cdot H_{\text{нр}} \cdot L \cdot n}{Q_{\text{max}}}, \text{ МИН}, \quad (1.74)$$

$$t_{\phi} = \frac{3 \cdot 1,05 \cdot 15 \cdot 2}{0,445} = 212,36 \text{ с} = 3,54 \text{ МИН}.$$

Скорость протока

$$V_{\text{max}} = \frac{Q_{\text{max}}}{B \cdot n \cdot H_{\text{нр}}}, \text{ М/С}, \quad (1.75)$$

$$V_{\text{max}} = \frac{0,445}{3 \cdot 2 \cdot 1,05} = 0,07 \text{ М/С}.$$



### 1.10.14 Обезвоживание песка в песковых бункерах

Требуемый объем песковых бункеров

$$W_{\delta} = W_{\text{песк}} \cdot T, \text{ м}^3, \quad (1.76)$$

где время хранения песка, 3 сут; определено согласно [1].

$$W_{\delta} = 2,73 \cdot 3 = 8,19 \text{ м}^3.$$

Высота бункера определяется

$$H_{\delta} = \frac{W_{\delta}}{f_{\delta}} = \frac{8,19}{1,77 \cdot 2} = 2,31 \text{ м}, \quad (1.77)$$

$$f_{\delta} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1,5^2}{4} = 1,77 \text{ м}^2, \quad (1.78)$$

где n– количество бункеров, принимаем 2 шт.;

$d_{\delta}$ – диаметр бункера, принимаем 1,5 м.

Отношение высоты бункера к диаметру должно быть в пределах 1,8-2,5.

Принимаем песколовку со следующими параметрами:

Пропускная способность – 140000 м<sup>3</sup>/сут;

Число отделений – 2 шт.;

Размеры, м.:

ширина отделения В – 4,5 м:

глубина h – 2,8 м;

длина L – 18 м;

отношение В/h – 1,5

расход воздуха на аэрацию при интенсивности 3 м<sup>3</sup>/(м<sup>3</sup>·ч) -460

Расход дренажной воды

$$W_{\text{др}} \approx W_{\text{техн}} = 40,95 \text{ м}^3/\text{сут} . \quad (1.79)$$

Принимается «Ультразвуковой расходомер-счетчик для безнапорного потока жидкости» - Взлет РСЛ.

Назначение – изменение расхода, объема и уровня жидкости, в том числе ливневых и канализационных стоков, в незаполненных трубопроводах и открытых каналах, в широком диапазоне геометрических размеров и уклонов водоводов.

Оригинальные технические решения исключают влияние внешних факторов на точность измерения.

Самоочистка рабочей поверхности датчика предусмотрена в процессе эксплуатации.

Минимальное влияние пены на поверхности жидкости на точность измерения.

Основные технические характеристики:

- внутренний диаметр трубопроводов и глубина каналов – 0,15-4 м;
- диапазон скоростей потока жидкости – 0,05-10 м/с;
- диапазон уклонов – 0,0001-0,067;
- диапазон измерения уровня жидкости – 0-4 м;
- погрешность измерения уровня, не более  $\pm 4$  мм;
- температура окружающей среды:  
для датчика уровнемера – от минус 20 до 50  
для электронного блока – от 0 до 50

### **1.10.15 Первичные радиальные отстойники**

Первичный отстойник предназначен для выделения из сточных вод грубодисперсных примесей, выпадающих в осадок или всплывающих на поверхность под действием гравитационных сил, что приводит к осветлению воды, направляемой на биологическую очистку. Радиальные отстойники представляют собой круглые в плане резервуары, в которых сточная вода подается в центр отстойника и движется от центра к периферии.

Принцип расчета заключается в определении минимальной гидравлической крупности частиц, удаление которых обеспечивает требуемый эффект осветления.

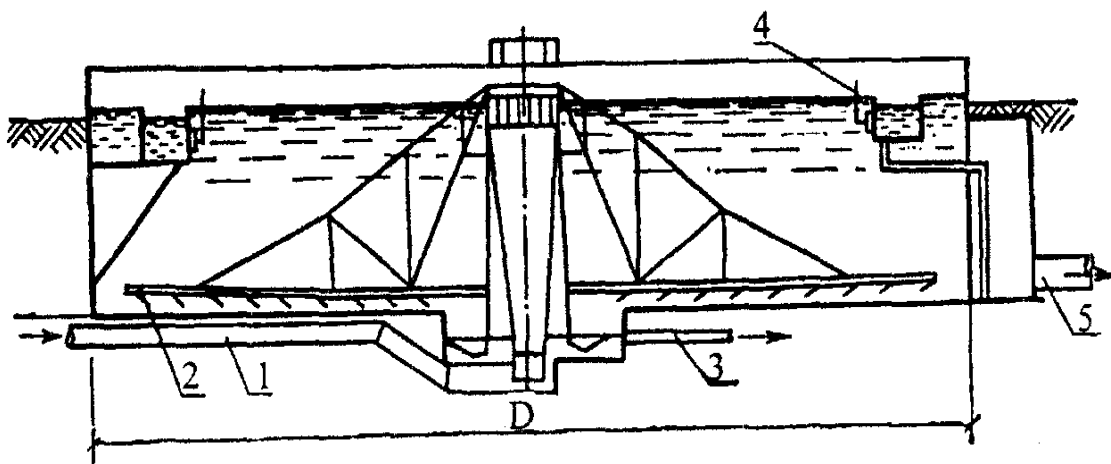


Рисунок 3 – Первичный радиальный отстойник  
 1 – подводящий трубопровод; 2 – илоскреб; 3 – иловая труба;  
 4 – полупогружные перегородки; 5 – отводящий трубопровод

Эффект осветления в первичных отстойниках принят 50%.  
 Расчетная гидравлическая крупность частиц определена по формуле

$$U_o = \frac{1000 \cdot H_{set} \cdot k_{set}}{t_{set} \cdot \left( \frac{H_{set} \cdot K_{set}}{h_1} \right)^{n_2}}, \quad (1.80)$$

где  $H_{set}$  – глубина проточной части отстойника, м;  
 $k_{set}$  – коэффициент использования объема;  
 $h_1$  – глубина отстаивания в лабораторном цилиндре, 0,5 м;  
 $t_{set}$  – необходимая продолжительность отстаивания, с;  
 $n_2$  – показатель степени, зависящий от агломерации взвеси в процессе осадения.

$$U_o = \frac{1000 \cdot 3,4 \cdot 0,45}{876,47 \cdot \left( \frac{3,4 \cdot 0,45}{0,5} \right)^{0,325}} = 1,21 \text{ мм/с.}$$

Производительность первичного отстойника определена по формуле

$$q_{set} = 2,8 \cdot k_{set} \cdot \left( D_{set}^2 - d_{en}^2 \right) \cdot \left( U_o - V_t \right) \cdot \text{М}^3/\text{ч}, \quad (1.81)$$

где  $D_{set}$  – диаметр отстойника, м;  
 $d_{en}$  – диаметр впускного устройства, м;  
 $V_t$  – величина турбулентной составляющей гидравлической крупности.

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (8^2 - 3^2) \cdot (21 - 0) = 480,25 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Количество отстойников определяется

$$n_{set} = \frac{Q_{max}}{q_{set}}, \quad (1.82)$$

$$n_{set} = \frac{1602}{480,25} = 3,33 \approx 4 \text{ шт.}$$

Принято 4 радиальных отстойника со следующими типовыми параметрами: диаметр – 18м; глубина – 3,4м; объем зоны отстойной – 788м<sup>3</sup>, объем осадка – 120м<sup>3</sup>; пропускная способность при времени отстаивания 1,5ч – 525м<sup>3</sup>/ч.

Количество осадка по сухому веществу определяется

$$P_{oc} = \frac{C_{см}^{ос} \cdot \Delta \cdot Q_{сут}}{10^8}, \text{ т/сут}, \quad (1.83)$$

$$P_{oc} = \frac{209,05 \cdot 50 \cdot 26166,5}{10^8} = 2,74 \text{ т / сут.}$$

Количество осадка по объему при влажности W=94% составляет

$$V_{сыр} = \frac{P_{oc} \cdot 100}{(100 - W) \cdot \rho}, \text{ м}^3 / \text{сут}, \quad (1.84)$$

$$V_{сыр} = \frac{2,74 \cdot 100}{(100 - 94) \cdot 1,03} = 44,26 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

### 1.10.16 Биологическая очистка сточных вод

Концентрация загрязнений, поступающих на очистку, с учетом иловых и дренажных вод определяется:

- по взвешенным веществам

$$C_a = \frac{C_{см}^{осв} + 0,01 \cdot C_{ил.в.}}{1,01}, \text{ мг / л}, \quad (1.85)$$

где  $C_{см}^{осб} = 0,4 \cdot C_{см}^{6.6} = 0,4 \cdot 209,05 = 83,62 \text{ мг / л}$ .

$$C_a = \frac{83,62 + 0,01 \cdot 1000}{1,01} = 92,69 \text{ мг / л}$$

- по БПК

$$L_a = \frac{L_{см} + 0,01 \cdot L_{ил.6}}{1,01}, \text{ мг}O / \text{ л} \quad (1.86)$$

$$L_a = \frac{104,525 + 0,01 \cdot 1000}{1,01} = 113,39 \text{ мг}O_2 / \text{ л}$$

### 1.10.17 Аэротенки с нитрификацией и денитрификацией

Для глубокого удаления азота применяется метод микробиальной нитрификации – денитрификации.

Для процессов нитрификации и денитрификации используются аэротенки с рассредоточенной подачей воды. Эта модификация сочетает преимущества аэротенка-вытеснителя, обеспечивающего высокое качество очистки, с достоинствами аэротенка-смесителя, позволяющего усреднить нагрузку на активный ил вдоль сооружения. Одноиловая схема глубокого удаления азота в аэротенках предусматривает устройство секций нитрификации и денитрификации при помощи продольного секционирования поперечными перегородками. Секционирование позволяет более строго поддерживать заданный режим аэрации в пределах каждой секции.

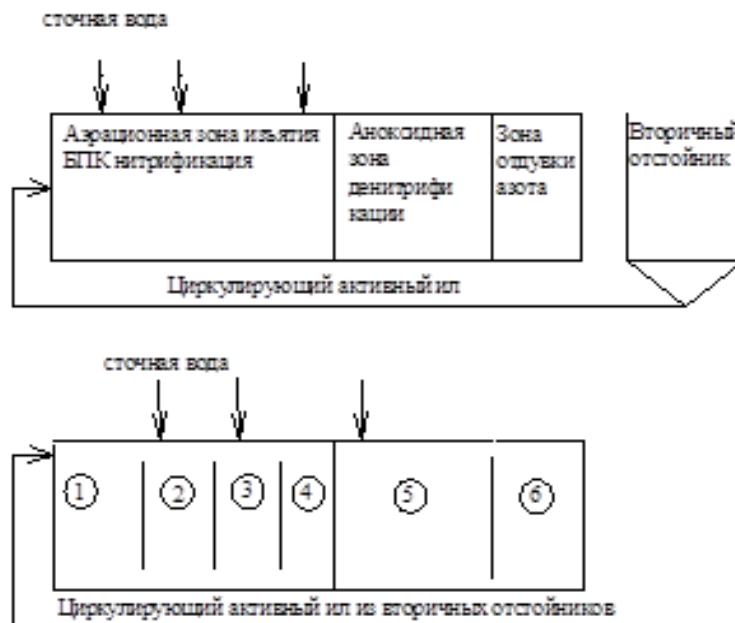


Рисунок 4 – Аэротенк с нитрификацией и денитрификацией  
 1 – 4 – секции нитрификации; 5 – секция денитрификации; 6 – секция отдувки азота

Секции нитрификации предусматриваются на первой стадии очистки сточной воды, где осуществляется удаление загрязнений по показателю БПК и нитрификация аммонийного азота.

В секциях нитрификации поперечные перегородки не доходят до дна и выше уровня воды.

В секциях нитрификации предусматривается переменная по длине аэрация. Аэрационная система АКВА-ПРО представлена трубчатыми многослойными элементами фирмы «Экополимер».

Процесс денитрификации осуществляется на второй ступени системы. В денитрификаторе поддерживается аноксидный режим, т.е. отсутствие в среде растворенного кислорода при наличии химически связанного кислорода в форме нитритов и нитратов.

В секции денитрификации поперечная перегородка доходит до дна и ниже уровня воды. Перемешивание иловой смеси осуществляется воздухом с малой интенсивностью, подаваемым через перфорированные трубы.

На завершающей стадии предусматривается секция для отдувки газообразного азота и более глубокого окисления аммонийного азота. В секции отдувки азота поперечная перегородка не доходит до дна и выше уровня воды.

Подача воздуха в эту секцию осуществляется через перфорированные трубы с расчетной интенсивностью.

