

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный институт  
институт  
Инженерных систем зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой ИСЗиС



Г.В. Сакаш

подпись      инициалы, фамилия

« 11 » 06 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

20.03.02.06-2018 Природообустройство и водопользование

код и наименование специальности

Водоснабжение и водоотведение поселка

тема

Научный руководитель



подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

Ю.М. Асманова

инициалы, фамилия

Красноярск 2018

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Водоснабжения и водоотведения поселка» содержит 64 страниц текстового документа, 6 листов графического материала, 10 использованных источников.

Поселок площадью 14,47 га (масштаб 1:1000).

Целью работы является организация и устройство поселка - обеспечение населения комфортными условиями проживания.

Выпускная квалификационная работа состоит из двух разделов.

- выполнена трассировка сетей водоснабжения и водоотведения поселка;
- определены расчетные расходы воды;
- выполнен гидравлический расчет водопроводной сети;
- выбрана система водоподготовки;
- выполнены гидравлический и геодезический расчеты хозяйственно-бытовой и ливневой водоотводящих сетей;
- построены профили хозяйственно-бытовой и ливневой сетей водоотведения.

В разделе « технология и организация строительства трубопровода»:

- разработана прокладка участка трубопровода канализационной сети от колодца кк1-55 до очистных сооружений бестраншейным методом диаметром 150 мм, длиной 94 м;
- определены объемы земляных работ, выполняемых механизированным и ручным способами;
- сделан предварительный выбор комплекта машин, механизмов и оборудования;
- составлен календарный план работ и передвижения рабочей силы.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Система водоснабжения посёлка.....	6
1.1 Назначение и устройство системы водоснабжения посёлка.....	6
1.1.1 Расчетные расходы вод в системе водоснабжения посёлка.....	6
1.1.2 Расход воды на поливку.....	8
1.1.3 Расходы воды на пожаротушение.....	8
1.1.4 Расход воды на собственные нужды.....	9
1.1.5 Общий расход воды населенного пункта.....	9
1.1.6 Расчет водопроводной сети.....	9
1.1.7 Трассировка водопроводной сети.....	10
1.1.8 Расходы воды на участках водопроводной сети.....	11
1.2 Гидравлический расчет скважины.....	12
1.2.1 Исходные данные для проектирования.....	12
1.2.2 Устройства фильтра.....	13
1.2.3 Расчет фильтра.....	13
1.2.4 Определение размеров и диаметров обсадных труб.....	15
1.2.5 Насосное оборудование.....	15
1.2.6 Оборудование для промывки скважины от заиливания.....	16
1.2.7 Подбор кессонного оборудования.....	17
1.2.8 Выбор лебедки.....	18
1.2.9 Расчет зон санитарной охраны.....	19
1.2.10 Обеззараживание (озонирование) воды.....	21
1.3 Гидравлический расчет водопроводной сети.....	22
1.4 Система водоотведения поселка.....	22
1.4.1 Назначение и устройство системы водоотведения.....	23
1.4.2 Расчетные расходы сточных вод от выпусков.....	25
1.4.3 Трассировка наружной водоотводящей сети.....	26
1.4.4 Выбор материала труб для устройства наружной водоотводящей сети.....	27
1.4.5 Гидравлический и геодезический расчеты наружной водоотводя- щей сети.....	30
1.5 Расчет объемов и расходов поверхностного стока.....	32
1.5.1 Расчет поверхностного стока с территории жилого посел- ка.....	32
1.5.2 Расчет сточных вод от поселка.....	38
1.6 Локальные очистные сооружения для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод «ЭКОС».....	40

1.7 Очистные сооружения для ливневого стока ВАЛДАЙ- Дождь.....	41
2. Технология и организация строительного производства при бестраншейной прокладке трубопровода.....	42
2.1 Определение объемов земляных работ.....	44
2.2 Объем грунта извлекаемый экскаватором при рытье траншеи.....	47
2.3 Определение объема земли, подлежащий вывозу в отвал за пределы строительства.....	50
2.4 Баланс объема в земляных масс.....	51
2.5 Предварительный выбор комплекта машин.....	52
2.6 Выбор марки средств для транспортировки избыточного грунта за пределы строительства.....	54
2.7 Выбор механизмов для обратной засыпки траншеи и ее планировки.....	55
2.8 Определение технико-экономических показателей для аксонометрического выбора комплекта машин.....	58
2.9 Определение размеров забоя.....	58
2.10 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода, колодцев и арматуры.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	64

## ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа посвящена вопросам по водоснабжению и водоотведению. Участок рассматриваемой территории расположен в Красноярском крае, общая площадь участка равна 10,18 га. Абсолютные отметки земли от 110,3 до 113,6. Поселок включает 71 земельный участок, проживает 213 человек.

Степень благоустройства – централизованные системы водоснабжения и водоотведения с внутренним водопроводом и канализацией, с душами, мойками и централизованным горячим водоснабжением.

На территории поселка находятся магазины, школа, зона отдыха со спортивной площадкой и площадкой для волейбола.

Климат Красноярского края от резко континентального до умеренно континентального. Характерны сильные колебания температур в течении года.

На территории края выделяют 3 климатических пояса: арктический, субарктический и умеренный. В пределах каждого из них заметны изменения климатических особенностей не только с севера на юг, но и с запада на восток. Поэтому выделяются западные и восточные климатические области, граница которых проходит по долине реки Енисей.

Наиболее холодные месяцы - декабрь, январь и февраль – средняя дневная температура января -36 градусов. В южной части Красноярского края зима начинается в начале октября и заканчивается в конце апреля. Погода здесь значительно мягче, чем на севере, но оттепели все равно случаются очень редко. Устойчивый снежный покров образуется в октябре и сходит в апреле. Наибольшая высота снега наблюдается в феврале и составляет около 15 см. Самый холодный месяц зимы – январь, со средней температурой -20 градусов, но в любой из зимних месяцев температура может опускаться ниже -40 градусов, причем часто это сопровождается сильными ветрами и метелями.

Ширина проектируемых улиц, рассматриваемой территории составляет 11 м. Ширина проезжей части улиц принята 5,4 м. С каждой стороны проезжей части организована пешеходная зона шириной 2 м и зеленая зона шириной 2,5 м. Минимальный радиус в местах закругления проезжей части 6 м.

Поверхностный сток, образующий на поверхности земли поступает в дожде приённые колодцы. Вода в дождеприемники поступает через приемные решетки и по соединительной трубе отводиться в колодцы закрытой отводящей сети.

## Исходные данные для проектирования

Посёлок численностью 213 человек, состоящий из 71 индивидуально жилых строений.

Степень благоустройства – с внутренним водопроводом и канализацией, и ваннами 1500-1700 мм.

## 1 Система водоснабжения поселка

### 1.1 Назначение и устройство системы водоснабжения поселка

Системы водоснабжения поселка подают воду на нужды населения, животноводства, парка сельскохозяйственных машин и автомобилей, ремонтных мастерских, предприятий по первичной переработке сельскохозяйственных продуктов (маслозаводы и др.), для полива растений в теплицах и парниках и для пожаротушения.

В качестве источников водоснабжения сельских населенных мест в первую очередь стремятся использовать подземные воды и только в тех случаях, когда качество их оказывается неудовлетворительным или дебит подземных источников мал, используются воды поверхностных источников.

При наличии хорошо защищенных с поверхности подземных вод, качество которых отвечает требованиям ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая», система водоснабжения сельского поселка будет состоять из водозаборного сооружения в виде двух или нескольких трубчатых колодцев, оборудованных погружными насосами, из регулирующих резервуаров насосной станции второго подъема и разводящей сети.

На насосной станции второго подъема устанавливают хозяйственные насосы с производительностью, позволяющей подавать и пиковые, и минимальные расходы воды, а также пожарный насос, параметры которого обеспечивают тушение пожара непосредственно из пожарных гидрантов (без пожарной машины).

#### 1.1.1 Расчетные расходы вод в системе водоснабжения поселка

При проектировании систем водоснабжения населенных пунктов удельное среднесуточное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения принимается исходя из расчетов.

Расчетный суточный расход воды  $Q_{\text{сут.м}}$ , м<sup>3</sup>/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте следует определять по формуле:

$$Q_{\text{сут.м}} = \frac{q \cdot N}{1000} \quad (1)$$

где  $q$  – удельное водопотребление, л/с на 1 жителя, принимается в соответствии с таблицей 1 СП 31.13330.2012;

$N$  – число жителей, проживающих в поселке.

$$Q_{\text{сут.м}} = \frac{160 \cdot 213}{1000} = 34,08 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления,  $\text{м}^3/\text{сут.}$ :

$$Q_{\text{сут.маx}} = K_{\text{сут.маx}} \cdot Q_{\text{сут}} \quad (2)$$

$$Q_{\text{сут.маx}} = 1,13 \cdot 34,08 = 38,51 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$Q_{\text{сут.миn}} = K_{\text{сут.миn}} \cdot Q_{\text{сут}} \quad (3)$$

$$Q_{\text{сут.миn}} = 0,9 \cdot 34,08 = 30,67 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

где  $K_{\text{сут.маx}}$  и  $K_{\text{сут.миn}}$  – максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности водопотребления, учитывающие уклад жизни населения, режим работы промышленных предприятий, степень благоустройства зданий и изменение водопотребления по сезонам года и дням (принимаются  $K_{\text{сут.маx}} = 1,1-1,3$ ;  $K_{\text{сут.миn}} = 0,7-0,9$ ).

Максимальные и минимальные часовые расходы воды населением из водопроводной сети, определяют по формулам:

$$q_{\text{ч.маx}} = \frac{K_{\text{ч.маx}} \cdot Q_{\text{сут.маx}}}{24} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4)$$

$$q_{\text{ч.миn}} = \frac{K_{\text{ч.миn}} \cdot Q_{\text{сут.маx}}}{24} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (5)$$

где  $K_{\text{ч.маx}}$  и  $K_{\text{ч.миn}}$  – коэффициенты часовой неравномерности водопотребления, которые вычисляются по формулам:

$$K_{\text{ч.маx}} = \alpha_{\text{маx}} \cdot \beta_{\text{маx}}, \quad (6)$$

$$K_{ч.min} = \alpha_{min} \cdot \beta_{min}, \quad (7)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия ( $\alpha_{max} = 1,2 - 1,4$ ;  $\alpha_{min} = 0,4 - 0,6$ );  
 $\beta$  – коэффициент принимаемый по таблице 2 СП 31.133.2012, учитывающий количество жителей в населенном пункте.

$$\beta_{max} = 3,5; \beta_{min} = 0,03$$

$$K_{ч.max} = 1,4 \cdot 3,5 = 4,9$$

$$K_{ч.min} = 0,6 \cdot 0,03 = 0,018$$

### 1.1.2 Расход воды на поливку

К расходам воды на поливку относятся все расходы воды, необходимые для обеспечения благоустройства населенного пункта: поливка улиц, зеленых насаждений и огородов.

Расход воды на поливку, м<sup>3</sup>/сут, с учетом расхода на одного жителя по формуле:

$$Q_{пол} = \frac{S \cdot q_{уд}}{1000}, \quad (8)$$

где  $q_{уд}$  – удельная норма на поливку, принимается 0,4 л/с;  
 $S$  – площадь дорог, тротуаров и озеленения равна 2,6 га.

$$Q_{пол} = \frac{26000 \cdot 0,4}{1000} = 10,4 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

### 1.1.3 Расходы воды на пожаротушение

Расход воды на пожаротушение, м<sup>3</sup>/сут, определяется по формуле:

$$Q_{пож} = 3,6 \cdot n_{п} \cdot q_{п}, \quad (9)$$

где  $n_{п}$  – количество одновременных пожаров равна 1;  
 $q_{п}$  – расход воды на 1 пожар, равен 5 л/с.



$$Q_{\text{пож}}=3,6 \cdot 1,5=18 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

#### 1.1.4 Расход воды на собственные нужды

На собственные нужды водозаборного сооружения (промывка фильтра, водоприёмных устройств, сети и др.) требуется 10% от водопотребления населённого пункта, отсюда получаем:

$$Q_{\text{сн}}=10\% \cdot Q_{\text{сут.м}}, \quad (10)$$

где  $Q_{\text{сут.м}}$  – формула 1,  $\text{м}^3/\text{сут.}$

$$Q_{\text{сн}}=10\% \cdot 34,08=3,408 \text{ м}^3/\text{сут}$$

#### 1.1.5 Общий расход воды населенного пункта

Общий расход воды населённого пункта,  $\text{м}^3/\text{сут.}$ , будет определен по формуле:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{сут.м}} + Q_{\text{пол}} + Q_{\text{пож}} + Q_{\text{сн}}, \quad (11)$$

$$Q_{\text{общ}} = 34,08 + 10,4 + 18 + 3,408 = 65,888 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

#### 1.1.6 Расчет водопроводной сети

Первой очередной задачей при проектировании водопроводов и водопроводной сети является трассирование, т.е. начертание линий и трубопроводов в плане.