Для проведения биологической очистки в режиме глубокого удаления азота в секциях нитрификации и денитрификации применяется фиксированная микрофлора.

В аэротенке поддерживается два вида микробиальных культур: свободно-плавающая, представляющая собой активный ил в обычном его понимании и прикрепленная к нейтральному носителю. В качестве носителей микрофлоры используются фиксировано установленные насадки из полиэтиленовых призм ПР – 50, позволяющие поднять дозу ила в аэротенке до 8-10 г/л, без ухудшения работы вторичных отстойников.

Исходные данные:  
 $Q_{сут} = 26166,5 \text{ м}^3/\text{сут}$ ;  $Q_{max} = 1602,69 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $C_{en} = 209,05 \text{ мг/л}$ ;  $L_{en} = 229,45 \text{ мг O}_2/\text{л}$ .

Концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающая в денитрификатор из первичных отстойников, работающих с эффектом осветления 50%

$$C_{cdp} = \frac{C_{en} \cdot (100 - \xi_{осв})}{100}, \text{ мг/л}, \quad (1.87)$$

$$C_{cdp} = \frac{209,05 \cdot (100 - 50)}{100} = 104,525 \text{ мг/л}.$$

Значение БПК<sub>полн</sub> сточной воды, поступающей в денитрификатор из первичных отстойников с эффектом осветления 50%

$$L_{cdp} = L_{en} - C_{en} \cdot (1 - \xi) \cdot (1 - \xi_{осв}), \text{ мг/л}, \quad (1.88)$$

$$L_{cdp} = 229,45 - 209,05 \cdot (1 - 0,3) \cdot (1 - 0,5) = 156,28 \text{ мг/л}.$$

Прирост активного ила в денитрификаторе

$$P_i = 0,8 \cdot C_{cdp} + 0,3 \cdot L_{cdp}, \text{ мг/л}, \quad (1.89)$$

$$P_i = 0,8 \cdot 104,5 + 0,3 \cdot 156,28 = 130,5 \text{ мг/л}.$$

Количество азота, направленное на синтез клеток микроорганизмов в денитрификаторе и аэротенке

$$\Delta N = P_i \cdot \mu \cdot m \cdot (1 - \xi), \quad (1.90)$$

где  $\mu$  – доля микроорганизмов в активном иле, 0,2-0,3;

$m$  – доля азота в клетках микроорганизмов в пересчете на сухое вещество, 0,05-0,15.

$$\Delta N = 130,5 \cdot 0,3 \cdot 0,1 \cdot (-0,3) = 2,74.$$

Концентрация азота органического, поступающего в денитрификатор из первичных отстойников, мг/л

$$C_{N_{\text{общ}}}^{\text{адп}} = \frac{C_{N_{\text{общ}}} \cdot (100 - \xi_{\text{осв}})}{100}, \text{ мг/л}, \quad (1.91)$$

$$C_{N_{\text{общ}}}^{\text{адп}} = \frac{41,31 \cdot (100 - 50)}{100} = 20,66 \text{ мг/л}.$$

Требуемая степень рециркуляции активного ила в системе первичный отстойник → аэротенк → вторичный отстойник, обеспечивающий снижение азота нитратов в очищенной сточной воде до ПДК определяется

$$C_{N-N_{\text{орг}}}^{\text{ПДК}} + \Delta N = \frac{C_{N-NH_4} + C_{N_{\text{общ}}}}{1 + R_i}, \quad (1.92)$$

– степень рециркуляции активного ила.

Степень рециркуляции активного ила

$$R_i = \frac{C_{N-NH_4} + C_{N_{\text{общ}}} - C_{N-N_{\text{орг}}} \cdot \text{ПДК} + \Delta N}{C_{N-N_{\text{орг}}} \cdot \text{ПДК} + \Delta N}, \quad (1.93)$$

$$9,1 + 2,74 = \frac{33,63 + 20,66}{1 + R_i},$$

$$R_i = \frac{(33,63 + 20,66) - (9,1 + 2,74)}{9,1 + 2,74} = 3,58.$$

Количество азота нитратов, поступивших в денитрификатор из вторичного отстойника с рециркуляционным потоком

$$A_{N-NO_3} = \frac{C_{N-NO_3} \cdot Q_{\text{сум}} \cdot R_i}{10^6}, \text{ т/сут}, \quad (1.94)$$



$$A_{N-NO_3} = \frac{0,1 \cdot 26166,5 \cdot 3,58}{10^6} = 0,85 \text{ т/сут.}$$

Количество азота нитратного в СВ, поступающего в денитрификатор с учетом потока определяется

$$C_{N-NO_3} = \frac{CN-NO_3_{en} \cdot Q_{cym} + CN-NO_3_{cy}}{Q_{cym} + Q_{cy}}, \text{ мг/л,} \quad (1.95)$$

где  $CN-NO_3_{en}$  – концентрация азота нитратов в исходной сточной воде;  
 $CN-NO_3_{cy}$  – концентрация азота нитратов в циркуляционном иле.

$$Q_{cy} = Q_{cym} \cdot R_i, \text{ м}^3/\text{сут,} \quad (1.96)$$

$$Q_{cy} = 26166,5 \cdot 3,58 = 93676,1 \text{ м}^3/\text{сут,}$$

$$C_{N-NO_3} = \frac{0 \cdot 26166,5 + 9 \cdot 93676,1}{26166,5 + 93676,1} = 7,03 \text{ мг/л.}$$

Количество загрязнений по БПК<sub>полн</sub>, пошедшее в денитрификаторе на восстановление азота нитратного определяется

$$A_{L-B} = K_i^{den} \cdot A_{N-NO_3}, \text{ т/сут,} \quad (1.97)$$

где  $K_i^{den}$  – денитрификационный потенциал, 4.

$$A_{L-B} = 4 \cdot 0,85 = 3,4 \text{ т/сут.}$$

Количество загрязнений по БПК<sub>полн</sub>, поступающее в денитрификатор

$$A_{L-den} = \frac{L_{en} \cdot Q_{cym}}{10^6}, \text{ т/сут,} \quad (1.98)$$

$$A_{L-den} = \frac{156,28 \cdot 26166,5}{10^6} = 4,09 \text{ т/сут.}$$

Количество загрязнений по БПК<sub>полн</sub>, поступающее в аэротенк

$$A_{L-aer} = A_{L-den} - A_{L-B}, \text{ т/сут,} \quad (1.99)$$

$$A_{L-aer} = 4,09 - 3,4 = 0,7 \text{ т/сут.}$$

Значение БПК<sub>полн</sub> в сточной воде, поступающее в аэротенк

$$C_{en\ aer} = \frac{A_L \cdot 10^6}{Q_{cym}}, \text{ мг/л}, \quad (1.100)$$

$$C_{en\ aer} = \frac{0,7 \cdot 10^6}{26166,5} = 26,75 \text{ мг/л}.$$

Продолжительность обработки сточной воды в денитрификаторе

$$t_{den} = \frac{C_{N-NO_3}^{en} - C_{N-NO_3}^{ex}}{\alpha_i \cdot (s_i - \rho_{den})} \cdot \frac{20}{T_w}, \text{ ч}, \quad (1.101)$$

где  $C_{N-NO_3}^{en}$  – концентрация нитратов на входе и на выходе соответственно;

– доза ила в денитрификаторе, 1-5 г/л;

$\alpha_i$  – скорость восстановления нитратов, принимается в зависимости от начального значения нитратов;

– зольность активного ила, 0,25-0,3.

$$t_{den} = \frac{7,03 - 0}{2 \cdot (0,3 - 7,5)} \cdot \frac{20}{14} = 1 \text{ ч}.$$

Требуемый объем денитрификатора

$$W_{den} = q_m \cdot t_{den} \cdot (R_i + R_i), \text{ м}^3, \quad (1.102)$$

$$W_{den} = 1602,69 \cdot 1,0 \cdot (3,58) = 7340,32 \text{ м}^3.$$

Продолжительность обработки сточной воды в аэротенке

$$t^{dee} = \left[ (C_o^{dn} - C_{ex}^{dn}) \cdot (L_{mix} - L_{ex}) + K_d \cdot K_{dn} \cdot \ln \frac{C_{en}^{dn}}{C_{ex}^{dn}} \right] \cdot K_p \cdot \frac{1 + \phi_{dn} \cdot a_i^{dn}}{\rho_{max}^{dn} \cdot C \cdot a_i^{dn} (1-s)} \cdot \frac{15}{T_w} \text{ ч}, \quad (1.103)$$

где  $\phi_{dn}$  – коэффициент ингибирования процесса биохимического окисления органических веществ продуктами распада активного ила, 0,07л/г;

$C_o^{dn}$  – концентрация растворенного кислорода в аэротенке, 2мг/л;

$\rho_{max}^{dn}$  – максимальная скорость окисления органических веществ в аэротенке, 85 мг БПК<sub>полн</sub>/Г·ч;

$a_i^{dn}$  – доза ила в аэротенке равная дозе ила в нитрификаторе, 1-5 г/л;  
 $s$  – зольность активного ила в аэротенке равная зольности в нитрификаторе, 0,3;  
 $K_d$  – постоянная, характеризующая свойство органических загрязнений, 33 мгБПК<sub>полн</sub>/л;  
 $K_{dn}$  – const, характеризующая влияние кислорода, 0,625 мгО<sub>2</sub>/л;  
 $L_{mix}$  – БПК<sub>полн</sub> сточных вод с учетом разбавления рециркуляционным расходом;  
 $L_{ex}$  – БПК новых из аэротенка, 15 мг/л;  
 $K_p$  – коэффициент продольного перемещения, 1,5;

$$t_{at} = 0,57 \text{ ч.}$$

БПК<sub>полн</sub> сточных вод с учетом разбавления рециркуляционным расходом

$$L_{mix} = \frac{L_{en} + L_{ex} \cdot R_i}{1 + R_i}, \text{ мг/л,} \quad (1.104)$$

$$L_{mix} = \frac{26,75 + 10 \cdot 3,58}{1 + 3,58} = 13,66 \text{ мг/л.}$$

Требуемый объем аэротенка

$$W_{at} = q_m \cdot t_{at}, \text{ м}^3, \quad (1.105)$$

$$W_{at} = 1602,69 \cdot 0,57 = 919,67 \text{ м}^3.$$

Требуемая продолжительность нахождения сточных вод в нитрификаторе определяется

$$t_{nit} = \frac{(C_{N-NH_4} + C_{N-N_{opc}}) - (N_{at,den} - C_{N-NH_4}) \cdot \frac{20}{T\omega}}{a_i \cdot (-s) \cdot \rho \cdot K_{ph}}, \text{ ч,} \quad (1.106)$$

где  $a_i$  – доза ила в нитрификаторе равная дозе ила в аэротенке, 2 г/л;  
 $\omega$  – удельная скорость нитрификации, принимаемая в зависимости от концентрации азота аммонийного, мг/л;  
 $\rho$  – коэффициент, учитывающий влияние рН, для рН=8, 0,95;

$$t_{nit} = \frac{(3,63 + 20,66) - (2,74 - 0,39) \cdot \frac{20}{14}}{2 \cdot (-0,3) \cdot 0,9 \cdot 0,95} = 6,1 \text{ ч.}$$

Требуемый объем аэротенка-денитрификатора-нитрификатора

$$\sum W = 7340,32 + 919,67 + 9776,41 = 18036,4 \text{ м}^3.$$

Принят аэротенк-денитрификатор-нитрификатор 3 секции  
4 коридорного (А-4-6-5)

Основные параметры:

- глубина – 192 м;
- общая длина – 5 м;
- ширина коридора – 6 м;
- число коридоров – 4 шт.;
- рабочий объем одной секции –  $6500 \text{ м}^3$ ;
- длина коридора – 24 м;
- ширина секции – 48 м;

Доля каждого сооружения определяется по формуле

$$P_{aer,den,nit} = \frac{W_{aer,den,nit}}{\sum W}, \quad (1.107)$$

$$P_{aer} = \frac{919,67}{18036,4} = 0,05,$$

$$P_{den} = \frac{7340,31}{18036,4} = 0,41,$$

$$P_{nit} = \frac{9776,41}{18036,4} = 0,54.$$

Размер каждого *i*-го сооружения определяется

$$L_{den,aer,nit} = L_{общ} \cdot P_{den,aer,nit}, \text{ м}, \quad (1.108)$$

$$L_{den} = 172 \cdot 0,41 = 70,52 \text{ м},$$

$$L_{aer} = 172 \cdot 0,05 = 8,6 \text{ м},$$

$$L_{nit} = 172 \cdot 0,54 = 92,8 = 8 \text{ м},$$

$$L_{nit} = 172 \cdot 0,54 = 92,8 \text{ м}.$$

Удельный расход воздуха очищаемой воды, при пневматической системе аэрации определяется по формуле

$$q_{air} = \frac{q_o \cdot (C_{en} - L_{ex}) + (C_{nen} - C_{nex})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_3 \cdot (C_a - C_o)} \quad (1.109)$$

где  $q_o$  – удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятой БПК<sub>полн</sub>;

$L_{en,ex}$  – концентрация БПК на входе и на выходе, мг O<sub>2</sub>/л;

$C_{nen,nex}$  – концентрация азота на входе и выходе, мг/л;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий тип аэратора;

$K_2$  – коэффициент, зависящий от глубины погружения аэратора;

$K_T$  – коэффициент, учитывающий температуру сточных вод.

Коэффициент, учитывающий температуру сточных вод определяется

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_w - 20) \quad (1.110)$$

где  $T_w$  – среднемесячная температура воды за летний период, °С;

$K_3$  – коэффициент качества воды;

$C_a$  – растворимость кислорода воздуха в воде.

Растворимость кислорода воздуха в воде

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T \cdot \frac{P_{атм}}{P_{норм}} \quad (1.111)$$

где  $C_T$  – растворимость кислорода в воде в зависимости от температуры и атмосферного давления;

$h_a$  – глубина погружения аэратора, м;

$C_o$  – средняя концентрация кислорода в аэротенке, мг/л.

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (20 - 20) = 1,$$

$$C_a = \left(1 + \frac{4,2}{20,6}\right) \cdot 10,26 \cdot \frac{720}{760} = 11,66 \text{ мг / л},$$

$$q_{air} = \frac{1,1 \cdot (29,45 - 10) + (7,38 + 1,34)}{1,34 \cdot 2,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (1,66 - 2)} = 12,23 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Расход воздуха определяется

$$Q_{air} = q_{air} \cdot q_w, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.112)$$

$$Q_{air} = 12,23 \cdot 1602,69 = 19607,73 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Подбор воздуходувки

$$N_B = \frac{Q_{air}}{K \cdot Q_B}, \text{ шт}, \quad (1.113)$$

$$N_B = \frac{19607,73}{0,8 \cdot 10000} = 2,45 \approx 3 \text{ шт}.$$

Количество избыточного активного ила определяется

$$\Delta P_i = P_i - a_i, \quad (1.114)$$

$$\Delta P_i = 130,5 - 10 = 120,5$$

Суточное количество избыточного ила по сухому веществу:

$$A_i = \frac{\Delta P_i \cdot Q_{cym}}{10^6}, \text{ т/сут}, \quad (1.115)$$

$$A_i = \frac{120,5 \cdot 26166,5}{10^6} = 3,15 \text{ т/сут},$$

$$Q_i = \frac{100 \cdot A_i}{100 - P_i \cdot \gamma},$$

$$P_i = \left(1 - \frac{a_{ил.кам}}{1000}\right) \cdot 100, \quad (1.116)$$

$$a_{ил.кам} = a_i \cdot \left(\frac{1 + R_i}{R_i}\right), \text{ г/л}, \quad (1.117)$$

$$a_{ил.кам} = 2 \cdot \left(\frac{1 + 3,58}{3,58}\right) = 2,56 \text{ г/л},$$

$$P_i = \left(1 - \frac{2,56}{1000}\right) \cdot 100 = 99,74\%,$$

$$Q_i = \frac{100 \cdot 3,15}{(100 - 99,74) \cdot 1} = 314,7 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Количество насосов

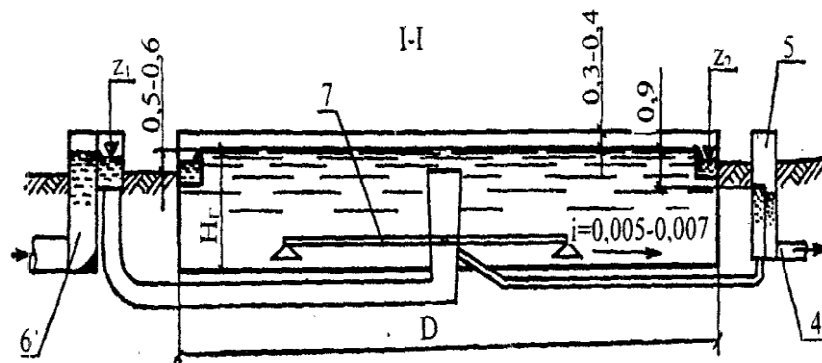
$$N_{\text{нас}} = \frac{R_i \cdot Q_{\text{сут}}}{24 \cdot K_{\text{нас}} \cdot q_{\text{нас}}} \text{,шт,} \quad (1.118)$$

$$N_{\text{нас}} = \frac{3,58 \cdot 26166,5}{24 \cdot 0,8 \cdot 800} = 6 \text{ насосов.}$$

Приняты насосы марки СД-800-32, мощностью 105 кВт.

### 1.10.18 Вторичные радиальные отстойники

Вторичные отстойники принимаются по типу, как и первичные, т.е. радиальные. Они являются составной частью сооружений биологической очистки, располагаются в технологической схеме непосредственно после биоокислителей и служат для выделения активного ила из биологически очищенной воды, выходящей из аэротенков. Радиальные вторичные отстойники, как и первичные, вместо типовых илососов и илоскребов оборудуются скребковой системой Finchain (Финляндия), что обеспечивает надежную работу отстойников, избавляет от проблем с их эксплуатацией в зимний период, предотвращает возможность постепенного разрушения борта отстойника.



План группы отстойников

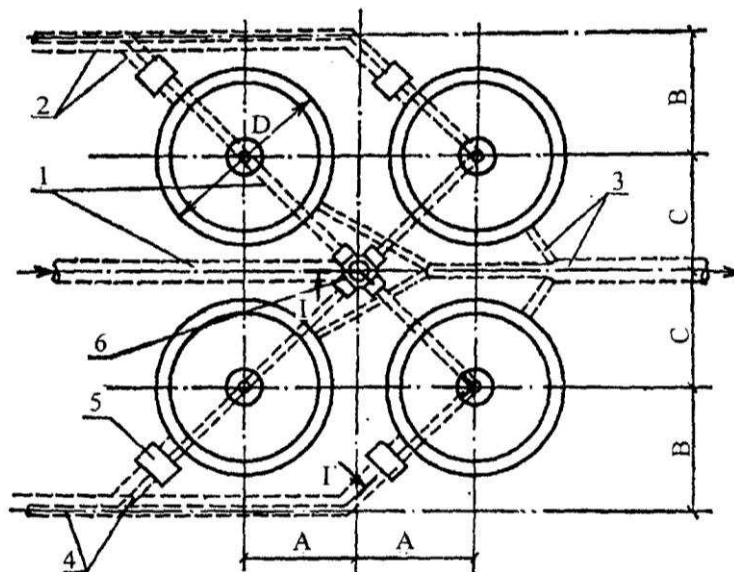


Рисунок 5 – Вторичный радиальный отстойник

1 – подводящий трубопровод; 2 – трубопровод опорожнения; 3 – отводящий трубопровод;  
 4 – трубопровод выпуска ила; 5 – иловая камера; 6 – распределительная чаша; 7 – илососы

Вторичные отстойники всех типов после аэротенков рассчитываются по гидравлической нагрузке воды на поверхность отстойника

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{0,1 \cdot J_i \cdot a_i^{0,5-0,01a_i}}, \quad (1.119)$$

где  $K_{ss}$  – коэффициент использования объема зоны отстаивания (для радиальных отстойников 0,4);

$a_i$  – требуемая концентрация активного ила в осветленной биологически очищенной воде, мг/л;

$H_{set}$  – глубина слоя осветляемой воды в отстойнике, м;

$J_i$  – иловый индекс, см<sup>3</sup>/г при нагрузке на ил  $q_i$ . [2] табл 41;

$a_i$  – доза активного ила в смеси, поступающей из аэротенков, г/л.

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,4^{0,8}}{(0,1 \cdot 114 \cdot 2)^{0,5-0,01 \cdot 2}} = 0,3 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{ч}.$$

Площадь вторичных отстойников определяется



$$F_{ssa} = \frac{Q_{max}}{q_{ssa}}, \text{ м}^2, \quad (1.120)$$

$$F_{ssa} = \frac{1090,27}{0,3} = 3634,23 \text{ м}^2$$

Приняты 4 вторичных отстойника.  
Диаметр отстойника

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ssa}}{\pi \cdot n}}, \text{ м}, \quad (1.121)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3634,23}{3,14 \cdot 4}} = 30 \text{ м}.$$

Приняты типовые вторичные радиальные отстойники  
диаметром  $D=30$  м.

### 1.10.19 Иловое хозяйство

Иловая насосная станция совмещена с насосно-воздуходувной станцией.

Требуемый напор воздуходувки

$$H_{тр} = h_l + h_m + h_{aэп} + h_{ном}, \quad (1.122)$$

где  $h_l, h_m$  – потери по длине и местные,  $h_l + h_m = 0,3$  м;

$h_{aэп}$  – глубина погружения аэратора, м;

$h_{ном}$  – потери давления в аэраторе, 0,2 м.

$$H_{тр} = 0,3 + 4,2 + 0,2 = 4,7 \text{ м}.$$

Принята типовая воздуходувная станция с четырьмя турбовоздуходувками марки ТВ – 175 – 1,6.

Определение расхода активного ила  
- по сухому веществу

$$P_{и.сух.} = \frac{a_{aэп} \cdot Q_{сум}}{1000}, \text{ т/сут}, \quad (1.123)$$

$$P_{u,сух.} = \frac{6,2 \cdot 26166,5}{1000} = 162,23 \text{ м} / \text{сут.}$$

- по объему

$$V_u = \frac{P_{u,сух.} \cdot 100}{100 - W_{\rho}}, \text{ м}^3 / \text{сут.}, \quad (1.124)$$

$$V_u = \frac{162,23 \cdot 100}{100 - 99,2} = 20077 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

Принято 3 рабочих и 1 резервный насос марки СМ 200-150-400 (Q=400м<sup>3</sup>/ч, Н=22,5м, m=605кг, N<sub>дв</sub>=16,3кВт).

### 1.10.20 Обеззараживание сточных вод

Для обеззараживания сточных вод, перед выпуском их в водоём, применяем в рассчитываемом проекте ультрафиолетовое облучение.

Использование современных источников ультрафиолета и высококачественных материалов позволило полностью решить проблемы эксплуатации оборудования, выпускаемого ранее в России: быстрое загрязнение кварцевых трубок, частые ремонты камер и электрооборудования, большой расход электроэнергии.

Установки серии УДВ для сточных вод обеспечивают качество воды по микробиологическим показателям соответствующие требованиям для очищенных сточных вод.

В состав установок входят: камера облучения, пульт управления, УФ-датчик, блок промывок. Камера обеззараживания представляет собой корпус, внутри которого располагаются бактерицидные лампы, ориентированные вдоль или поперек потока. Количество ламп и их расположение определяется производительностью установки, а также типом и качеством обрабатываемой воды. Конструкция камеры обеззараживания позволяет обеспечить малые потери напора, поэтому установки УДВ могут успешно применяться как в напорных, так и в самотечных системах.

В установках УДВ используются высококачественные конструкционные материалы. Корпус камеры обеззараживания изготовлен из нержавеющей стали. Лампы помещены в защитные чехлы из стойкого кварцевого стекла. Двойные уплотнения выполнены из долговечной резины.

В конструкциях УДВ используются бактерицидные ртутные лампы низкого давления, внешне похожие на лампы дневного света. Их отличает высокие КПД излучения в бактерицидном диапазоне -30-35% (что в 5-6 раз

выше, чем у ламп предыдущих поколений), большой срок службы 8000-12000 часов, низкая рабочая температура поверхности ламп.

Применение УФ – обеззараживания, в отличие от хлорирования, позволяет предотвратить образование побочных продуктов, негативно действующих на биоценоз приёмников сточных вод.

В проекте принимаем две рабочие установки и одну резервную УДВ-576 производительностью 2000 м<sup>3</sup>/ч.

После обеззараживания очищенные сточные воды поступают на выпуск их в водоём.

### 1.10.21 Выпуск сточных вод в водоём

В проекте принят русловой сосредоточенный выпуск сточных вод.

Диаметр выпуска определяется по формуле

$$D = 2 \cdot d, \text{ м}, \quad (1.125)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{св}}}{V \cdot \pi}}, \text{ м}, \quad (1.126)$$

где  $V$  – скорость в выпускной трубе, 2 м/с.