Водопроводную сеть принято разделять на магистральные и распределительные линии. Магистральные линии служат преимущественно для транспортировки распределение воды по территории снабжаемого объекта, а распределительные линии - для раздачи воды потребителям через воду в здании, водозаборные краны и колонки.

По назначению в плане различают тупиковую сеть, допускающую транспортировку воды к потребителю по единственному направлению, и кольцевую сеть, имеющую параллельные магистрали и перемочки.

Расчёты путевых и узловых расходов

Удельный отбор режима определен по формуле:

$$q_{уд} = \frac{q}{L} = \frac{0,001 \text{ л/с}}{100} = 0,001 \text{ л/с} \quad (12)$$

где  $q$  – расход потребляемый поселком, м<sup>3</sup>/ч;  
 $L$  – сумма длин всех участков, м.

Определение путевых расходов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение путевых расходов

№ участка	Длина l, м	Водозабор
1	2	3
1-2	370	0,37
1-3	360	0,36
3-4	470	0,47
3-5	190	0,19
5-6	340	0,34
5-7	220	0,34
7-8	395	0,22

### 1.1.7 Трассировка водопроводной сети

Водопроводная сеть представляет собой совокупность трубопроводов, по которым вода транспортируется потребителям.

Она состоит из водоводов, магистральной сети и распределительных трубопроводов. Для транспортирования воды от водоприемника к очистным сооружениям и от регулирующих емкостей к магистральной сети прокладывают водоводы. Их проектируют не менее чем в две линии. Количество линий водоводов выбирают на основании технико-экономического расчета с учетом стоимости мероприятий по обеспечению бесперебойности водоснабжения потребителей.

При проектировании водовода в одну линию необходимо предусматривать запасные емкости с запасом воды на время ликвидации аварии на водоводе и обеспечения расхода на пожаротушение.

Трассу водовода выбирают из условия подачи воды к потребителю по кратчайшему направлению, по возможности она должна иметь минимальное количество искусственных сооружений и быть доступной для обслуживания. Исходя из этого, водоводы рекомендуется прокладывать вблизи существующих или проектируемых автодорог. Трасса водоводов не должна проходить по территории свалок, кладбищ и скотомогильников.

### 1.1.8 Расходы воды на участках водопроводной сети

Увязка сети выполняется способом последовательной корректировки начального поток распределения при сохранении баланса расходов в узлах.

Коэффициент  $\delta$  – коэффициент, учитывающий область гидравлического режима работы трубопровода, приняты в зависимости от скорости движения воды для пластмассовых труб.

$S_0$  – удельное гидравлическое сопротивление трубопровода; приняты в зависимости от материала и диаметра труб.

Для определения диаметра и скорости используются таблицы Шевелева. Гидравлический расчет сети на случай максимального водозабора представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Гидравлический расчет сети на случай максимального водозабора

№ участка	Расход $q$ , л/с	Диаметр $d$ , мм	Скорость $V$ , м/с	Потери напора $1000i$
1	2	3	4	5
1-2	8,4	110	1,14	15,168
1-3	3,6	90	0,73	8,794
3-4	0,9	75	0,263	1,795
3-5	0,51	63	0,29	3,17
5-6	0,4	20	2,15	443,26
5-7	0,35	20	1,23	5,67
7-8	0,15	20	1,37	9,65

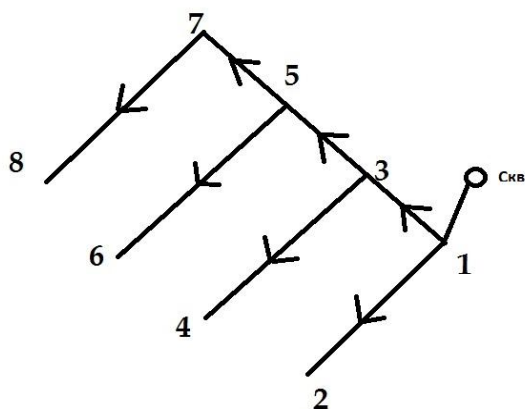


Рисунок 1 – Схема распределения потока воды из водозабора

## 1.2 Гидравлический расчет скважины

### 1.2.1 Исходные данные для проектирования

Конструкцию водозаборной скважины определяем с учетом гидрогеологических условий, способа бурения, требований эксплуатации и санитарной охраны источника и сооружений.

Неограниченный водонапорный пласт без площадного питания со следующими характеристиками:

- глубина залегания водоносного пласта  $m = 35$  м;
- коэффициент фильтрации грунта  $k_f = 35$  м/сут;
- коэффициент водоотдачи  $\mu = 0,3$ ;
- отметка поверхности земли  $Z_{\text{земли}} = 124$  м;
- водовмещающие породы – песок крупно-зернистый с  $d = 0,6 - 1,25$  мм.

Для проектируемого водозабора выбираем роторное бурение из-за большой глубины залегания водоносного пласта.

Буровая скважина представляет собой полость, сооружаемую в горных породах земной коры, имеющую цилиндрическую форму и значительную длину при сравнительно малом поперечном сечении.

Начало скважины называется устьем, конец – дном или забоем, боковая поверхность скважины – стволом.

По результатам расчета установлен максимально возможный расход (дебит) скважины. В условиях установившегося движения дебит совершенного колодца в напорном водоносном пласте определяется по формуле Дююи:

$$Q_c = \frac{2\pi k_f m (Z_{\text{земли}} - S)}{\ln \frac{R}{r}}, \quad (13)$$

где  $k_f$  – коэффициент фильтрации, м/сут;

$m$  – мощность водоносного пласта, м;

$S$  – понижение уровня воды при откачке, м;

$r$  – радиус скважины, м. Принимаем  $r = 300$  мм = 0,3 м

$R$  – радиус депрессионного влияния. Принимаем по таблице 9.5 [2] для песков крупной крупности  $R = 200$  м.

Понижение уровня воды  $S$  (м):

$$S = 10\% \cdot m, \quad (14)$$

где  $m$  – мощность фильтрационного потока,  $m = 30$  м.

$$S = 0,1 \cdot 30 = 3 \text{ м}$$

$$Q_c = \frac{Q}{S} = 661,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Требуемое количество скважин по формуле:

$$n = \frac{Q_c}{q}, \quad (15)$$

где  $Q_c$  – общий расход воды населенного пункта,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  
 $q$  – дебит скважины,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

$$n = \frac{661,5}{10000} = 0,06615 \approx 0,07 \text{ 1 скважина}$$

Принята 1 основная скважина, которая будет удовлетворять потребности в воде поселка и 1 резервная ( таблица 9.2 [2] )

### 1.2.2 Устройство фильтра

Фильтр является ответственной частью скважины. От того, насколько правильно и надёжно устроен фильтр, в высокой степени, зависит качество работы всего колодца. Основное назначение фильтра заключается в предохранении водоносного горизонта от обрушения, а также в пропуске воды без механических примесей.

Фильтры состоят из рабочей части (через которую в колодец поступает вода), верхний над фильтровой глухой части с замком для возможности опускания и установки фильтра и нижний также глухой части, которая служит сборником для проникающих колодец мелких частиц грунта.

### 1.2.3 Расчет фильтра

Подбор фильтра производится по исходным данным, а именно по наименованию материала (крупные пески  $d=0,6$  мм до 1,25 мм).

В соответствии с породой водоносного пласта выбираем трубчатый фильтр с круглой перфорацией.

Диаметр фильтра определен по формуле:

$$\text{---}, \quad (16)$$

где  $k_{\phi}$  – коэффициент фильтрации.

$$\text{---} = 0,519 \text{ м}$$

Длина рабочей водоприемной части фильтра, м, определена по формуле:

$$\text{---}, \text{ м} \quad (17)$$

где  $m$  – мощность водоносного пласта, м.

$$\text{---} \text{ м}$$

Скорость фильтрации для дырчатых, круглых, проволочных и сетчатых фильтров определена по формуле:

$$\text{---}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (18)$$

$$\text{---} \text{ м}^3/\text{сут}$$

Потери напора на фильтре определены по формуле:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}}, \text{ м} \quad (19)$$

где  $a_{\phi}$  – коэффициент, зависящий от типа фильтра, 0,42;

$Q$  – производительность скважины,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;

$S$  – понижение уровня, м;

$k_{\phi}$  – коэффициент фильтрации, м/с;

$l_o$  – рабочая длина фильтра, м;

$d_o$  – диаметр фильтра, м.

Потери напора на фильтре:

$$\frac{\text{-----}}{\text{-----}} \quad \text{м}$$

#### 1.2.4 Определение размеров и диаметров обсадных труб

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб определен по формуле:

$$D_3 = D_\Phi + 50, \text{ мм} \quad (20)$$

где  $D_\Phi$  – диаметр фильтра, мм.

$$D_3 = 519 + 50 = 569$$

Внутренний диаметр направляющей трубы:

$$D_H = D_3 + 100, \text{ мм} \quad (21)$$

$$D_H = 569 + 100 = 669 \text{ мм}$$

Диаметр забоя:

$$\text{---}, \text{ мм} \quad (22)$$

$$\text{---} \quad \text{мм}$$

В качестве обсадной трубы принята труба диаметром 574 мм.  
Диаметр труб эксплуатационной колонны принимаем 474 мм.

#### 1.2.5 Насосное оборудование

Параметры насосного оборудования, которые соответствовали бы требованиям надёжности подачи воды и работы водозаборного сооружения в целом, находятся методом подбора по результатам расчётов.

С учётом того, что расходный режим и водохозяйственный баланс по источнику приняты с прогнозом на 10 лет, подобран насос большей подачи, чем в расчётах.

Насос устанавливается в скважине ниже уровня воды и соединяется с водопроводной сетью с помощью труб. Трубы соединяются с помощью фланцев. В таблице 3 приведены технические характеристики насоса 1ЭЦВ8-25-100.

Таблица 3 – Техническая характеристика насоса марки 1ЭЦВ8-25-100

Подача насоса, м <sup>3</sup> /ч	Напор м вод. ст.	Количество ступней	Подпор, м. вод. ст.	Масса, кг
1	2	3	4	5
25	100	7	38	78

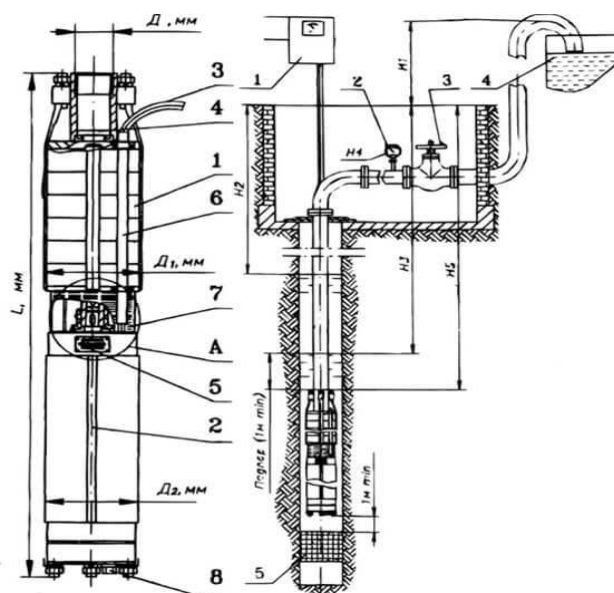


Рисунок 1 – Конструкция погружных насосов типа ЭЦВ

### 1.2.6 Оборудование для промывки скважины при заиливании

Прочистка скважины при заиливании производится следующими способами: промывка водой с поверхности, продувка с помощью эрлифта, прокачка насосом (помпой), прочистка желонкой.