$Q_{\text{св}}$  – расход сточных вод, м<sup>3</sup>/с.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,303}{2 \cdot 3,14}} = 0,14 \text{ м},$$

$$D = 2 \cdot 0,14 = 0,28 \text{ м}.$$

## 2. Оценка антропогенного воздействия проектируемой системы водоотведения на окружающую среду

Существующее антропогенное воздействие на территории планируемого строительства и прилегающей к ней территории связано с сельскохозяйственным производством – выращиванием пропашных, многолетних культур – и выражается в поступлении в окружающую природную среду загрязняющих веществ – не усваиваемых растениями компонентов минеральных и органических удобрений.

### 2.1 Прогноз качества воды в контрольном створе

Прогноз качества воды в контрольном створе определён с учётом требуемой степени очистки и норм ПДК для водных объектов (табл. 2.1)

Таблица 2.1 – Прогноз качества воды в контрольном створе

Наименование ингредиентов речной воды	Концентрация загрязняющих веществ		Нормы ПДК для водных объектов хозяйственного назначения	Нормы ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения	Фоновая концентрация в реке, $C_{\phi}$ мг/л	Прогноз качества в контрольном створе, $C_{п.в.}^*$ , мг/л	$C_i/ПДК^{p/x}$	
	требуемая, $C_i^{НДС}$	проектная, $C_{о.с.}$					до сброса	после сброса
БПК полное		10	3	3	2,8	2,91	0,93	0,97
Взвешенные вещества		12	12,25	4,8	4,8	5,03	1	1,05
Азот аммонийный		15,3	1,5	0,39	0,004	0,004	0,01	0,01
Фосфаты		0,918	3,5	0,2	0,025	0,03	0,125	0,15
Хлориды		9,36	350	300	35	44,21	0,12	0,15
СПАВ		0,0008	0,5	0,5	0,4	0,4	0,8	0,8
Сульфаты		46,62	500	100	20	66,53	0,2	0,66
Никель		0,001	0,02	0,01	0,002	0,003	0,2	0,3
Медь		0,0006	1	0,001	0,0005	0,001	0,5	1
Железо общее	0	0,04	0,3	0,1	0,009	0,009	0,09	0,09

\* $C_{п.в.} = [C_{о.с.} + (n - 1) \cdot C_{\phi}] / n$   
где  $C_{о.с.}$  – проектная концентрация загрязняющих веществ, мг/л;  
n – наименьшая кратность основного разбавления;  
 $C_{\phi}$  – фоновая концентрация, мг/л.

При водоотведении очищенных сточных вод, прошедших очистку, качество воды в водном объекте существенно не меняется. Это свидетельствует о достаточной глубине очистки.

Дополнительные мероприятия по улучшению качества возвратных вод не требуется.

## **2.2 Определение количества образующихся твердых отходов**

Отходы сточных вод – остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью. Так, в процессе очистки сточных вод образуются отходы выделенных загрязнений, которые требуется размещать в соответствии с экологическими требованиями в специально оборудованных местах, предназначенных для хранения, стабилизации и обеззараживания этих отходов.

Расчет количества осадка, образующегося при очистке сточных вод, производится в соответствии с нормативами образования.

Норматив образования отходов – технический показатель, значение которого ограничивает количество отходов конкретного вида, образующихся в определенном месте при указываемых условиях в течение установленного интервала времени. Нормативы образования осадков сточных вод принимаются согласно [1].

С целью организации учета, контроля, выдачи разрешения на размещение, для облегчения вовлечения отходов в хозяйственный оборот, а также при оценке материального ущерба или риска возникновения аварий разработано кодирование отходов.

Кодирование отходов – технический прием, позволяющий наиболее полно, кратко и достоверно представить отходы в виде групп знаков (букв, цифр и т.п.) по правилам, установленным системой кодификации.

Для облегчения кодирования разработаны каталоги отходов.

Таблица 2.1 – Количество твердых отходов, образующихся в процессе очистки сточных вод

Наименование отхода	Норма образования	Физико-химические свойства отхода	Количество отходов, р, т/год
На стадии механической очистки			
Отходы жилищ, задерживаемые на решётках КНС (IV класс)	8 л от 1 чел. в год	$\rho = 750 \text{ кг/м}^3$ $= 0,75 \text{ т/м}^3$	$\frac{N \cdot S \cdot \rho}{1000}$ <p>где N – численность населения, чел; S – норма образования; <math>\rho</math> – плотность осадка, т/м<sup>3</sup>; 1000 – коэффициент перевода в м<sup>3</sup>.</p>
Стабильные осадки (песок из песколовок – 5 класс)	0,02** л/(сут· чел)	влажность 60%, объемный вес 1,5 т/м <sup>3</sup>	$\frac{Q \cdot 0,4}{1000}$ <p>где 0,4 – коэффициент, учитывающий вес осадка по сухому веществу</p>
Количество взвешенных веществ, поступающих на первичные отстойники	65 г/сут на 1 чел.	-	$\frac{65 \cdot N}{1000}$
Взвешенные вещества из первичных отстойников	с учётом 50% осветления	-	$\frac{65 \cdot N \cdot 0,5}{1000}$ <p>где 0,5 – коэффициент, учитывающий 50% извлечение взвешенных веществ</p>
Количество осадка, поступающего в аэротенки	-	-	
На стадии биологической очистки			
Взвешенные вещества	с учетом 20% сбраживания в аэротенке	-	
Прирост активного ила	40г/сут на 1 чел.	-	$\frac{40 \cdot N}{1000}$
Количество осадка, задержанного во вторичном отстойнике	-	-	
Вынос осадка с очищенной сточной водой	5,24мг/л	-	$P_{\text{вын}} = \frac{Q \cdot 5,24}{1000}$ <p>где Q – расход сточных вод, м<sup>3</sup>/сут.</p>
Количество осадка, задержанного во вторичном отстойнике с учетом выноса	-	-	
Количество осадка, размещаемого на иловых площадках	-	-	

Норма образования отходов приняты согласно [1].

При ширине прозоров решетки 16-20 мм, количество отбросов, снимаемых с решеток 8 л/год на 1 чел. Средняя плотность отбросов– 750 кг/м<sup>3</sup>.

Количество песка, задерживаемого в песколовках, для бытовых сточных вод надлежит принимать 0,02 л/(чел·сут), влажность песка 60%, объемный вес 1,5 т/м<sup>3</sup> согласно п. 6.31 [2].

Количество загрязняющих воду веществ на одного жителя необходимо принимать согласно п.6.4. по таблице 25 [2]. Количество загрязняющих веществ на одного жителя принимается 40 г/сут (БПК<sub>полн</sub>).

Зольность ила, принимается по таблице 40 [2].

Объем осадка из первичного отстойника при влажности  $W = 97\%$ , плотности  $\rho = 1,03$  т/м<sup>3</sup>

$$V_1 = \frac{p_4 \cdot 100}{(100 - W) \cdot \rho} = \frac{1187,14 \cdot 100}{(100 - 97) \cdot 1,03} = 38418,77 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (2.1)$$

Объем осадка, размещаемого на иловых площадках при влажности  $W = 97\%$ , плотности  $\rho = 1,03$  т/м<sup>3</sup>

$$V_2 = \frac{p_{10} \cdot 100}{(100 - W) \cdot \rho} = \frac{1660,65 \cdot 100}{(100 - 97) \cdot 1,03} = 53742,72 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (2.2)$$

Объем осадка с учетом обезвоживания при влажности  $W = 80\%$ , плотности  $\rho = 1,1$  т/м<sup>3</sup>, рассчитывается по формуле

$$V_3 = \frac{1660,65 \cdot 100}{(100 - 80) \cdot 1,1} = 7548,41 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Площадь иловых площадок

$$F = \frac{V_3}{h \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3, \quad (2.3)$$

где  $h$  – глубина иловых площадок, м;

1,5 – коэффициент увеличения иловых площадок с учетом подъездных путей;

3 – коэффициент, учитывающий уплотнение осадка в течении 3 лет.

$$F = \frac{7548,41}{3 \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3 = 1,13 \text{ га}.$$

## 2.2.1 Определение размеров санитарно-защитной зоны (СЗЗ) для очистных сооружений

Санитарно-защитная зона для очистных сооружений принята согласно [6] с учетом состава очистных сооружений и производительности – 500 м.

## 2.2.2 Расчет размера плат за загрязнение водного объекта

При расчете платежей производится согласование концентраций загрязнений, допускаемых к водоотведению. Это означает, что НДС по компонентам, для которых концентрация на выходе после очистки меньше, чем требуется к водоотведению, приравнивается к фактической.

Плата определена согласно [7] по формуле

$$\Pi = J \cdot k_{\text{э}} \cdot \sum_{i=1}^N \Pi_i^{\text{общ}}, \quad (2.4)$$

где  $\Pi_i^{\text{общ}}$  – общая плата за выбросы в природную среду  $i$ -го компонента.

Общая плата за выбросы в природную среду  $i$ -го компонента

$$\Pi_i^{\text{общ}} = \Pi_i^{\text{л}} + \Pi_i^{\text{пр}}, \quad (2.5)$$

где  $\Pi_i^{\text{л}}$  – плата природопользователей за допустимые выбросы в природную среду, руб./год;

$\Pi_i^{\text{пр}}$  – плата за превышение допустимых загрязнений, руб./год.

Плата природопользователей за допустимые выбросы в природную среду определяется

$$\Pi_i^{\text{л}} = m_i^{\text{л}} \cdot p_i, \text{ руб./год.} \quad (2.6)$$

Плата за превышение допустимых загрязнений определяется

$$\Pi_i^{\text{пр}} = (m_i^{\text{ф}} - m_i^{\text{л}}) \cdot p_i^{\text{пр}}, \text{ руб./год,} \quad (2.7)$$

где  $m_i^{\text{л}}, m_i^{\text{ф}}$  – соответственно массы сбросов  $i$ -го вещества в пределах лимита и фактические выбросы, т/год;



$p_i^{\text{л}}, p_i^{\text{пр}}$  – нормативы платы за выбросы в пределах лимита и за превышение допустимых выбросов, руб./год [7].

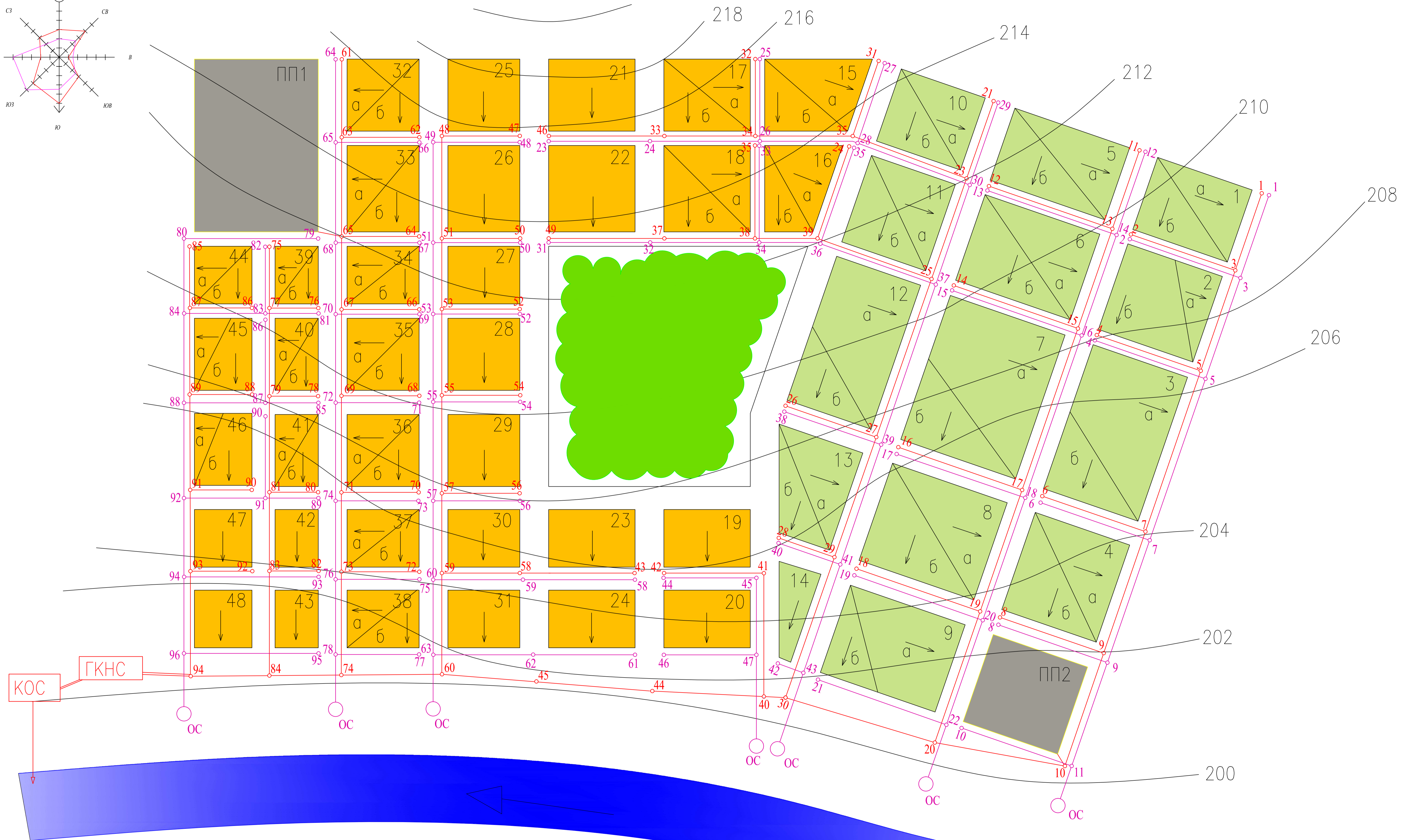
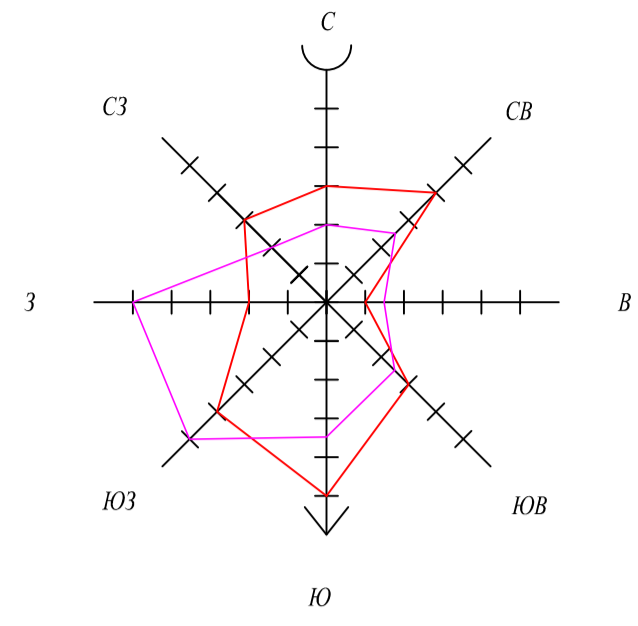
Таблица 2.22 – Плата за сброс сточных вод в водный объект