При анализе данных способов, выбираем способ с использованием специального насоса. А именно ЭЦВ 12-200-105. Данный погружной центробежный насос предназначен для перекачки различных сильно загрязненных, содержащих твердые частицы, жидкостей, не вызывающих химического разрушения материалов гидравлической части насоса с размером перекачиваемых твердых



включений до 5 мм. Масса насоса 358кг, мощность 90кВт , напор насоса – 105 м , подача насоса – 200 м<sup>3</sup>/ч. Насос устанавливается в скважине ниже уровня воды и соединяется с сетью с помощью труб Ø75 мм. Трубы соединяются с помощью фланцев.

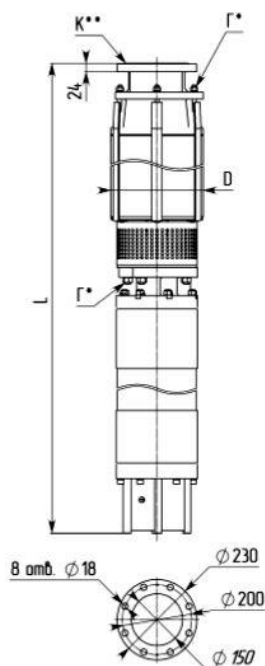


Рисунок 2 – насос ЭЦВ 12-200-105

### 1.2.7 Подбор кессонного оборудования

Если требуется, чтобы водозаборная скважина бесперебойно работала круглый год, даже в сильные морозы, необходим специальный кессон на скважину. Дело в том, что верхняя часть скважины не выходит на поверхность грунта, а располагается на глубине около 2 метров, как раз на уровне залегания грунтовых вод. Кессон скважинный герметично изолирует верхнюю часть скважины и позволяет надежно защитить ее от промерзания и повреждения грунтовыми водами, выполняет функцию водоотвода.

Пластиковый кессон является наиболее идеальным вариантом для обустройства скважины с водой.

Кессон для скважины пластиковый отличается следующими преимуществами:

- Абсолютная герметичность обеспечивает надежную защиту оголовка скважины от попадания поверхностных вод.
- Небольшой вес конструкции позволяет осуществить монтаж без привлечения подъемной техники.
- Пластиковые емкости абсолютно не подвержены гниению и коррозии, срок службы при соблюдении правил монтажа составляет не менее 50 лет.

– Оребренные конструкции, например, кессон для скважины Тритон, обладают значительной прочностью, позволяющей выдержать значительные нагрузки даже при сдвигах грунта

Кессон ТИТАН- П 960 комплектуется муфтой, которая благодаря своей уникальной конструкции обеспечивает 100% герметичность при креплении его к скважине. Монтаж муфты, проводится путем затягивания гаек находящихся на фланцах муфты.

Главное преимущество полипропиленового кессона серии П является его 100% герметичность, проверенная в заводских условиях опытными специалистами. Корпуса не подвержены коррозии. Этот факт выгодно отличает изделие от металлических аналогов, потому что при его монтаже нет надобности обеспечивать многократную теплоизоляцию. Кроме того, скважинные полипропиленовые изделия, по весу на много легче металлических, что не как не влияет на их прочность. Благодаря этому свойству не будет проблем с его транспортировкой и монтажом.

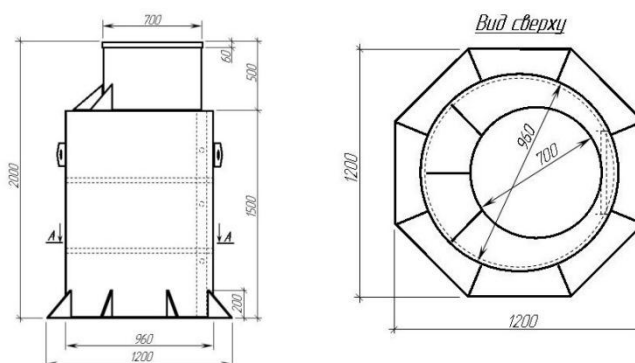


Рисунок 3 – кессон Титан П 960

### 1.2.8 Выбор лебедки

Ручная рычажная лебедка TOP MTM/ZNL 11216 представляет собой механическое средство, которое используется для подъема и перемещения грузов массой до 1.6 тонн. Габариты оборудования позволяют эксплуатировать лебедку в ограниченных пространствах. Металлическая конструкция оснащена рычагом, при помощи которого осуществляется перемещение груза. Механизм приводится в действие при помощи рычага длиной 1200 мм, на конце которого предусмотрен специальный наконечник для надежного захвата рукой. Прочный стальной трос защищен от разрывов и скручивания, что обеспечивает высокую безопасность во время работы.



Рисунок 4 – ручная рычажная лебедка TOP MTM/ZNL 11216

Преимущества:

- Усилие руки 42 кг;
- Ход 55 мм;
- Защита от коррозии;
- Долгий срок службы;
- Высокая выносливость;
- Работа как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

Технические характеристики Top MTM/ZNL 11216

Усилие, т 1.6

Длина троса, м 20

Диаметр троса, мм 11

Вес, кг 29

Габариты, мм 545x97x286

### 1.2.9 Расчет зон санитарной охраны

Зоны санитарной охраны (далее ЗСО) предусматривают с целью обеспечения санитарно – эпидемиологической надежности водозаборов. ЗСО делятся на три пояса:

Первый пояс ЗСО – пояс строгого режима. Предотвращает случайное загрязнение подземных вод и охватывает скважины с учетом перспективного развития. Определяется в зависимости от прилегающей территории, так как у нас вокруг лес, то границы первого пояса составляют 30 м во все стороны.

Второй пояс ЗСО – рассчитывается с учетом времени продвижения микробного загрязнения воды до водозабора, устанавливается в зависимости от климатических районов и определяется по формуле:

$$\frac{\text{общ}}{\text{общ}} \quad (23)$$

где – расход скважины, ;  
 – время микробного продвижения к скважине 200 суток;  
 – мощность водоносного пласта, м;  
 – пористость водоносного пласта 0,22 м.

$$\frac{65,888 \cdot 200}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,22} \quad \text{м.}$$

Третий пояс ЗСО – рассчитан с учетом времени продвижения химического загрязнения воды до водозабора по формуле:

$$\frac{\text{общ}}{\text{общ}} \quad (24)$$

где – расчетный срок эксплуатации водозабора, 10 лет равно 3650 суток.

$$\frac{\text{общ}}{\text{общ}} \quad \text{м.}$$

Средний пояс строгой охраны определен как среднеарифметическое второго и третьего поясов ЗСО:

$$\frac{\text{общ}}{\text{общ}} \quad (25)$$

где – второй пояс ЗСО, м;  
 – третий пояс ЗСО, м.

$$\frac{\text{общ}}{\text{общ}} \quad \text{м.}$$

### 1.2.10 Обеззараживание (озонирование) воды

Поскольку качество воды подземного источника соответствует требованиям СанПиН 2.1.4. 1074-01 предусматривается только обеззараживание воды.

Одним из наиболее сильных окислителей, уничтожающих бактерии, споры и вирусы, является озон.

Механизм обеззараживания воды озоном основан на его способности инактивировать (частичная или полная потеря биологически активным веществом или агентом своей активности) сложные органические вещества белковой природы, содержащиеся в животных и растительных организмах. При озонировании, одновременно с обеззараживанием происходит обеспечение воды, а также ее дезодорация и улучшение вкусовых качеств.

Производительность озонатора:

$$\text{—————}, \text{ кг/ч} \quad (26)$$

где ————— – максимальный расход озона, для обеззараживания воды, 2 г/л.

$$\text{—————} \quad \text{кг/ч}$$

Для озонирования воды применяется промышленный озонатор марки П-60 фирмы ОАО «Курганхиммаш» (г. Курган).

В таблице 4 приведены технические характеристики озонатора П-60.

Таблица 4 – Основные технические характеристики озонатора марки П-60

Тип озонатора	Производительность, кг/ч	Энергопотребление кВт.ч/кг	Удельная производительность, г/ч.дм <sup>2</sup>	Масса, кг
1	2	3	4	5
П-60	1,5	10	1,61	660

### 1.3 Гидравлический расчет водопроводной сети

Гидравлический расчет водопроводной сети поселка представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Гидравлический расчет водопроводной сети поселка

№ Уча- стка	N, шт	P <sup>c</sup>	q <sub>0</sub> <sup>c</sup> , л/с	NP <sup>c</sup>	α	q <sup>c</sup> , л/с	θ, мм	V, м/с	L, м	1000i	i·L
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
59-58	6	0,007	0,2	0,042	0,259	0,259	20	0,78	23	110,6	2,54
58-57	9	0,007	0,2	0,063	0,293	0,293	20	0,94	30	154,9	4,64
57-56	12	0,007	0,2	0,084	0,323	0,323	20	0,97	28	165,2	4,62
56-55	15	0,007	0,2	0,105	0,355	0,355	20	1,09	32	206,4	6,60
55-54	18	0,007	0,2	0,126	0,374	0,374	20	1,12	30	211,5	6,34
54-53	21	0,007	0,2	0,147	0,396	0,396	20	1,20	30	263,8	7,91
53-52	24	0,007	0,2	0,168	0,418	0,418	25	0,80	32	74,50	2,35
52-51	27	0,007	0,2	0,189	0,439	0,439	25	0,82	34	82,90	2,81
51-50	30	0,007	0,2	0,21	0,458	0,458	25	0,84	29	91,3	2,64
50-49	33	0,007	0,2	0,231	0,476	0,476	25	0,89	25	105,8	2,64
49-48	36	0,007	0,2	0,252	0,493	0,493	25	0,93	31	110,9	3,43
48-34	99	0,007	0,2	0,693	0,802	0,802	32	0,84	92	61,9	5,69
34-21	144	0,007	0,2	1,008	0,969	0,969	32	0,94	89	85,3	7,59
21-11	174	0,007	0,2	1,218	1,071	1,071	32	1,05	92	93,6	8,61
11-1	213	0,007	0,2	1,491	1,215	1,215	32	1,20	98	132,2	12,95
1-Скв	213	0,007	0,2	1,491	1,215	1,215	32	1,20	102	132,2	13,48

### 1.4 Система водоотведения поселка

#### 1.4.1 Назначение и устройство системы водоотведения

Система водоотведения – составная часть системы водоснабжения и водоотведения, предназначенная для удаления твёрдых и жидких продуктов жизнедеятельности человека, хозяйственно-бытовых и дождевых сточных вод с целью их очистки от загрязнений и дальнейшей эксплуатации или возвращения в водоём.

Необходимый элемент современного городского и сельского хозяйства. Нарушение его работы может ухудшить санитарно-эпидемиологическую ситуацию в местности.

Система водоотведения населенного пункта – комплекс сооружений, предназначенный для приема и отведения сточных вод всех категорий.

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

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

Сооружения на канализационных сетях:

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

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

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

Система водоотведения принимается раздельная не полная. Она имеет одну закрытую водоотводящую сеть для отведения бытовых и производственных стоков, а дождевые стоки отводятся открытой сетью, то есть уличными лотками, кюветами и канавами.

#### **1.4.2 Расчетные расходы сточных вод от выпусков**

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети определен по формуле :

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha, \quad (27)$$

где  $q_0$  – общий расход воды, обслуживаемый санитарно-техническим прибором, принимаемый по [1] приложение 2 (принимается для зданий, оборудованных душевыми со смесителем, умывальника), 0,12 л/с;

$\alpha$  – величина, определяемая в зависимости от числа водоразборных устройств  $N$  на расчетном участке сети и вероятности их действия  $P$ , и принимается по [1] приложение 4.

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P$  на участках сети надлежит определять по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{3600 \cdot q_0 \cdot N} \quad (28)$$

где  $q_{hr,u}$  – норма расхода воды одним потребителем, л/ч, в час наибольшего водопотребления, принимаемая по [1] приложение 3, 12,5 л/ч;

$U$  – общее число потребителей в здании, чел.;

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

Максимальный секундный расход сточных вод  $q_s$  л/с, определяется при общем максимальном секундном расходе воды  $< 8$  л/с в сетях водоотведения, обслуживающих группу приборов, по формуле:

$$q_s = q^{\text{tot}} + q_o^s, \quad (29)$$

где  $q^{\text{tot}}$  – общий максимальный расчетный расход воды, л/с;

$q_o^s$  – расход стоков от санитарно-технического прибора, л/с.