Наименование ингредиентов	Концентрация загрязняющих веществ, г/м <sup>3</sup>		Масса сбрасываемых загрязнений, т/год		Базовый норматив платы, руб./т	Плата за выбросы, руб./год		
	НДС <sub>согл</sub>	проектная С <sub>к</sub>	НДС <sub>расч</sub>	проектная С <sub>к</sub>		за допустимые	за превышение	общая
БПК полное	98,51	4,43	1212,29	54,52	91	110318,39	0,0	110318,39
Взвешенные вещества	131,01	5,24	1612,24	64,48	366	590079,84	0,0	590079,84
Азот аммонийный	23,15	4,63	284,89	56,98	0,9	256,401	0,0	256,401
Фосфаты	3,01	0,24	37,04	2,95	2,5	92,6	0,0	92,6
Хлориды	149,96	149,96	1845,45	1845,45	689	1271515,05	0,0	1271515,05
ПАВ	2,88	0,58	35,44	7,14	5510	195274,4	0,0	195274,4
Сульфаты	278,8	278,8	3430,98	3430,98	700	2401686	0,0	2401686
Азот нитратный	0,77	24,42	9,48	300,52	700	6636	0,0	6636
Азот нитритный	0,7	8,5	8,61	104,60	55100	474411	0,0	474411
Нефтепродукты	7,33	0,59	90,20	7,26	27548	2484829,6	0,0	2484829,6
Хром	0,037	0,0074	0,46	0,09	275481	126721,26	0,0	126721,26
Никель	0,11	0,06	1,35	0,74	55096	74379,6	0,0	74379,6
Медь	0,34	0,07	4,18	0,86	27548	115150,64	0,0	115150,64
Железо	0,01	0,002	0,12	0,02	1378	165,36	0,0	165,36
Кадмий	0,03	0,012	0,37	0,15	551,6	204,092	0,0	204,092
								7851720,233
С учетом К <sub>з</sub> = 1,04								8165789,042

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. – Введ. 01.01.2013г. – Москва: **ФАУ «ФЦС»**, 2012. – 86 с.
2. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02 – 84. – Введ. 01.01.2012г. – Москва:???, ????. – 124 с.
3. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. Изд. 4-е, доп. М., Стройиздат, 1974 – 156 с.
4. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. В62 Справочник/Б.Н. Репин, С.С. Запорожец, В.Н. Ереснов и др., Под ред. Б.Н. Репина. - М.; Высш. шк., 1995 - 431 с
5. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей, МПРРФ. М.: 2008.
6. Методика расчета предельно допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты со сточными водами,
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов, с изменениями на 2009г.
8. Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления.

# Генеральный план населенного пункта М 1: 5000



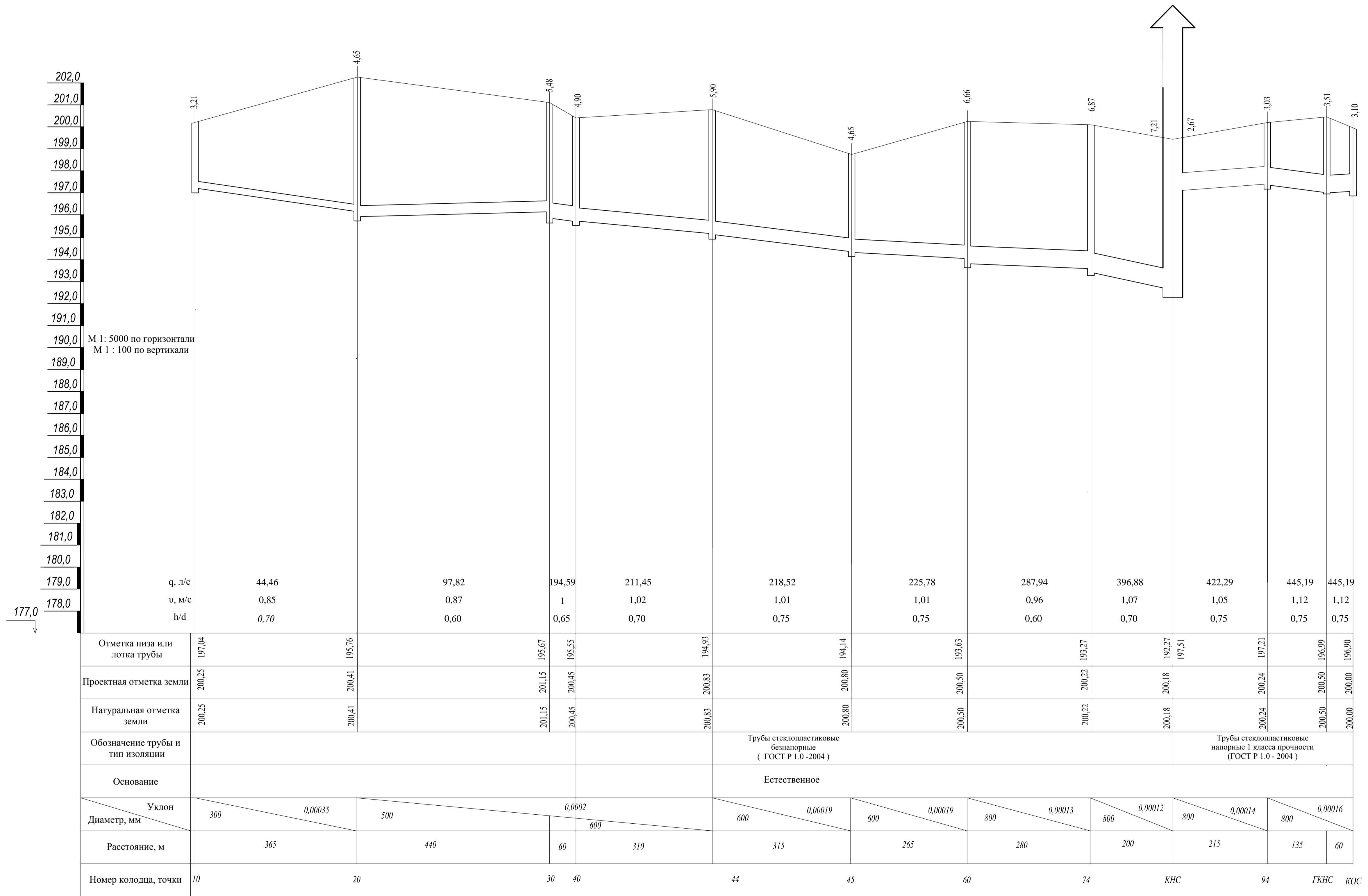
КОС  
ГКНС

Инв. № подл./Подпись и дата/Зам. инв. №

- водоотводящая сеть
- ливневая сеть
- речная акватория
- зелёные насаждения
- район I
- район II
- промышленная зона

				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись	Дата	Система водоотведения населенного пункта				
Разраб.	Приймач	Л.В.					Стадия	Лист	Листов
Консулт.	Приймач	Л.В.					<b>У</b>		
И.контр.	Приймач	Л.В.			Генеральный план населенного пункта М 1: 5000		Кафедра ИСЗС		
Зав. каф.									

# Продольный профиль главного канализационного коллектора

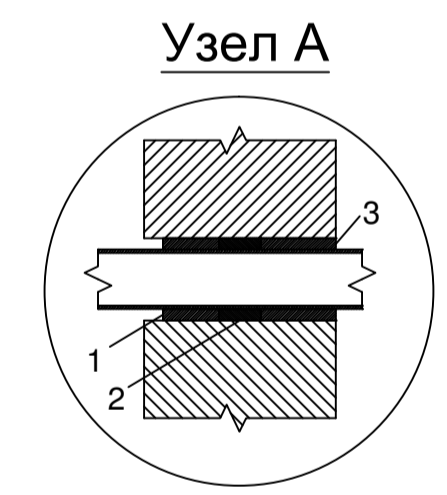
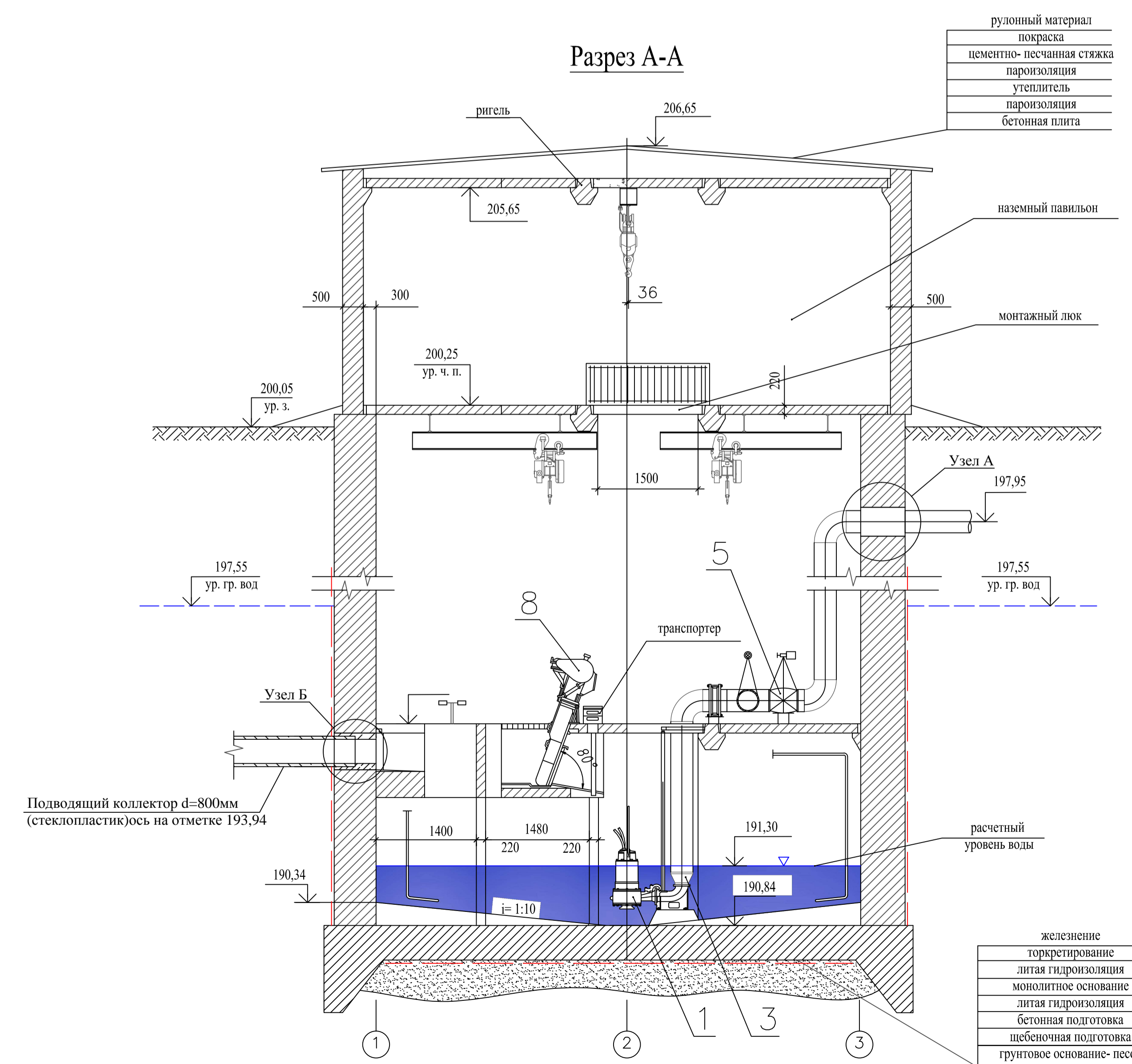
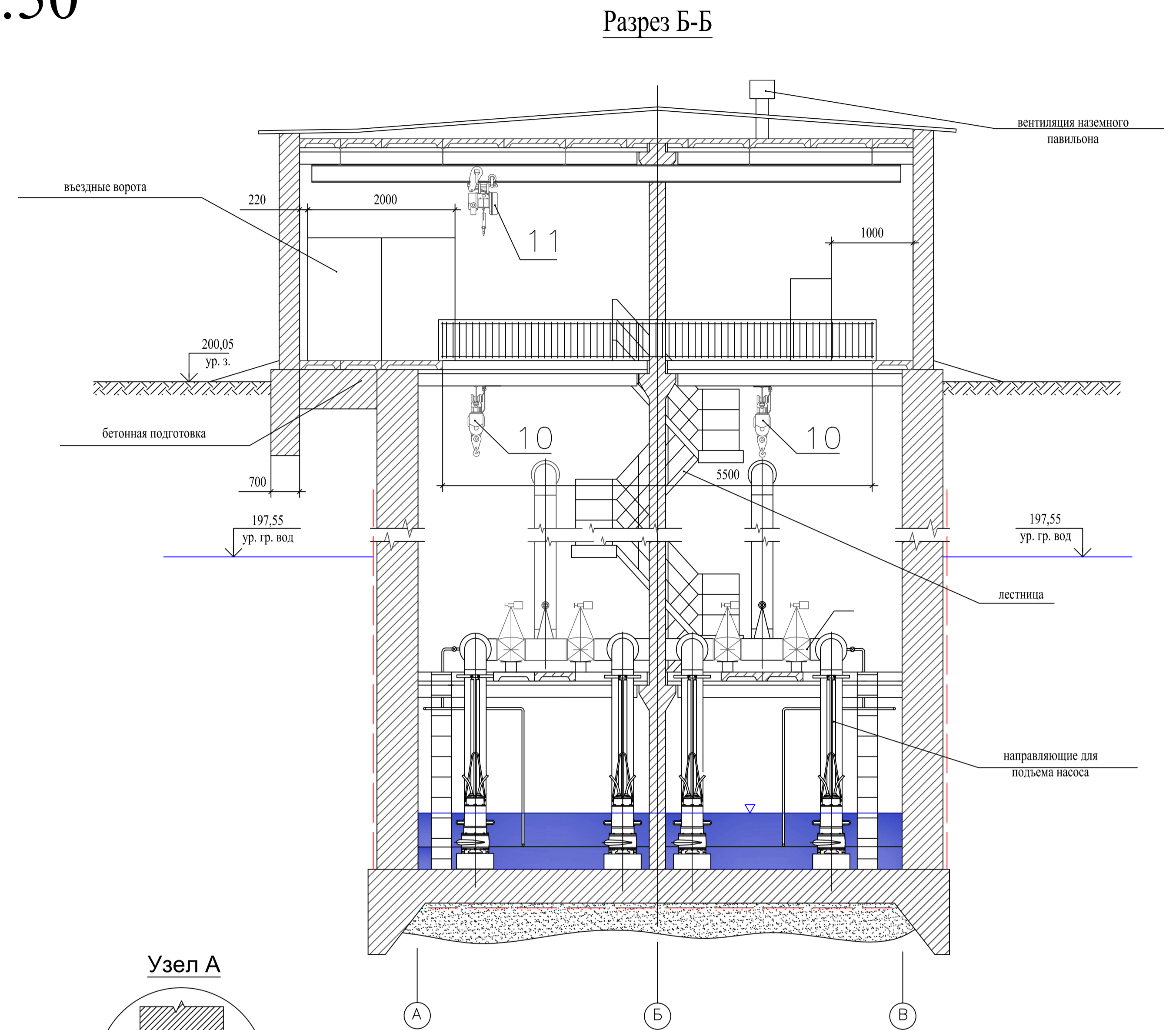
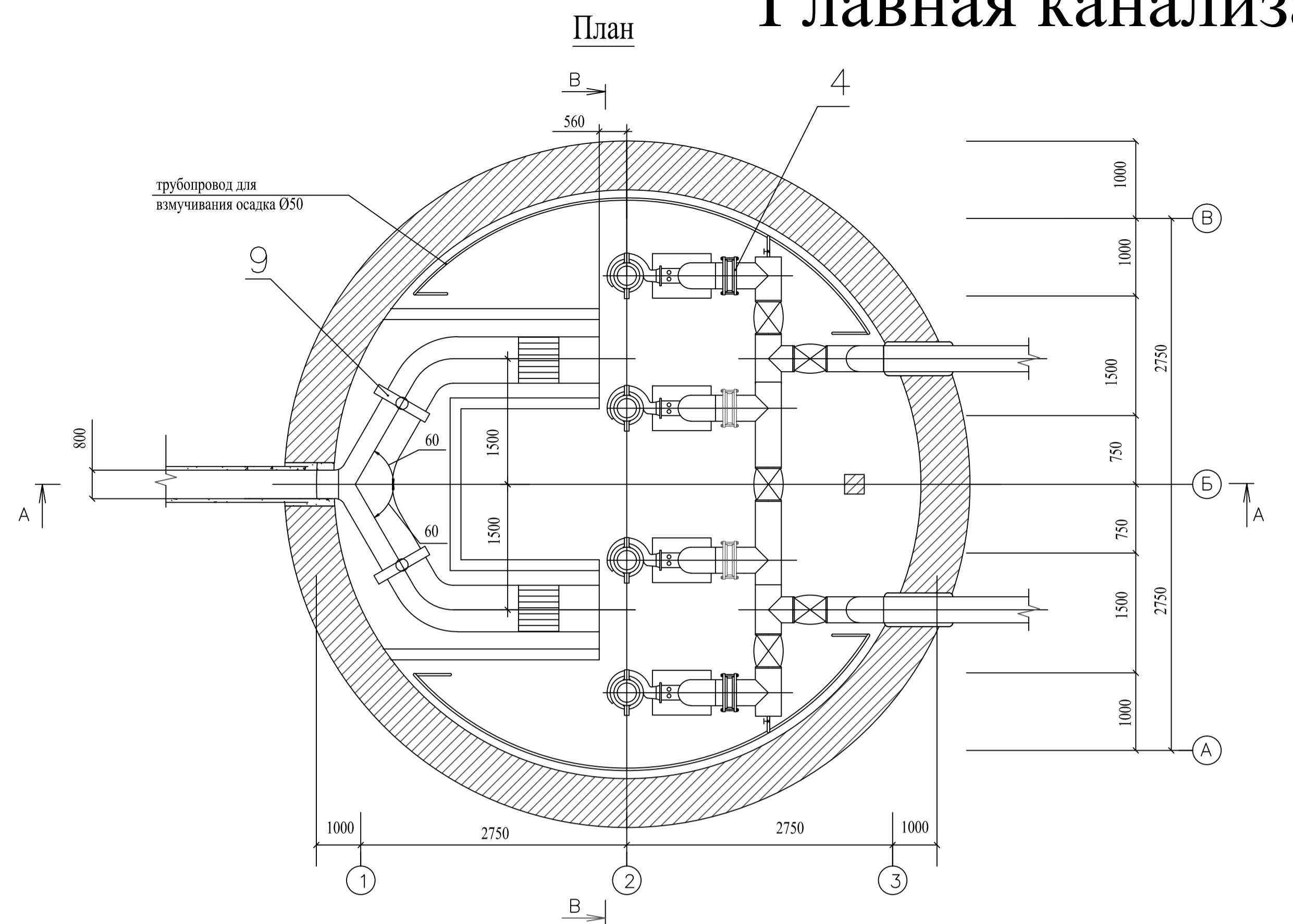


				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись	Дата		
Разраб.				Система водоотведения населенного пункта		Статья
Руковод.						Лист
Консулт.						Листов
				Продольный профиль главного канализационного коллектора М 1:5000 по горизонтали; М 1: 100 по вертикали.		Кафедра ИСЗиС

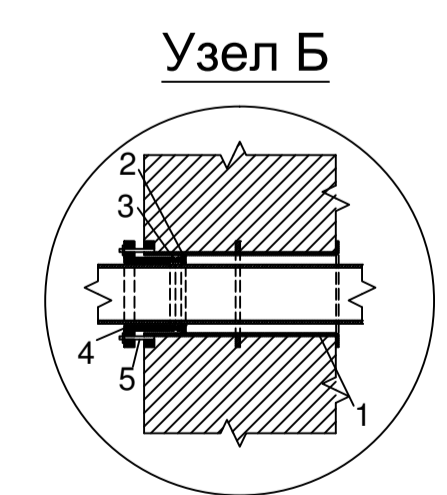
Инв. N подл. Подпись и дата. Зам. инв. N

# Главная канализационная насосная станция

М 1:50



- 1 Цементная стяжка;
- 2 Сальниковая набивка;
- 3 Мятая глина



- 1 стальная гильза;
- 2 диафрагма;
- 3 просмоленая прядь;
- 4 сальниковый стакан;
- 5 стяжные болты;