Расчетные максимальные секундные расходы сточных вод от выпусков представлены в таблице 6.



Таблица 6 – Расчетные максимальные секундные расходы сточных вод от выпусков

№ участка	Количество приборов, N, шт	Норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, л/ч	Общий расход воды, обслуживаемый санитарно-техническим прибором, л/с	U, чел	Вероятность действия прибора, P	PN	$\alpha$	$q^{tot}$ л/с	Расход стоков от санитарно-технического прибора, л/с	Расчетный расход сточных вод на участке, л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-2	12	12,5	0,12	12	0,03	0,36	0,580	0,348	1,6	1,948
2-3	18	12,5	0,12	18	0,03	0,54	0,704	0,422	1,6	2,022
3-4	24	12,5	0,12	24	0,03	0,72	0,815	0,489	1,6	2,089
4-5	30	12,5	0,12	30	0,03	0,9	0,916	0,549	1,6	2,149
5-6	33	12,5	0,12	33	0,03	0,99	0,969	0,581	1,6	2,181
6-7	36	12,5	0,12	36	0,03	1,08	0,995	0,591	1,6	2,191
7-8	36	12,5	0,12	36	0,03	1,08	0,995	0,591	1,6	2,191
8-9	39	12,5	0,12	39	0,03	1,17	1,046	0,627	1,6	2,227
9-17	39	12,5	0,12	39	0,03	1,17	1,046	0,627	1,6	2,227
10-11	48	12,5	0,12	48	0,03	1,44	1,191	0,714	1,6	2,314
11-12	51	12,5	0,12	51	0,03	1,53	1,215	0,729	1,6	2,329
12-13	57	12,5	0,12	57	0,03	1,71	1,306	0,783	1,6	2,383
13-14	60	12,5	0,12	60	0,03	1,8	1,350	0,810	1,6	2,410
14-15	63	12,5	0,12	63	0,03	1,89	1,394	0,836	1,6	2,436
15-16	66	12,5	0,12	66	0,03	1,98	1,437	0,862	1,6	2,462
16-17	66	12,5	0,12	66	0,03	1,98	1,437	0,862	1,6	2,462
17-18	69	12,5	0,12	69	0,03	2,07	1,442	0,865	1,6	2,465
18-29	69	12,5	0,12	69	0,03	2,07	1,442	0,865	1,6	2,465

Продолжение таблицы 6 - Расчетные максимальные секундные расходы сточных вод от выпусков

19-20	78	12,5	0,12	78	0,03	2,34	1,563	0,937	1,6	2,537
20-21	81	12,5	0,12	81	0,03	2,43	1,563	0,937	1,6	2,537
21-22	87	12,5	0,12	87	0,03	2,61	1,684	1,010	1,6	2,610
22-23	90	12,5	0,12	90	0,03	2,7	1,724	1,034	1,6	2,634
23-24	93	12,5	0,12	93	0,03	2,79	1,763	1,057	1,6	2,657
24-25	99	12,5	0,12	99	0,03	2,97	1,840	1,104	1,6	2,704
25-26	105	12,5	0,12	105	0,03	3,15	1,879	1,127	1,6	2,727
26-27	108	12,5	0,12	108	0,03	3,24	1,917	1,150	1,6	2,750
27-28	111	12,5	0,12	111	0,03	3,33	1,954	1,172	1,6	2,772
28-29	111	12,5	0,12	111	0,03	3,33	1,954	1,172	1,6	2,772
29-30	114	12,5	0,12	114	0,03	3,42	1,991	1,194	1,6	2,794
30-42	114	12,5	0,12	114	0,03	3,42	1,991	1,194	1,6	2,794
31-32	126	12,5	0,12	126	0,03	3,78	2,102	1,261	1,6	2,861
32-33	132	12,5	0,12	132	0,03	3,96	2,174	1,304	1,6	2,904
33-34	138	12,5	0,12	138	0,03	4,14	2,246	1,347	1,6	2,947
34-35	144	12,5	0,12	144	0,03	4,32	2,317	1,390	1,6	2,990
35-36	150	12,5	0,12	150	0,03	4,5	2,386	1,433	1,6	3,043
36-37	156	12,5	0,12	156	0,03	4,68	2,421	1,452	1,6	3,052
37-38	162	12,5	0,12	162	0,03	4,86	2,490	1,494	1,6	3,094
38-39	165	12,5	0,12	165	0,03	4,95	2,525	1,515	1,6	3,115
39-40	168	12,5	0,12	168	0,03	5,04	2,558	1,534	1,6	3,134
40-41	174	12,5	0,12	174	0,03	5,22	2,262	1,357	1,6	3,159
41-42	174	12,5	0,12	174	0,03	5,22	2,262	1,357	1,6	3,178
42-43	177	12,5	0,12	177	0,03	5,31	2,660	1,596	1,6	3,196
43-55	177	12,5	0,12	177	0,03	5,31	2,660	1,596	1,6	3,196
44-45	183	12,5	0,12	183	0,03	5,49	2,693	1,615	1,6	3,215

Окончание таблицы 6 - Расчетные максимальные секундные расходы сточных вод от выпусков

45-46	186	12,5	0,12	186	0,03	5,58	2,726	1,635	1,6	3,235
46-47	189	12,5	0,12	189	0,03	5,67	2,760	1,656	1,6	3,256
47-48	192	12,5	0,12	192	0,03	5,76	2,793	1,675	1,6	3,275
48-49	195	12,5	0,12	195	0,03	5,85	2,826	1,695	1,6	3,295
49-50	198	12,5	0,12	198	0,03	5,94	2,858	1,714	1,6	3,314
50-51	201	12,5	0,12	201	0,03	6,03	2,891	1,734	1,6	3,334
51-52	204	12,5	0,12	204	0,03	6,12	2,924	1,754	1,6	3,354
52-53	207	12,5	0,12	207	0,03	6,21	2,956	1,775	1,6	3,375
53-54	210	12,5	0,12	210	0,03	6,3	2,959	1,797	1,6	3,397
54-55	213	12,5	0,12	213	0,03	6,39	3,021	1,812	1,6	3,412
55-лос	213	12,5	0,12	213	0,03	6,39	3,021	1,812	1,6	3,412

### **1.4.3 Трассировка наружной водоотводящей сети**

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

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

### **1.4.4 Выбор материала труб для устройства наружной водоотводящей сети**

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

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

Для наружной водоотводящей сети приняты чугунные трубы по ГОСТ 6942.3 - 80. Производитель данного ряда выбранных труб - ЗАО «Чистый берег».

Адрес: Россия, 220108, г. Томск, ул. Казинца, 83-7. тел/факс +7 (391) 212-32-16.

Технические характеристики:

- высокая прочность;
- отличная устойчивость к износам (максимальный срок эксплуатации 80-100 лет);
- заметная стойкость к коррозионным повреждениям;
- отменные звукоизоляционные свойства;
- податливость в литье и формировке;
- необходимый низкий коэффициент термического расширения;
- устойчивость к возгораниям: пожаробезопасность и негорючесть;
- полное отсутствие выделений токсичных веществ: экологичность;
- сравнительная монолитность монтированных чугунных труб за счет их тяжелого веса.

### 1.4.5 Гидравлический и геодезический расчеты наружной водоотводящей сети

Целью гидравлического расчёта водоотводящей сети является определение диаметра труб и основных движения сточных вод.

Режим движения сточных вод – самотечный.

Диаметр трубопровода  $d$  и гидравлические параметры движения сточных вод: уклон  $i$  скорость  $v$  наполнение  $h/d$  заполняются с помощью таблиц Лукиных по максимальному расходу сточных вод  $q_{\max}$ .

Согласно СП 32.13330.2012 (п. 5.3) уклон наружной сети с трубами диаметром 150 мм принимаем  $i = 0,008$ .

Диаметр наружной сети согласно СП 32.13330.2012 (п. 5.3) должен быть не менее 150 мм.

Степень наполнения труб и каналов  $\frac{h}{d}$  принимается по таблице Лукиных в зависимости от расхода воды, диаметра труб и уклона.

Слой воды в трубе находится исходя из принятого наполнения по формуле:

$$h = \frac{h}{d} \cdot d, \text{ м.} \quad (30)$$

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

$d$  – диаметр поперечного сечения, м.

Падение на участке сети определено по формуле:

$$\Delta h = i \cdot l, \text{ м.} \quad (31)$$

где  $i$  – гидравлический уклон на участке;

$l$  – длина участка, м.

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

Соединение труб различных диаметров в колодцах принято по шельгам.

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

Отметки поверхности воды в начале и конце участка определены по формулам:

$$Z_B^H = Z_{Л}^H + h, \text{ м.} \quad (32)$$

$$Z_B^K = Z_{Л}^K + h, \text{ м.} \quad (33)$$

где  $h$  – слой воды в трубе, м;

$Z_{Л}^H$  – начальная отметка лотка трубы, м;

$Z_{Л}^K$  – конечная отметка лотка трубы, м.

Отметка лотка трубы в диктующей точке определена по формуле:

$$Z_{Л}^Д = Z_{Л}^H = Z_3^Д - H_{нач}, \text{ м.} \quad (34)$$

где  $h_{нач}$  – начальная глубина заложения трубы, м.

Начальная глубина заложения уличной сети определена с учетом возможности присоединения канализуемых объектов и необходимостью ее предохранения от промерзания по формуле:

$$h_{нач} = h + i \cdot L + \Delta d, \text{ м.} \quad (35)$$

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

$i$  – уклон выпуска;

$L$  – длина наружной сети, м;

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

Минимальная глубина заложения лотка канализационных трубопроводов для труб диаметром до 500 мм принимается на 0,3 м меньше глубины промерзания грунта и вычисляется по формуле:

$$h_{нач} = h_{пр} - 0,3 \quad (36)$$

где  $h_{пр}$  – глубина промерзания грунта (для Красноярского края  $h_{пр} = 2,7$  м).

$$h_{нач} = 2,7 - 0,3 = 2,4 \text{ м.} \quad (37)$$

Наименьшие диаметры труб для наружной сети приняты соответственно 150 мм и 200 мм. Разница диаметров  $\Delta d$  выпусков (100 мм) и наружной сети составляет 150 мм.

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

$$Z_{JI}^H = Z_{JI}^K - \Delta D, \text{ м.} \quad (38)$$

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

Отметка лотка в конце любого участка сети определяются по формуле:

$$Z_{JI}^K = Z_{JI}^H - \Delta h, \text{ м.} \quad (39)$$

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

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

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

Гидравлический и геодезический расчет представлены в таблице 7.