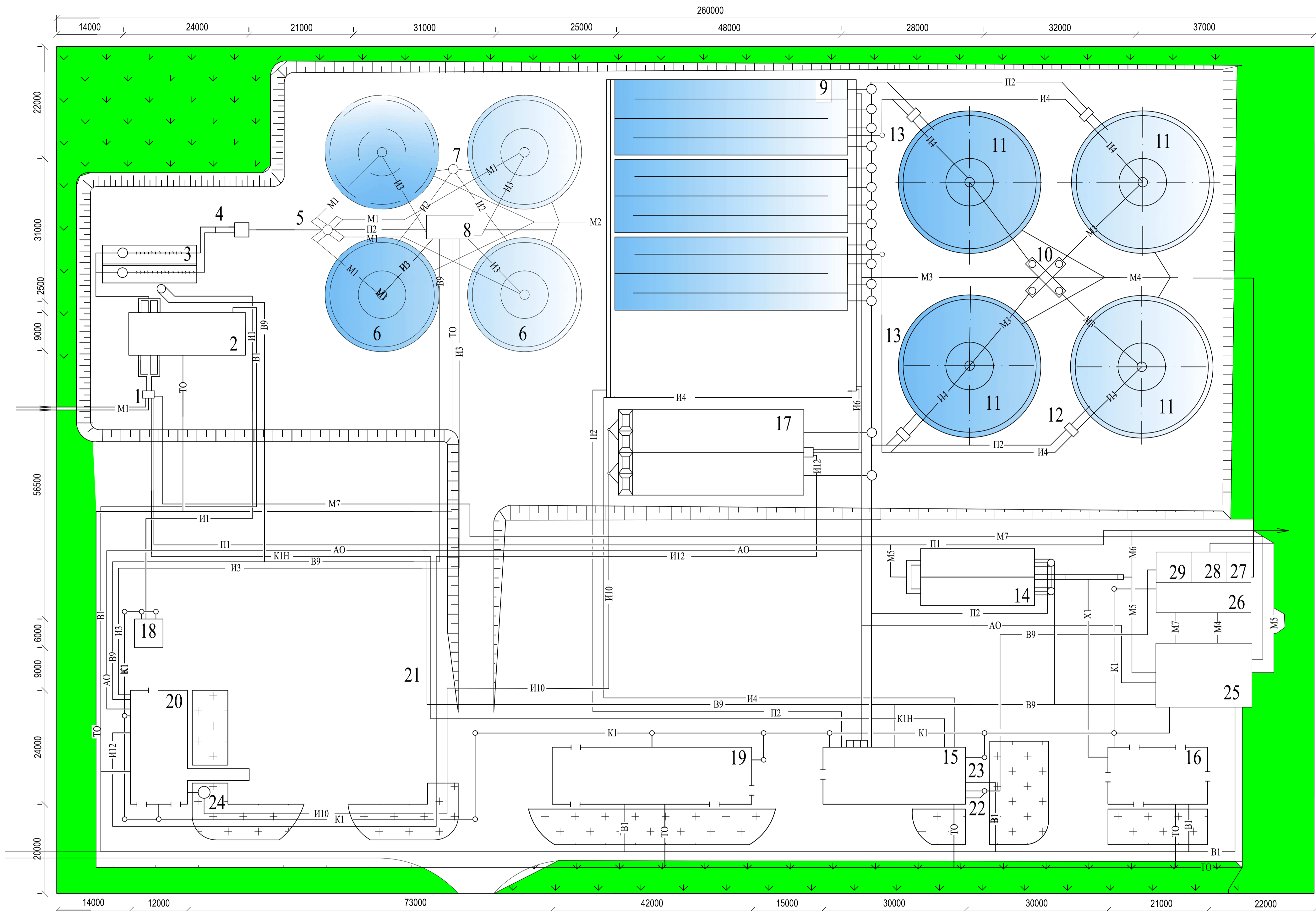
## Спецификация

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
1	Погружной насос для перекачивания сточных вод Grundfos S2 288	4	погр. нас. агр. n=900вмн-1, N=130квт
2	Трансформатор с охлаждением S=420 квз	2	
3	Труба напорная железобетонная Ø800	2	ГОСТ 12586.0-83 тн-100-1
4	Клапан обратный Ду=500, Ру=1МПа	4	ГОСТ 19827-74 кз 44067(19x16p5)
5	Задвижка с электроприводом Ду=500, Ру=1мпа, N=1,3квт	5	30x915бр. t<100°C
6	Диффузор	4	ГОСТ 17378-83
7	Колено	8	ГОСТ 17375-83
8	Решетка механизированная	3	
9	Щитовой затвор	3	
10	Таль электрическая высота подъема 8м	5	tз-541 ГОСТ 22584-77
11	Таль электрическая высота подъема 14 м	1	tз-561 ГОСТ 22584-77

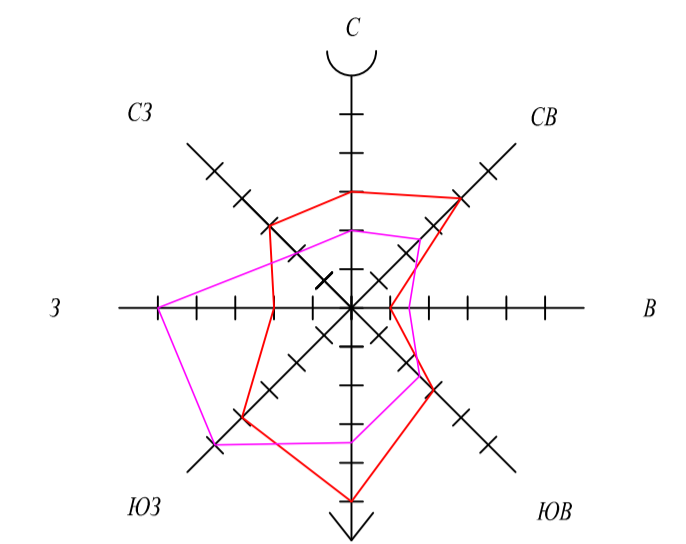
Изм. Лист				№ докумен.			Подпись			Дата		
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт												
Система водоотведения населенного пункта										Статья	Лист	Листов
Главная канализационная насосная станция М 1 : 50										У		
Кафедра ИСЗиС												

Инв. № подл. Подпись и дата. Зам. инв. №

# Генеральный план канализационных очистных сооружений М 1:500



## Роза ветров



## Экспликация зданий и сооружений

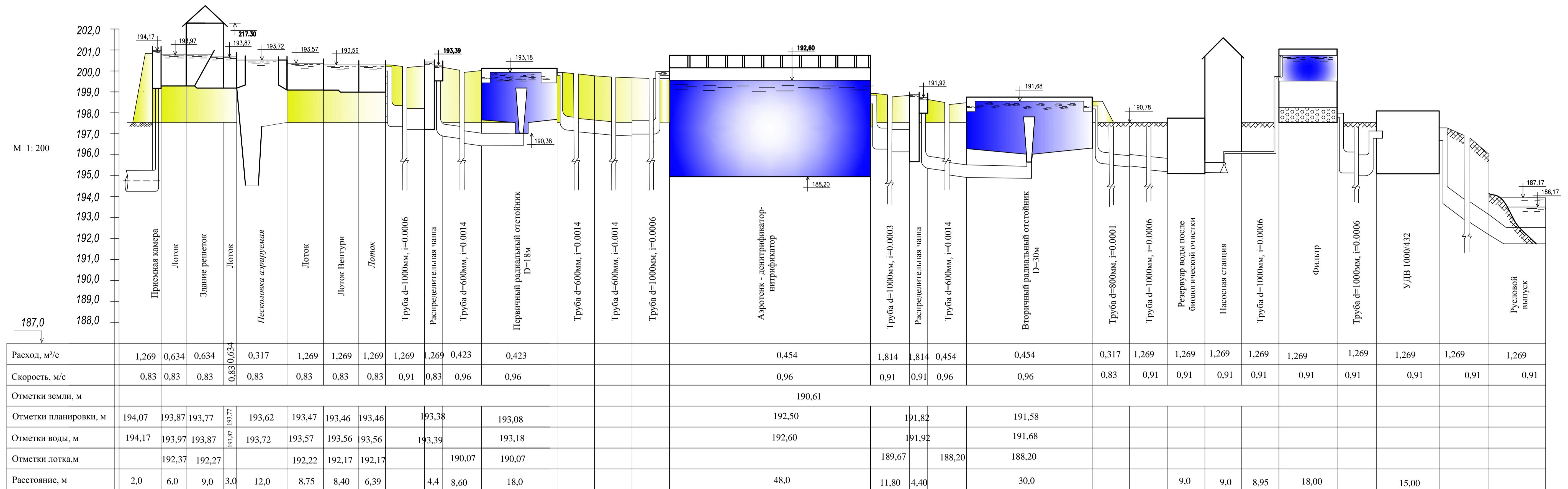
Обозначение	Наименование	Примечание
1	Приемная камера	m.n. 4.902-3
2	Здание с решетками эскалаторного типа	m.n. 902-8-234
3	Песколовки азрируемые	m.n. 932-2-27 VIII
4	Лоток Вентури	m.n. 902-2-164 выпуск IV
5	Распределительная чаша	
6	Отстойники первичные радиальные Д=18 м	m.n. 902-2-84/75
7	Жироборник	m.n. 902-2-84/75
8	Насосная станция сырого осадка	m.n. 902-2-84/75
9	Аэротенк с нитрификацией и денитрификацией А-4-6-5	m.n. 902-2-84/75
10	Распределительная чаша вторичных отстойников	
11	Отстойники вторичные радиальные Д=30 м	m.n. 902-2-88/75
12	Иловая камера	m.n. 902-2-88/75
13	Камера для эрлифтов	m.n. 902-2-88/75
14	Контактные резервуары, В=6 м	m.n. 902-2-231
15	Насосно-вентиляционная станция с 3 воздуходувками	m.n. 902-2-254
16	Хлораторная производительностью 12,8 кг/ч, совмещенная с расходным складом хлора емкостью 15т	m.n. 901-3-15/70
17	Аэробные минерализаторы осадка сточных вод	m.n. 902-2-289
18	Бункеры песка	
19	Блок производственных и бытовых помещений	m.n. 902-9-2
20	Корпус обезжелезивания осадка сточных вод с центрифугами	m.n. 902-2-244
21	Площадки промежуточного складирования обезжележенного осадка	
22	Резервуар хозяйственной фекальной канализации	m.n. 902-2-294
23	Резервуар технической воды	
24	Резервуар аэробно-сброженной смеси осадков	
25	Блок фильтров доочистки	
26	Насосная станция блоков доочистки	
27	Резервуар воды после биологической очистки	
28	Резервуар чистой промывной воды	
29	Резервуар грязной промывной воды	

## Условные обозначения

-M1-	Сточная вода, поступающая на очистку	-И6-	Активный ил избыточный неуплотненный
-M2-	Сточная вода после механической очистки	-И10-	Аэробно-сброженная смесь осадка
-M3-	Сточная вода после аэротенков	-И12-	Фугат
-M4-	Сточная вода после биологической очистки	-П1-	Аварийный сброс
-M5-	Сточная вода после доочистки	-П2-	Опорожнение
-M6-	Сливная вода	-X1-	Хлорная вода
-M7-	Грязная промывная вода	-В1-	Хозяйственно-противопожарный водопровод
-И1-	Песчаная пульпа	-В9-	Технический водопровод
-И3-	Сырой осадок	-K1-	Хозяйственная фекальная канализация
-И4-	Активный ил возвратный	-AO-	Воздухопровод
		-TO-	Теплосеть

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Разраб.					Система водоотведения населенного пункта	Статья	Лист	Листов
Руковод.	Приймак Л.В.					У		
Консулт.	Приймак Л.В.				Генеральный план канализационных очистных сооружений М 1: 500	Кафедра ИСЗиС		
И.контр. Зав. каф.	Приймак Л.В.							