№ п/п	№ участка	Длина участка L, м	Расход сточных вод на участке q, л/с	Диаметр d, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение, h/d	Слой сточной воды h, м	Падение на участке Δh, м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
										земли		Лотка		воды		начало	конец
										начало	конец	начало	конец	начало	конец		
1	КК1-1 – КК1-2	27	1,948	100	0,016	0,72	0,42	0,042	0,432	213,82	213,8	211,32	210,9	211,36	210,94	2,5	2,9
2	КК1-2 – КК1-3	28,5	2,022	100	0,016	0,73	0,43	0,043	0,456	213,8	213,77	210,9	210,46	210,94	210,5	2,9	3,31
3	КК1-3 - КК1-4	26	2,089	100	0,016	0,73	0,43	0,43	0,416	213,77	213,73	210,46	210,02	210,5	210,06	3,31	3,71
4	КК1-4 - КК1-5	28	2,149	100	0,016	0,74	0,44	0,044	0,448	213,73	213,61	210,02	209,6	210,06	209,64	3,71	4,01
5	КК1-5 – КК1-6	18	2,181	100	0,016	0,75	0,45	0,045	0,288	213,61	212	209,6	209,3	209,64	209,34	4,01	2,7
6	КК1-6 - КК1-7	43	2,191	100	0,016	0,75	0,45	0,045	0,688	212	210,8	209,3	208,63	209,34	208,67	2,7	2,17
7	КК1-7 - КК1-8	27	2,191	100	0,016	0,76	0,46	0,046	0,432	210,8	210,7	208,63	207,39	208,67	207,43	2,17	3,31
8	КК1-8 - КК1-9	51,5	2,227	100	0,016	0,7	0,4	0,040	0,824	211,4	211,3	208,9	208,6	208,94	208,64	2,5	2,7
9	КК1-9 – КК1-17	42,8	2,227	100	0,016	0,72	0,42	0,042	0,684	211,3	211,2	208,6	208,38	208,64	208,42	2,7	2,82
10	КК1-10 – КК1-11	19	2,314	100	0,016	0,73	0,43	0,043	0,304	211,2	211,1	208,38	208	208,42	208,04	2,82	3,1
11	КК1-11 - КК1-12	14	2,329	100	0,016	0,73	0,43	0,043	0,224	211,1	211	208	207,42	208,04	207,46	3,1	3,58
12	КК1-12 - КК1-13	24	2,383	100	0,016	0,73	0,43	0,043	0,384	211	210,9	207,42	207,05	207,46	207,09	3,58	3,85
13	КК1-13 - КК1-14	36	2,410	100	0,016	0,74	0,44	0,044	0,576	210,9	210,7	207,05	206,6	207,09	206,64	3,85	4,1
14	КК1-14 – КК1-15	29	2,436	100	0,016	0,7	0,4	0,040	0,464	212,4	212,3	209,9	209,52	206,64	209,52	2,5	2,78
15	КК1-14 – КК1-16	27	2,462	100	0,016	0,72	0,42	0,042	0,768	212,3	212,2	209,52	209,36	209,52	209,4	2,78	2,84
16	КК1-16 – КК1-17	28	2,462	100	0,016	0,73	0,43	0,043	0,765	212,2	212,1	209,36	209	209,4	209,04	2,84	3,1
17	КК1-17 – КК1-18	42	2,465	100	0,016	0,73	0,43	0,043	0,672	212,1	211,7	209	208,47	209,04	208,51	3,1	3,23
18	КК1-18 - КК1-29	57	2,465	100	0,016	0,73	0,43	0,043	0,912	211,7	211,5	208,47	208,07	208,51	208,11	3,23	3,43
19	КК1-19 – КК1-20	22,5	2,537	100	0,016	0,74	0,44	0,044	0,360	211,5	211,2	208,07	207,63	208,11	207,67	3,43	3,57
20	КК1-20 – КК1-21	10	2,537	100	0,016	0,75	0,45	0,045	0,160	211,2	210,8	207,63	207,2	207,67	207,24	3,57	3,6
21	КК1-21 - КК1-22	23,5	2,610	100	0,016	0,76	0,46	0,046	0,376	210,8	210,5	207,2	206,88	207,24	206,92	3,6	3,62
22	КК1-22 - КК1-23	32	2,634	100	0,016	0,76	0,46	0,046	0,512	210,5	210,4	206,88	206,71	206,92	206,75	3,62	3,69
23	КК1-23- КК1-24	25,5	2,657	100	0,016	0,76	0,46	0,046	0,408	213,4	213,1	210,9	210,46	206,75	210,5	2,5	2,64
24	КК1-24 – КК1-25	27	2,704	100	0,016	0,73	0,43	0,043	0,432	213,1	212,7	210,46	210,03	210,5	210,07	2,64	2,67
25	КК1-25 – КК1-26	26	2,727	100	0,016	0,73	0,43	0,043	0,416	212,7	212,5	210,03	209,57	210,07	209,61	2,67	2,93



Окончание таблицы 7 – Гидравлический и геодезический расчет

26	КК1-26 - КК1-27	19	2,750	100	0,016	0,74	0,44	0,044	0,304	212,5	212,1	209,57	209,07	209,61	209,11	2,93	3,03
27	КК1-27 - КК1-28	11,5	2,772	100	0,016	0,75	0,45	0,045	0,184	212,1	211,8	209,07	208,65	209,11	208,69	3,03	3,15
28	КК1-28 - КК1-29	24	2,772	100	0,016	0,76	0,46	0,046	0,384	211,8	211,3	208,65	208,15	208,69	208,19	3,15	3,15
29	КК1-23 – КК1-30	25,7	2,794	100	0,016	0,76	0,46	0,046	0,411	211,3	210,9	208,15	207,73	208,19	207,77	3,15	3,17
30	КК1 -30 – КК1-42	85,5	2,794	100	0,016	0,77	0,47	0,047	1,368	210,9	210,8	207,73	207,34	207,77	207,38	3,17	3,46
31	КК1 -31 – КК1-32	27	2,861	100	0,016	0,77	0,48	0,048	0,432	210,8	210,7	207,34	207,17	207,38	207,22	3,46	3,53
32	КК1-32 – КК1-33	27	2,904	100	0,016	0,78	0,5	0,050	0,432	210,7	210,3	207,17	206,7	207,22	206,75	3,53	3,6
33	КК1-33 – КК1-34	30	2,947	100	0,016	0,7	0,4	0,040	0,48	213,8	213,6	211,3	210,82	206,75	210,86	2,5	2,78
34	КК1-34 - КК1-35	31,5	2,990	100	0,016	0,7	0,4	0,040	0,504	213,6	213	210,82	210,37	210,86	210,41	2,78	2,63
35	КК1-35 - КК1-36	26	3,043	150	0,016	0,72	0,42	0,028	0,416	213	212,3	210,37	209,88	210,41	209,92	2,63	2,42
36	КК1-36 – КК1-37	30	3,052	150	0,016	0,73	0,43	0,029	0,480	212,3	212,2	209,88	209,37	209,92	209,41	2,42	2,83
37	КК1-37 - КК1-38	27	3,094	150	0,016	0,73	0,43	0,029	0,432	212,2	212,1	209,37	208,89	209,41	208,93	2,83	3,21
38	КК1-38 - КК1-39	24	3,115	150	0,016	0,73	0,43	0,029	0,424	212,1	211,6	208,89	208,44	208,93	208,48	3,21	3,16
39	КК1-39- КК1-40	11	3,134	150	0,016	0,73	0,43	0,029	0,660	211,6	211,2	208,44	207,94	208,48	207,98	3,16	3,26
40	КК1-40 – КК1-41	24,5	3,158	150	0,016	0,74	0,44	0,030	0,392	211,2	211	207,94	207,49	207,98	207,53	3,26	3,51
41	КК1-41 – КК1-42	38,5	3,179	150	0,016	0,74	0,44	0,030	0,616	211	210,4	207,49	207,03	207,53	207,07	3,51	3,37
42	КК1-42 - КК1-43	20,5	3,196	150	0,016	0,75	0,45	0,031	0,328	210,4	210,2	207,03	206,45	207,07	206,49	3,37	3,75
43	КК1-43 - КК1-55	70	3,196	150	0,016	0,78	0,5	0,032	1,120	210,2	210,3	208	206,64	206,49	206,69	2,5	3,66
44	КК1-44– КК1-45	30	3,235	150	0,016	0,85	0,62	0,041	0,480	210,2	210,1	205,6	203,96	205,65	204,02	4,6	6,14
45	КК1-45– КК1-46	28	3,256	150	0,016	0,7	0,8	0,053	0,448	210,1	210	203,96	203,06	204,02	203,14	6,14	6,94
46	КК1-46 – КК1-47	29	3,275	150	0,016	0,78	0,45	0,031	0,464	210	209,5	203,06	202,66	203,14	202,67	6,94	7,33
47	КК1-47 – КК1-48	32	3,295	150	0,016	0,73	0,5	0,032	0,512	209,5	209,0	202,66	202,14	202,67	202,15	7,33	7,35
49	КК1-48 – КК1-49	30	3,314	150	0,016	0,83	0,43	0,029	0,480	209,0	208,5	202,14	201,66	202,15	201,67	7,35	7,63
50	КК1-49 – КК1-50	28	3,314	150	0,016	0,73	0,43	0,029	0,608	208,5	207,9	201,66	201,06	201,67	201,07	7,63	7,83
51	КК1-50 – КК1-51	31	3,327	150	0,016	0,83	0,43	0,029	0,496	207,9	207,4	200,57	200,17	201,07	200,57	7,83	6,83
52	КК1-51 – КК1-52	28,5	3,354	150	0,016	0,84	0,44	0,030	0,456	207,4	206,9	200,17	199,72	200,57	200,11	6,83	7,29
53	КК1-52 – КК1-53	30	3,375	150	0,016	0,8	0,4	0,026	0,480	206,9	206,5	199,72	199,32	200,11	199,63	7,29	7,27
54	КК1-53 – КК1-54	26,5	3,397	150	0,016	0,92	0,42	0,028	0,424	206,5	206,08	199,32	198,9	199,63	199,27	7,27	7,33
55	КК1-54 – КК1-55	23,5	3,412	150	0,016	0,52	0,43	0,029	0,376	206,08	205,70	198,9	198,60	199,27	198,96	7,33	7,12
56	КК1-55 – лос	94	3,412	150	0,016	0,53	0,43	0,029	1,504	205,7	205,67	198,6	198,57	198,96	197,58	7,12	8,12

## 1.5 Расчёт объёмов и расходов поверхностного стока

### 1.5.1 Расчет поверхностного стока с территории жилого поселка

Жилой посёлок общей площадью 10,18 га. (0,113 га площадь кровли, 1,023 га площадь дорог и асфальтобетонных покрытий, 9,05 га площадь газонов) находится в Красноярском крае, г. Красноярск.

Среднегодовой объем поверхностного стока  $W$  ( $\text{м}^3/\text{год}$ ), образующегося на территории предприятия в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожного покрытия, определён как сумма объёмов дождевых  $W_d$ , талых  $W_T$  и поливочных  $W_m$  сточных вод по формуле 40.

Среднегодовой объем дождевого стока  $W_d$  при высоте слоя осадков за тёплый период года (апрель – октябрь)  $h_d = 279$  мм определён по формуле 41.

Общий коэффициент стока дождевых вод  $\Psi_d$  рассчитан как средневзвешенная величина с учётом частных значений  $\Psi_{di}$  для площадей стока с различным видом поверхности:  $\Psi_o = 0,28$ .

Среднегодовой объем дождевого стока:

$$\Psi_o = 0,28$$

$$W_d = 10 \cdot h_d \cdot \Psi_o \cdot F, \text{ м}^3. \quad (40)$$

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

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

$F$  – площадь поверхности стока, га.

$$W_d = 10 \cdot 279 \cdot 0,28 \cdot 1,023 = 799,16 \text{ м}^3.$$

Среднегодовой объем талого стока при высоте слоя осадков за холодный период года (ноябрь – март)  $h_T = 80$  мм

$$W_T = 10 \cdot h_T \cdot \Psi_T \cdot F, \text{ м}^3. \quad (41)$$

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

$\Psi_d, \Psi_T$  (пси) – общие коэффициенты стока дождевых и талых вод соответственно;

$F$  – площадь поверхности стока, га.

$$W_T = 10 \cdot 80 \cdot 0,6 \cdot 1,023 = 491,04 \text{ м}^3.$$

Годовой объем поливомоечного стока определён по формуле :

$$W_M = 10 \cdot m \cdot k \cdot \Psi_M \cdot F_M, \text{ м}^3. \quad (42)$$

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

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

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

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

$$W_M = 10 \cdot 1,5 \cdot 95 \cdot 0,497 \cdot 1,023 = 724,51 \text{ м}^3.$$

Таким образом, годовой объем поверхностного стока:

$$W_z = W_d + W_T + W_M \quad (43)$$

где  $W_d, W_T, W_M$  – среднегодовые объемы дождевых, талых и поливомоечных вод соответственно, м<sup>3</sup>.

$$W_z = 799,16 + 491,04 + 724,51 = 2014,71 \text{ м}^3.$$

При отведении поверхностного стока очистку, расчетные объемы определяются из условия приёма в аккумулирующую ёмкость большего из рассчитанных дождевого  $W_{оч}$  и талого  $W_m$  суточных объёмов поверхностных сточных вод.

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

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

$$\Psi_{mid}=1,25$$

Объем дождевого стока:

$$W_{oc} = 10 \cdot h_a \cdot \Psi_{mid} \cdot F, \text{ м}^3. \quad (44)$$

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

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

$$W_{oc} = 10 \cdot 10 \cdot 1,25 \cdot 1,023 = 127,87 \text{ м}^3.$$

Общий коэффициент стока талых вод  $\Psi_T = 0,5$ .

Слой талых вод за 10 дневных часов  $h_c = 20$  мм.

Коэффициент, учитывающий неравномерность снеготаяния  $a = 0,8$ .

Коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега:

$$K_y = 1 - \frac{F_y}{F} \quad (45)$$

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

$$K_y = 1 - \frac{0,473}{122,3} = 0,74$$

Максимальный суточный объём талых вод:

$$W_{m.cym} = 10 \cdot h_c \cdot \Psi_T \cdot F \cdot K_y \quad (46)$$

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

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

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

$K_y$  – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега.

$$W_{m.cym} = 10 \cdot 20 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,74 \cdot 1,023 = 72,67 \text{ м}^3.$$

Полезный объем аккумулирующей ёмкости принят по большему расчётному расходу:  $W_{\text{м.сут}} = 72,67 \text{ м}^3$ .

Объём аккумулирующей ёмкости с учётом накопления выделяемого осадка:  $W_{\text{ак}} = 72,67 \cdot 1,1 = 79,93 \text{ м}^3$ .

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

Параметр  $A$

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left( 1 + \frac{\lg P}{\lg t_r} \right)^{\gamma} \quad (47)$$

где  $q_{20}$  – интенсивность дождя (л/с на 1 га) продолжительностью 20 мин при

$P = 1$  год для средней части Красноярского края 70 л/с на 1 га;

$n$  – показатель степени ([1], табл. 9), для Восточной Сибири: при  $P > 1$   $n = 0,6$ , при  $P < 1$   $n = 0,52$ ;

$t_r$  – среднее количество дождей за год, для Восточной Сибири – 90;

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

$\gamma$  – показатель степени для Восточной Сибири 1,54.

$$A = 70 \cdot 20^{0,6} \left( 1 + \frac{\lg 0,5}{\lg 90} \right)^{1,54} = 325$$

Расчетная продолжительность протекания дождевого стока по поверхности и трубам до расчетного участка (створа)  $t_r$  принята равной 12 мин.

Расход дождевых сточных вод, определяемый методом предельных интенсивностей:

$$Q_r = \frac{\Psi_{\text{mid}} \cdot A \cdot F}{t_r^n} \quad (48)$$

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

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

$F$  – расчетная площадь стока, га;

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

$$Q_r = \frac{1,25 \cdot 325 \cdot 1,023}{12^{0,6}} = 93,6 \text{ л/с}$$

Расход дождевых сточных вод:

$$Q_{cal} = \beta \cdot Q_r, \text{ л/с.} \quad (49)$$

где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий заполнение свободного объёма сети в момент возникновения напорного режима;

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

$$Q_{cal} = 0,7 \cdot 93,6 = 65,52 \text{ л/с.}$$

Расход талых вод:

$$Q_t = \frac{5,5 \cdot h_c \cdot k_y \cdot F}{10 + t_r}, \text{ л/с.} \quad (50)$$

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

$$Q_t = \frac{5,5 \cdot 20 \cdot 0,74 \cdot 1,023}{10 + 12} = 3,78 \text{ л/с.}$$

За максимальный расчётный расход поверхностного стока при отведении в коллектор ливневой канализации принят дождевой расход как наибольший. Логично проводим расчет для всех участков поверхности ливневого стока, результаты расчета приводим в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет расхода поверхностных сточных вод

№ участка	Площадь F, га	$t_{con}$ , мин	$t_{can}$ , мин	$t_p$ , мин	$t_r$ , мин	$K_y$	A	$h_c$ , мм	Расход Q, л/с
КК2-1 – КК2-2	0,057	5	0	3,9	9	0,61	34,44	20	2,01
КК2-2 – КК2-3	0,055	5	0	3,9	9	0,62	34,44	20	4,57
КК2-3 – КК2-4	0,035	5	0	3,9	9	0,76	34,44	20	6,32
КК2-5 – КК2-6	0,038	5	0	3,9	9	0,69	34,44	20	1,51
КК2-6 – КК2-7	0,042	5	0	3,9	9	0,66	34,44	20	3,2
КК2-7 – КК2-8	0,043	5	0	3,9	9	0,65	34,44	20	5,89
КК2-9 – КК2-10	0,052	5	0	3,9	9	0,67	34,44	20	2,01

Окончание таблицы 8 – Расчет расхода поверхностных сточных вод

КК2-10 – КК2-11	0,049	5	0	3,9	9	0,69	34,44	20	3,45
КК2-11 – КК2-12	0,043	5	0	3,9	9	0,73	34,44	20	6,82
КК2-12 – КК2-13	0,018	5	0	3,9	9	0,88	34,44	20	7,77
КК2-14 – КК2-15	0,057	5	0	3,9	9	0,98	34,44	20	3,12
КК2-15 – КК2-16	0,057	5	0	3,9	9	0,98	34,44	20	4,65
КК2-16 – КК2-17	0,056	5	0	3,9	9	0,73	34,44	20	5,63
КК2-17 – КК2-18	0,041	5	0	3,9	9	0,8	34,44	20	6,6
КК2-19 – КК2-20	0,053	5	0	3,9	9	0,76	34,44	20	2,31
КК2-20 – КК2-21	0,057	5	0	3,9	9	0,74	34,44	20	2,87
КК2-21 – КК2-22	0,057	5	0	3,9	9	0,74	34,44	20	3,93
КК2-22 – КК2-23	0,057	5	0	3,9	9	0,74	34,44	20	5,82
КК2-4 – КК2-8	0,066	5	0	3,9	9	0,76	34,44	20	12,21
КК2-8 – КК2-13	0,069	5	0	3,9	9	0,75	34,44	20	19,98
КК2-13 – КК2-18	0,079	5	0	3,9	9	0,77	34,44	20	26,58
КК2-18 – КК2-23	0,064	5	0	3,9	9	0,75	34,44	20	32,4

Гидравлический и геодезический расчеты приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Гидравлический и геодезический расчет

№ участков	Дли на участка L, м	Расход сточных вод на участке q, л/с	Диаметр d, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение, h/d	Слой сточной	Падение на участке Δh, м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
									земли		лотка		воды			
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК2-1-КК2-2	72	2,01	200	0,02	0,71	0,14	0,0028	1,41	213,77	213,75	212,57	211,16	212,58	211,17	1,2	2,59
КК2-2-КК2-3	81	4,57	200	0,02	0,9	0,22	0,0044	1,58	213,75	210,9	211,16	209,58	211,7	209,58	2,59	1,32
КК2-3-КК2-4	52	6,32	200	0,02	1,2	0,37	0,0074	2,04	210,9	210,1	209,58	208,56	209,58	208,56	1,32	1,54
КК2-4-КК2-8	96	12,21	200	0,02	0,6	0,13	0,0026	1,12	210,1	209	208,9	206,86	208,9	206,86	1,54	2,14
КК2-8-КК2-13	99	19,98	200	0,02	1,35	0,46	0,0092	2,46	209	210,2	206,86	204,4	206,86	204,4	2,14	5,8
КК2-13-КК2-18	102	26,58	200	0,02	2	0,41	0,0082	2,3	210,2	210,1	204,4	202,2	204,4	202,1	5,8	6,1
КК2-18-КК2-23	90	32,4	200	0,02	2,16	0,47	0,0094	2,2	210,1	210,7	202,1	200	202,1	200	6,1	6,34
КК2-23-КНС	94	52,3	200	0,02	2,03	0,44	0,088	1,88	210,7	210,2	200	198,12	200	198,2	6,34	6,69



### 1.5.2 Расчет сточных вод от поселка

Для подбора очистных сооружений требуется расчет среднего суточного расхода хозяйственно-бытовых сточных вод, которая определен по формуле:

$$Q_{cp}^{сут} = \frac{q_{жс} \cdot N_{жс}}{1000}, \quad /сут. \quad (62)$$

где  $q_{жс}$  – удельная норма водоотведения, л/сут. на чел., принимается согласно 5.1.1 СП 32.13330;

$N$  – число населённого пункта, чел.

$$Q_{cp}^{сут} = \frac{150 \cdot 291}{1000} = 43,65 \text{ м}^3/сут.$$

Средний часовой расход хозяйственно-бытовых сточных вод определен по формуле:

$$q_{cp}^{час} = \frac{Q_{cp}^{сут}}{24}, \quad /ч. \quad (63)$$

где  $Q_{cp}^{сут}$  – значение определенное по формуле (62).

$$Q_{cp}^{сут} = \frac{43,65}{24} = 1,8 \quad /ч.$$

Средний секундный расход хозяйственно-бытовых сточных вод определен по формуле:

$$q_c = \frac{q_{cp}^{час}}{3600}, \quad л/с. \quad (64)$$

где  $q_{cp}^{час}$  – среднечасовой расход, л/ч.

$$q_{cp} = \frac{1,8}{3,6} = 0,5 \text{ л/с.}$$

## 1.6 Локальные очистные сооружения для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод «ЭКОС»

### Основные сведения

Блочно-модульные станции биологической очистки ЁРШ®Б закрытого исполнения предназначены для приема и глубокой очистки хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу сточных вод малых населенных пунктов, гостиничных и туристических комплексов.

Производительность блочно-модульных очистных сооружений составляет от 100 до 1200 м<sup>3</sup>/сут в зависимости от концентрации и режима поступления исходных стоков, а также модификации станции.

Модельный ряд станций ЁРШ®Б разработан для очистки сточных вод поселений условной численностью от 400 до 4800 условных жителей.

Компоновка нескольких станций ЁРШ®Б в разных комбинациях позволяет покрыть широкий диапазон производительности очистных сооружений: от 100 до 4000 м<sup>3</sup>/сут. Технологические характеристики приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Технологические характеристики блочно-модульных станций очистки сточных вод

Наименование параметра	Исходная сточная вода, мг/дм <sup>3</sup>	Очищенная вода, мг/дм <sup>3</sup>
БПК <sub>полн</sub>	315	3
Взвешенные вещества	285	3
Азот аммонийных солей N(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	46 (в пересчете на аммоний-ион 60)	0,39 (в пересчете на аммоний-ион 0,5)
Азот нитритов N(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	-	0,02 (в пересчете на нитрит-анион 0,08)
Азот нитратов N(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	-	9 (в пересчете на нитрат-анион 40)
Концентрация фосфатов PO <sub>34</sub>	22 (в пересчете на фосфор 7)	0,46 (в пересчете на фосфор 0,15)
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	8,5	0,5
Нефть и нефтепродукты	5	0,05
Жиры	20	нормируются по БПК
Температура, °С	10-30	-

ООО «ЭКОПРОЕКТ», 660049, г. Красноярск, ул. Карла Маркса, 62  
Тел.: +7 800-200-69-10

## 1.7 Очистные сооружения для ливневого стока ВАЛДАЙ-Дождь

### Принцип работы

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

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

Сорбционная очистка. Затем вода проходит угольный фильтр, где происходит финишная очистка от нефтепродуктов.