# Высотная схема движения сточной воды по сооружениям

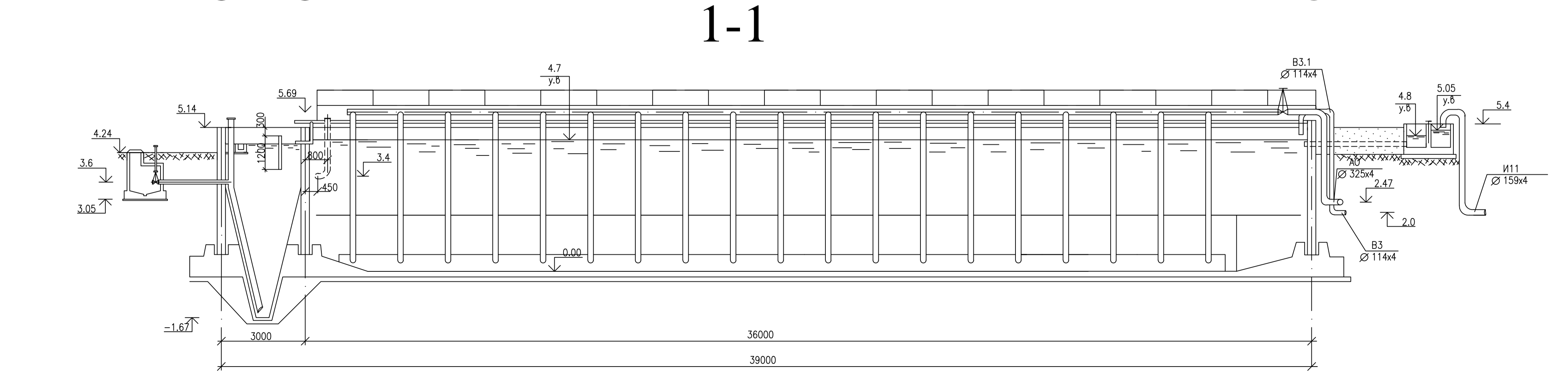
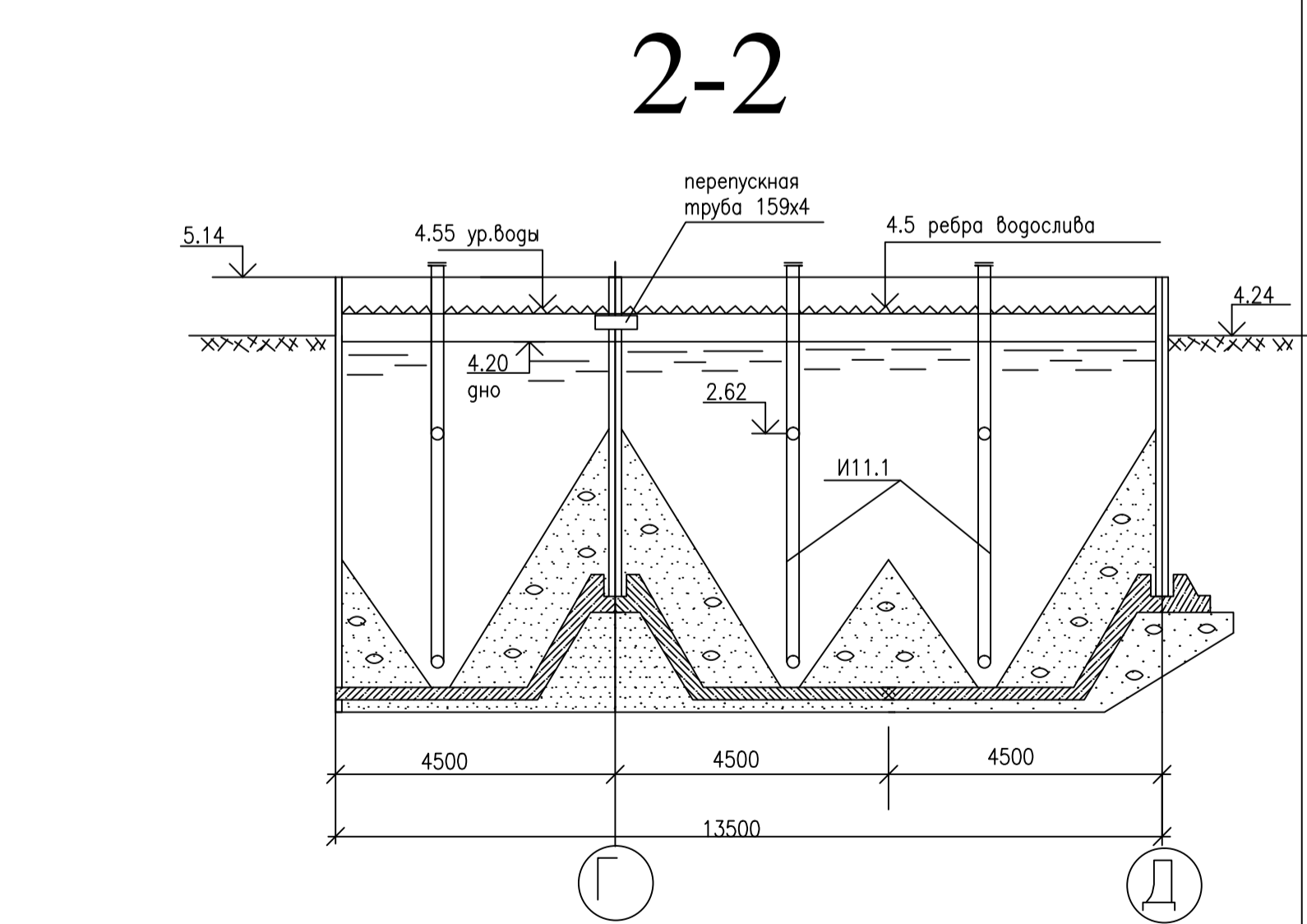
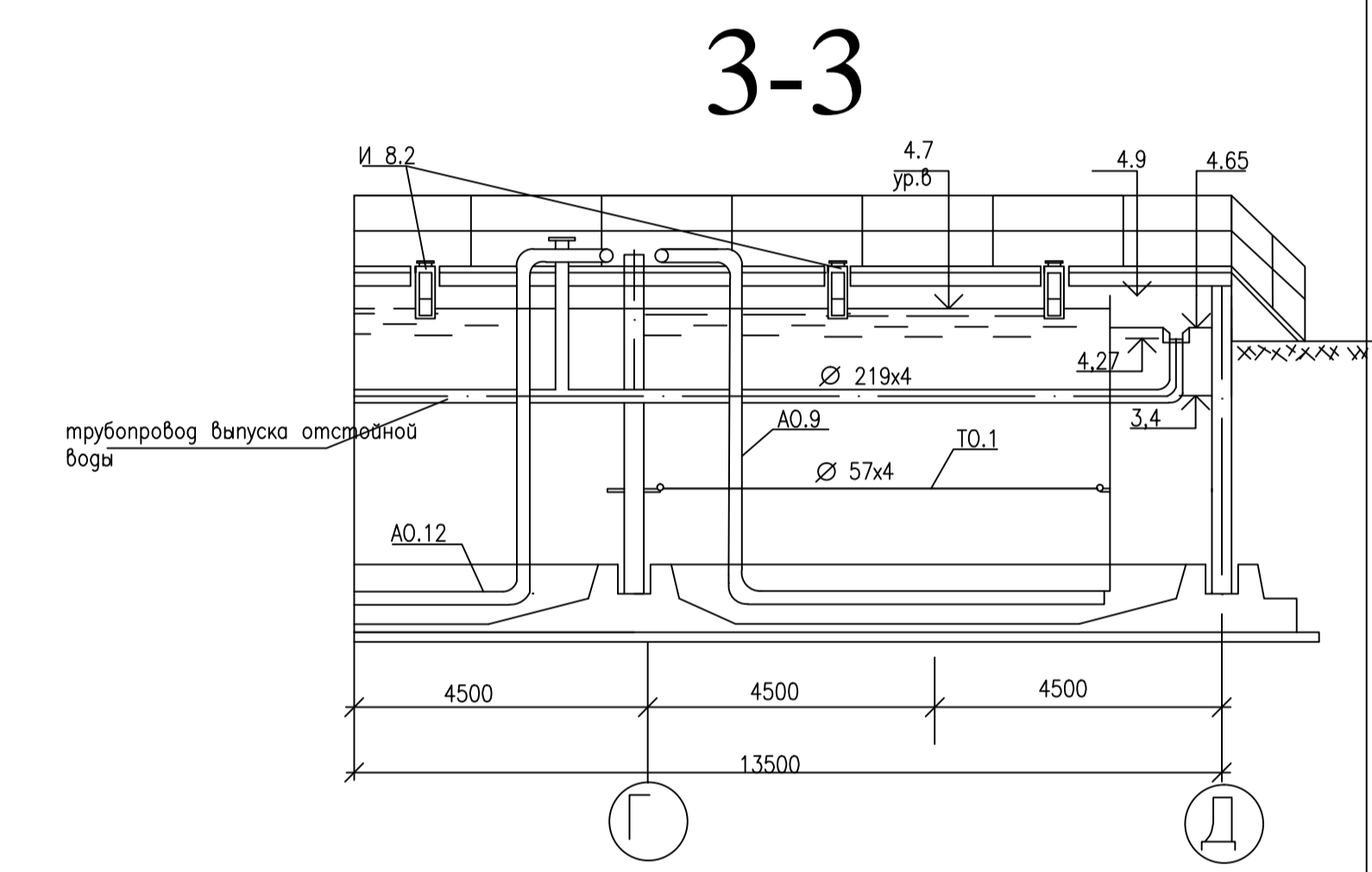
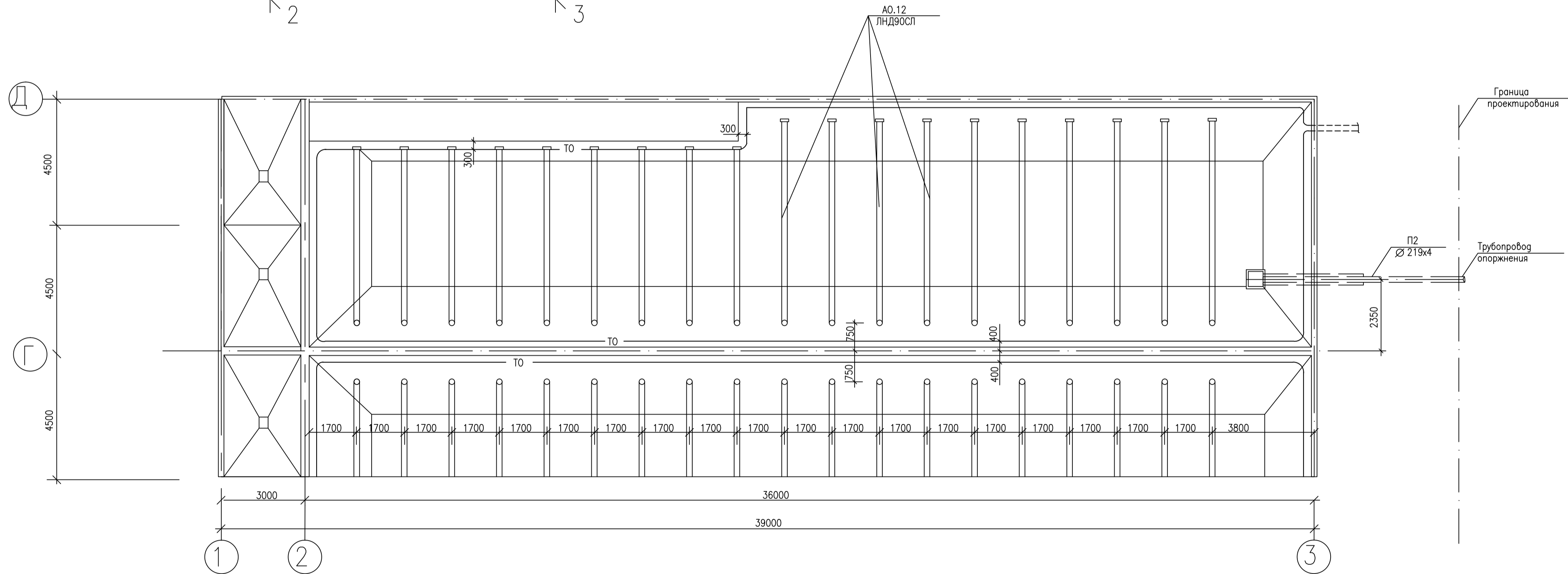
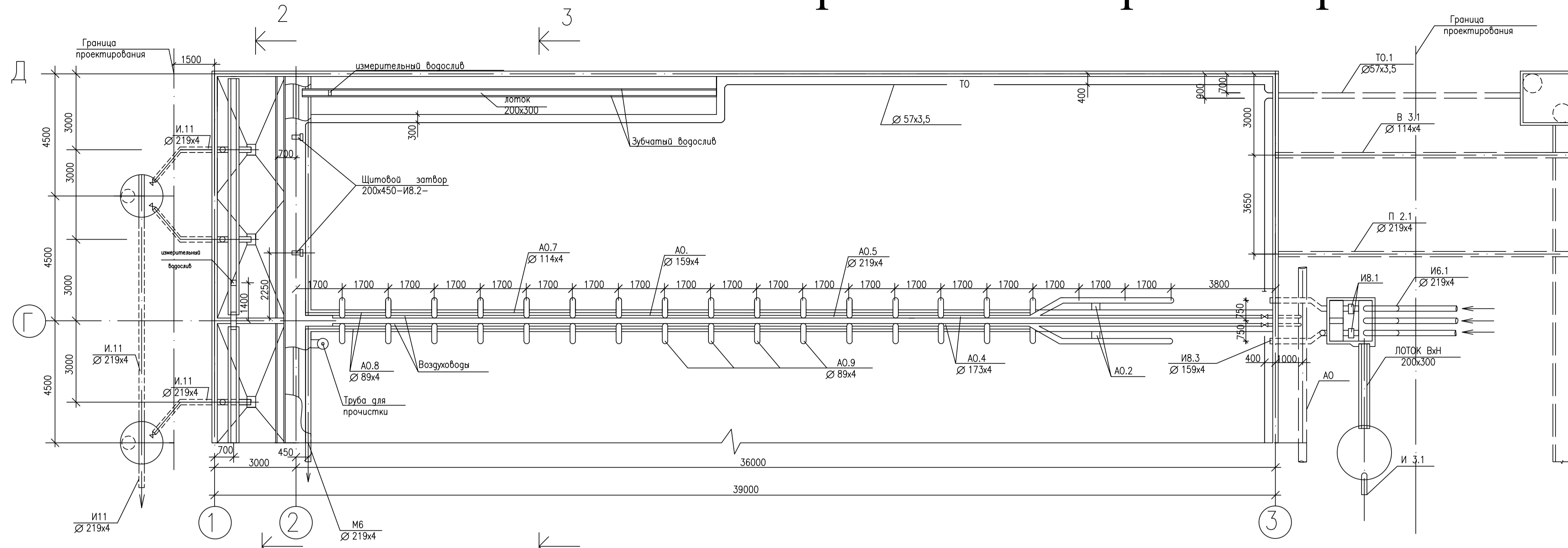


				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись	Дата	Система водоотведения населенного пункта	
Разраб.					Статья	Лист
Руковод.	Приймак Л.В.				У	Листов
Консулт.	Приймак Л.В.					
Н.контр.	Приймак Л.В.				Высотная схема движения сточной воды.	
Зав. каф.					Кафедра ИСЗиС	

Инв. N подл. Подпись и дата. Зам. инв. N



# План аэробного минерализатора




				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись	Дата	Стая	Лист	Листов
Разраб.					Система водоотведения населенного пункта	У	
Руковод.	Приймак Л.В.				Аэробный минерализатор. План и разрезы.	Кафедра ИСЗС	
Консулт.	Приймак Л.В.						
Н.контр.	Приймак Л.В.						
Зав. каф.							

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

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

 Сакаш Г.В.  
подпись      инициалы, фами-  
лия

« 11 » 06 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Система водоотведения населённого пункта

Пояснительная записка


Руководитель

  
подпись, дата

доцент, к.т.н.

Л.В. Приймак  
должность, ученая степень      инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

Л.А. Кабанова  
инициалы, фамилия

Красноярск 2018