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

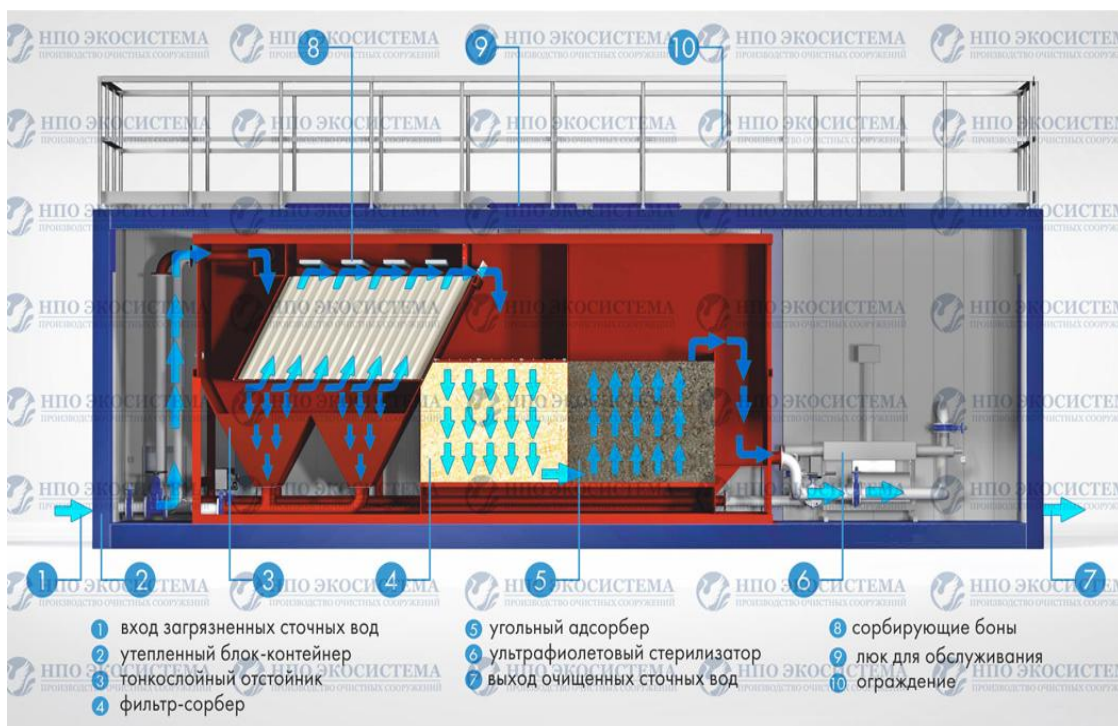


Рисунок 1 – схема ливневых очистных сооружений ВАЛДАЙ-Дождь

## 2 Технология и организация строительного производства при бес-траншейной прокладке трубопровода

Исходные данные для проектирования

1 Назначение трубопровода	К1
2 Материал труб	Чугун
3 Условный проход, мм	150
4 Грунт	Суглинок
5 Сезон строительства	Зима
6 Сезонное промерзание грунта, м	2,8
7 Длина трубопровода ,м	94
8 Диаметр наружный , мм	170
9 Длина одной трубы , мм	2000
10 Глубина залегания грунтовых вод ,м	3,0
11 Район строительства	г.Красноярск
12 Уклон трубопровода	0,003

### 2.1 Определение объемов земляных работ

Средняя глубина траншеи:

$$h_{\text{ср}} = \frac{h_1 + h_2}{2}, \quad (65)$$

где  $h_1$  - наименьшая глубина заложения трубопровода;

$h_2$  - глубина траншеи в конце трубопровода;

0,5 м -  $d \leq 800$  мм;

0,3 м -  $d > 800$  мм .

$$h_{\text{ср}} = \frac{h_1 + h_2}{2},$$

Наименьшая глубина заложения трубопровода:

$$h_1 = h_{\text{пр}} - 0,3 \quad (66)$$

где  $h_{\text{пр}}$  - глубина промерзания.

$$h_1 = 2,8 - 0,3 = 2,5 \text{ м}$$

Глубина траншеи в конце трубопровода:

$$h_2 = h_1 + i_{\text{тр}} \cdot L, \quad (67)$$

где  $i_{\text{тр}}$  - уклон трубопровода;  
 $L$  - длина трубопровода.

$$h_2 = 2,5 + 0,003 \cdot 94 = 2,8 \text{ м}$$

Ширина траншеи определяется по таблице 2[10].

$$B = D_{\text{нар}} + 0,2 \text{ м} \quad (68)$$

$$B = 0,17 + 0,2 = 0,37 \text{ м}$$

Ширина траншеи по верху в ее начале и конце определена по формулам:

$$E_1 = B + 2mh_1 \text{ м} \quad (69)$$

$$E_2 = B + 2mh_2 \text{ м} \quad (70)$$

где  $m$  - коэффициент заложения откоса в зависимости от грунта и глубины траншеи.

$$E_1 = 0,37 + 2 \cdot 0,37 \cdot 2,5 = 2,144 \text{ м}$$

$$E_2 = 0,37 + 2 \cdot 0,37 \cdot 2,8 = 2,366 \text{ м}$$

Средняя ширина траншеи:

$$E_{\text{ср}} = \frac{E_1 + E_2}{2} \text{ м} \quad (71)$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{2,144 + 2,366}{2} = 2,255 \text{ м}$$

Средняя площадь сечения поперечника:

$$F_{cp} = h_{cp} (B + mh_{cp}) \text{ м}^2 \quad (72)$$

$$F_{cp} = 2,65(0,37 + 0,37 \cdot 2,255) = \text{ м}^2$$

Количество колодцев:

$$N_k = \text{---} + 1 \text{ шт} \quad (73)$$

где  $L$  - длина трубопровода м.

$$N_k = \text{---} + 1 = 4 \text{ шт}$$

Длина котлована под колодцем поверху:

$$a_2 = a_1 + 2mh_{cp} \text{ м} \quad (74)$$

где  $a_1 = b_1$  - длина котлована понизу равная 3,7 м.

$$a_2 = 3,7 + 2 \cdot 0,37 \cdot 2,65 = 5,66 \text{ м}$$

Длина трубопроводов без суммарной длины котлованов под колодцы :

$$L_1 = L - a_2 \cdot N_k \text{ м} \quad (75)$$

$$L_1 = 94 - 5,66 \cdot 4 = 82,68 \text{ м}$$

## 2.2 Объем грунта извлекаемый экскаватором при рытье траншеи

Разработка грунта в траншеях осуществляется одноковшовыми экскаваторами оборудованных обратной лопатой и драглайном. Разработка ведется без нарушения естественной структуры грунта в основании траншеи, для чего оставляется недобор 0,2 м, 0,2 м разрабатывается в ручную.

Весь объем грунта подлежащий разработке определен по формуле:

$$V_{M1} = F_{cp} + \frac{m \left[ (a_1 - 0,2) + (a_2 - 0,2) \right]}{12} \cdot L_1 \text{ м}^3 \quad (76)$$

$$V_{M1} = 3 + \frac{0,37 \left[ (2,5 - 0,2) + (2,8 - 0,2) \right]}{12} \cdot 82,68 = 64,2 \text{ м}^3$$

Объем грунта разрабатываемый экскаватором в котлованах под колодезцем определен:

$$V_{M2} = \frac{h_{cp} \left[ (a_1 + a_2) \cdot b_1 + (a_2 + a_1) \cdot b_2 \right]}{6} \cdot N_k \text{ , м}^3 \quad (77)$$

$$V_{M2} = \frac{2,65 \left[ (3,7 + 5,66) \cdot 3,7 + (5,66 + 3,7) \cdot 5,66 \right]}{6} \cdot 7 = 833,8 \text{ , м}^3$$

Общий объем грунта разрабатываемый экскаватором:

$$V_{\text{Мобщ}} = V_{M1} + V_{M2} \text{ , м}^3 \quad (78)$$

$$V_{\text{Мобщ}} = 64,2 + 833,8 = 898 \text{ м}^3$$

Длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодезцем определена:

$$= L - a_1 \cdot N_k \text{ , м} \quad (79)$$

где L-длина трубопровода;

a<sub>1</sub>- длина котлована понизу равная 3,7м;

N<sub>k</sub>- количество колодцев.

$$= 94 - 3,7 \cdot 4 = 86,6 \text{ м}$$

Объем грунта разрабатываемый в ручную при разработке недобора определен:

$$V_{p1} = h_{\text{нед.}} \left( B \cdot L_1^n + a_1 \cdot b_1 \cdot N_k \right) \text{ , м}^3 \quad (80)$$

где h<sub>нед.</sub>- глубина недобора равная 0,2м;

$L_1^n$  – длина трубопровода без суммарной длины котлов под колодец, считая по низу.

$$V_{p1} = 0,2 ( 0,37 \cdot 86,6 + 3,7 \cdot 3,7 \cdot 4 ) = 10,5 \text{ м}^3$$

Приямки при строительстве трубопроводов устраивают для возможности заделки стыков между отдельными трубами или их звеньями и плетями (в зависимости о принятой технологии монтажа трубопровода). Количество приямков определяется количеством стыков (общая протяженность трубопровода за вычетом суммарной длины всех колодцев делится на длину одной трубы и уменьшается на единицу). Размеры приямка определяются по таблице 6 [10].

Объем приямка:

$$V_{пр} = a_1 \cdot b_1 \cdot c_1, \text{ м}^3 \tag{81}$$

где  $a_1$ -длина приямка , м;  
 $b_1$ - ширина приямка определяющаяся как  $D_{нар}+0,5$ , м;  
 $c_1$ -глубина приямка ,м .

$$V_{пр} = 0,65 \cdot 0,67 \cdot 0,3 = 0,13 \text{ м}^3$$

Количество приямков:

$$N_1 = \frac{L_{стр}}{L_{тр}} - 1, \text{ шт} \tag{82}$$

где  $h_{стр}$  - строительная длина задвижки равная 0,8 м;  
 $L_{тр}$  – длина одной трубы равная 2 м.

$$N_1 = \frac{L_{стр}}{L_{тр}} - 1 \quad \text{шт}$$

Объем грунта извлекаемый при устройстве приямков:

$$V_{p2} = V_{пр} \cdot N_1, \text{ м}^3 \tag{83}$$

где  $V_{пр}$ - объем приямка ,  $\text{м}^3$ ;  
 $N_1$ -количество приямков.



$$V_{p2} = 0,13 \cdot 46 = 6 \text{ м}^3$$

Общий объем грунта разработанный вручную определен по формуле:

$$V_{\text{робщ}} = V_{p1} + V_{p2}, \text{ м}^3 \quad (84)$$

где  $V_{p1}$ -объем грунта разрабатываемый в ручную при разработке недобора;  
 $V_{p2}$ - объем грунта разрабатываемый в ручную при рытье прямков.

$$V_{\text{робщ}} = 10,5 + 5 = 15,5 \text{ м}^3$$

Весь объем грунта разработанный в ручную определен по формуле :

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{Мобщ}} + V_{\text{робщ}}, \text{ м}^3 \quad (85)$$

$$V_{\text{общ}} = 898 + 15,5 = 913,5 \text{ м}^3$$

### **2.3 Определение объема земли подлежащей вывозу в отвал за пределы строительства**

Основная часть грунта, извлекаемая при разработке траншеи, понадобится для обратной засыпки после монтажа и предварительном испытании трубопровода. Вместе с тем часть грунта окажется лишней, так как вытиснится трубопроводом и колодцами. Этот объем грунта подлежит вывозу в отвал.

Длина трубопровода за вычетом суммарной длины всех колодцев определена по формуле:

$$L_1' = L - d_{\text{н.кол.}} \cdot N_{\text{к}}, \text{ м} \quad (86)$$

где  $d_{\text{н.кол.}}$ - наружный диаметр колодца равный 2,2 м.

$$L_1' = 94 - 2,2 \cdot 4 = 89,6 \text{ м}$$

Объем грунта вытиснутого трубопровода:

$$V_{\text{тр}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{н.тр.}}^2}{4} \cdot L_1' \cdot K_p, \text{ м} \quad (87)$$

где  $K_p$ - коэффициент, учитывающий объем земли, вытисняемый раструбами и муфтами равный 1,05;

- наружный диаметр трубопровода равный 170 мм.

$$V_{\text{тр}} = \frac{3,14 \cdot 0,17^2}{4} \cdot 89,6 \cdot 1,05 = 2,13 \text{ м}^3$$

Объем грунта вытесняемый колодцем:

$$V_{\text{кол}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{НК}}^2}{4} \cdot h_{\text{ср}} \cdot N_{\text{к}} \text{ м}^3 \quad (88)$$

где - наружный диаметр колодца равный 2,2 м.

$$V_{\text{кол}} = \frac{3,14 \cdot 2,2^2}{4} \cdot 2,65 \cdot 2 = 20,13 \text{ м}^3$$

Объем грунты подлежащий вывозу в отвал :

$$V_{\text{о}^B} = (V_{\text{тр}} + V_{\text{кол}}) \cdot K_{\text{пр}} \text{ м}^3 \quad (89)$$

где  $V_{\text{тр}}$  – объем земли вытиснутый трубопроводом;

$V_{\text{кол}}$  – объем земли вытиснутый колодцами;

$K_{\text{пр}}$  – коэффициент первоначального разрыхления грунта. Для суглинка  $K_{\text{пр}} = 1,24 - 1,30$ ; принимаем  $K_{\text{пр}} = 1,3$

$$V_{\text{о}^B} = (2,13 + 20,13) \cdot 1,3 = 28,9 \text{ м}^3$$

После окончания земляных работ по отрывке траншеи и котлованов под колодцы осуществляют монтаж трубопровода, заделку стыков труб, установку колодцев и арматуры (задвижек при строительстве водопроводных

трубопроводов). При строительстве самотечных канализационных трубопроводов подходящие к колодцу и отходящие от него трубы заделываются в стенки колодцев до их внутренней поверхности. Внутри же колодца заливают

бетоном открытый лоток полукруглого сечения. После этих операций производят частичную засыпку траншеи грунтом и проводят предварительные испытания трубопроводов. Стыки труб при этом оставляют не засыпанными, а высота засыпки от верха труб составляет для керамических, асбестоцементных и полиэтиленовых труб 0,5м. высота частичной засыпки для стальных, чугунных, бетонных и железобетонных труб равна 0,2м.

При частичной засыпке труб сначала производится подбивка пазух слоями по 0,2 м на высоту не менее 0,5 наружного диаметра труб с уплотнением грунта одновременно с двух сторон трубопровода.

После частичной засыпки трубопровод подвергается предварительному испытанию.

Частичная засыпка чугунных труб всех диаметров выполняется вручную. Остальные трубы засыпают при помощи бульдозера или экскаватора.

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

Результаты расчета по определению объемов земляных работ занесены в таблицу

Таблица 11 - Баланс объемов земляных масс

Вид работы	Основные параметры выемки				Объем грунта в плот. теле	
	Ширина по верху, м	Ширина по низу, м	Глубина, м	Длина, м	Обозначение	Количество, м <sup>3</sup>
<b>Механизированные земляные работы</b>						
Разработка траншеи	2,255	0,37	2,65	86,6	V <sub>m1</sub>	64,2
Разработка котлованов под колодцы	5,66	5,66	2,9	7,4	V <sub>m2</sub>	833,8
Вывоз грунта в отвал за	144,5	144,5	0,2		V <sub>o</sub> <sup>B</sup>	28,9

пределы строительс- тва						
-------------------------------	--	--	--	--	--	--

Ручные земляные работы						
Разработка недобора	0,37	0,37	0,2	94	$V_{p1}$	10,5
Рытье при- ямков	0,65	0,65	0,67	0,3	$V_{p2}$	6
Общий объем раз- работки	-	-	-	-	$V$	913,5
В том чис- ле механи- зированные	-	-	-	-	$V_m$	898
В том чис- ле ручные	-	-	-	-	$V_p$	15,5

#### 2.4 Предварительный выбор комплекта машин

Ведущая машина в данном комплекте- экскаватор.

Определение марки экскаватора начинается с определения объема его ковша. Объем ковша определяется в зависимости от продолжительности строительства, которое выбирается по таблице 9 [10].

Принимаем рекомендуемый срок строительства 4 месяца, планируем 2 сменную работу.

Месячный объем механизированных земляных работ определен по формуле:

$$V_M^{\text{мес.}} = \frac{V}{4 \cdot 2} \text{ м}^3 \quad (90)$$

$$V_M^{\text{мес.}} = \frac{V}{8} \text{ м}^3$$

Основываясь на рекомендациях объема ковша по справочнику, подбирают и выписывают основные параметры экскаватора с обратной лопатой и экскаватора драглайна.

Таблица 12 – Сравнение экскаваторов с обратной лопатой и драглайн.

Марка экскаватора	Обратная лопата	драглайн
	ЭО-4121 А	Э-652 Б
Объем ковша, м <sup>3</sup>	0,65	0,65
Наибольшая глубина копания Нк, м	7,1	7,3
Наибольшая высота выгрузки Нв, м	5,2	3,5
Наибольший радиус выгрузки Rв, м	10,2	10
Наибольший радиус резания Rp, м	10,2	11,1

После выбора 2 марок экскаватора оценивается техническая возможность их применения, для этого выполняют проверку, которая заключается в сравнении наибольшей глубины копания экскаваторов с наибольшей глубиной траншеи:

$$H_k \geq h_2$$

$$h_2 = 5,1\text{м}; H_k = 7,1$$

$$h_2 = 5,1\text{м}; H_k = 7,3$$

7,1 > 4,2 и 7,3 > 4,2 - следовательно, глубина копания возможна для 2 марок экскаваторов, окончательный выбор проводим согласно технико-экономического сравнения.

## 2.5 Выбор марки средств для транспортировки избыточного грунта за пределы строительства

Наиболее приемлемым средством для транспортирования грунта на расстояние более 0,5 км являются самосвалы.

Выбор марки самосвала производится с учетом следующих требований:

1. технологические данные автомобиля (высота борта кузова, его размеры) должны соответствовать марке экскаватора;
2. вместимость кузова должна обеспечивать погрузку не менее 3 ковшей экскаватора.

Грузоподъемность самосвала принимается в зависимости от расстояния транспортирования грунта и объема ковша экскаватора.

Расстояние транспортировки принимаем 2 км.

$$V_{\text{ков}} = 0,65 \text{ м}^3$$

Грузоподъемность самосвала 10 т:

Марка самосвала КАМАЗ – 5511

Грузоподъемность 10 т

Высота 2700мм = 2,7м

Высота борта кузова самосвала должна быть не менее, чем 0,3 м ниже наибольшей выгрузке экскаватора.

Количество ковшей экскаватора необходимое для загрузки самосвала :

$$\text{—————}, \text{ шт.} \quad (91)$$

где  $G$  – грузоподъемность самосвала, т;

$\gamma$  – плотность грунта, т/м<sup>3</sup>;  $\gamma = 1,5 \text{ т/м}^3$  – для суглинка;

$E$  – вместимость ковша, м<sup>3</sup>;

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

$$\text{—————} = 12 \text{ шт.}$$

Принимаем 12 штук.

Длительность погрузки 1 самосвала:

$$\text{---} , \text{ мин} \quad (92)$$

где  $n_{ц}$  - число циклов экскаватора в минуту равное 1;

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

$$\text{---} \quad \text{мин.}$$

Количество рейсов самосвалов в смену :

$$P_p = \frac{t_{смен} \cdot 60}{t_{ног} \cdot (2L/V) \cdot 60 + t_p + t_m}, \quad (93)$$

где  $t_{смены}$  – продолжительность смены, 8 часов;

$L$ – дальность перевозки грунта, км;

$V$  – средняя скорость движения,  $V = 25$ км/час;

$t_p$  – длительность разгрузки в минутах,  $t_p = 1$ минута;

$t_m$  – длительность маневрирования машин,  $t_m = 3$ минуты.

$$P_p = \frac{8 \cdot 60}{15 \cdot (2 \cdot 2 / 25) \cdot 60 + 1 + 3} = 4 \text{ рейсов/смен}$$

Производительность автосамосвалов в смену :

$$P_{a.c.} = \frac{G}{\gamma} \cdot P_p \quad (94)$$

где  $G$ –грузоподъемность самосвала ,т;

$\gamma$ –объемный вес грунта равный 1,5т/м<sup>3</sup>;

$P_p$ –количество рейсов самосвала в смену.

$$P_{a.c.} = \frac{10}{1,5} \cdot 4 = 26,7 \text{ м}^3/\text{смен}$$

## 2.6 Выбор механизмов для обратной засыпки траншеи и ее планировке

Для обратной засыпки используется грунт находящийся в отвале. После засыпки траншеи производят планировку ее поверхности. Для механизации работ по засыпке применяют бульдозеры. Для планировки траншеи и места свалки избыточного грунта применяют так же бульдозеры.

Методика подбора бульдозера:

Марка бульдозера подбирается по справочнику строителя. Для этих работ рекомендуется применять средние по мощности бульдозеры

Марка бульдозера ДЗ - 117

Трактор Т - 130 М – Г.1

Продолжительность работ по обратной засыпке траншеи, планировки траншеи и свалки избыточного грунта:

$$T_{\text{б}} = \frac{S \cdot H_{\text{сп}}}{1000 \cdot t_c}, \text{ см} \quad (95)$$

где  $S$  – площадь планируемой поверхности,  $S = S_1 + S_2$ ;

$H_{\text{вр.}}$  – норма времени на планировку  $1000\text{м}^2$ ,  $H_{\text{вр.}} = 1,2$  часа;

$t_c$  – продолжительность смены,  $t_c = 8$  часов;

$S_1$  – площадь поверхности и на месте траншеи и отвала грунта;

$S_2$  – площадь планируемой поверхности на месте свалки избыточного грунта.

$$T_{\text{б}} = \frac{13008,45 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8} = 1,9 \approx 2 \text{ см}$$

Площадь поверхности и на месте траншеи и отвала грунта:

$$S_1 = (E_{\text{ср.}} + b + h_2(L - m)) \cdot L, \text{ см} \quad (96)$$

$$S_1 = (2,255 + 3,7 + 2,8(2 - 0,37)) \cdot 94 = 988,7 \text{ м}^2$$

Площадь планируемой поверхности на месте вывоза избыточного грунта:



$$S_2 = \frac{V_o^6}{h}, \text{ м}^2 \quad (97)$$

где  $h$ -толщина слоя отсыпки равная 0,1... 0,2м;  
 - вывоз грунта в отвал за пределы строительства.

$$S_2 = \frac{28,9}{0,2} = 144,5 \text{ м}^2$$

Общая площадь планируемой поверхности  $S$  :

$$S = S_1 + S_2, \text{ см} \quad (98)$$

$$S = 988,7 + 144,5 = 1133,2 \text{ м}^2$$

## **2.7 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин**

Окончательный выбор комплекта машин проводится на основе сравнения 3 технико-экономических показателей:

1. Продолжительность земляных работ;
2. Себестоимость разработки  $1\text{ м}^3$  грунта;
3. Трудоемкость разработки  $1\text{ м}^3$  грунта рассчитанная для двух типов экскаваторов.

Продолжительность работы экскаваторов по отрывки траншеи:

$$T_3^{\text{др}} = \frac{V_m}{P_3^{\text{др}}}, \text{ смен} \quad (99)$$

$$T_3^{\text{обл}} = \frac{V_m}{P_3^{\text{обл}}}, \text{ смен} \quad (100)$$

где  $P_3$  – нормативная производительность экскаватора в смену.

$$T_3^{\text{др}} = \frac{898}{318,5} = 3 \text{ смен}$$

$$T_3^{\text{обл}} = \frac{898}{319,22} = 4 \text{ смен}$$

$$P_3^{\text{обл}} = t_{\text{см}} * 100 * \left( \frac{1-P}{H_{\text{вр}}^{\text{обл}} 1} + \frac{P}{H_{\text{вр}}^{\text{обл}} 2} \right), \text{ м}^3/\text{см} \quad (101)$$

$$P_3^{\text{др}} = t_{\text{см}} * 100 * \left( \frac{1-P}{H_{\text{вр}}^{\text{др}} 1} + \frac{P}{H_{\text{вр}}^{\text{др}} 2} \right), \text{ м}^3/\text{см} \quad (102)$$

где  $P$  – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт в долях единицы (за единицу принят весь объем грунта, разрабатываем экскаватором);

$H_{\text{вр}}^1$  и  $H_{\text{вр}}^2$  – соответственно норма времени на разработку грунта экскаватором при работе в отвал и при погрузке в транспорт, принимаем по ЕНиРу;

100 – единица измерения объема грунта, разрабатываемого экскаватором;

$t_{\text{смены}}$  – продолжительность смены, 8 часов.

$$P_3^{\text{обл}} = 8 * 100 * \left( \frac{1-0,09}{2,4} + \frac{0,09}{3,1} \right) = 319,22 \text{ м}^3/\text{см}$$

$$P_3^{\text{др}} = 8 * 100 * \left( \frac{1-0,09}{2,5} + \frac{0,09}{3,2} \right) = 318,5 \text{ м}^3/\text{см}$$

$$H_{\text{вр}}^{\text{обл}} 1 = 2,4 \text{ часа}; H_{\text{вр}}^{\text{обл}} 2 = 3,1 \text{ часа.}$$

$$H_{\text{вр}}^{\text{др}} 1 = 2,5 \text{ часа}; H_{\text{вр}}^{\text{др}} 2 = 3,2 \text{ часа.}$$

Количество избыточного грунта погружаемого в транспорт в долях единиц( за единицу принят весь объем грунта разработанный экскаватором):

$$P = \frac{V_o^e}{V_m} \quad (103)$$

$$P = \frac{28,9}{898} = 0,03 \text{ м}^3$$

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

$$C_{\text{тр}}^{\text{обл}} = \frac{1,08 \cdot (3,33 \cdot 8 \cdot T_{\text{э}}^{\text{обл}} + 6,07 \cdot 8 \cdot T_{\text{б}} + 4,6 \cdot 8 \cdot T_{\text{э}}^{\text{обл}}) + 1,5 \cdot \sum Z_p}{V} \quad (104)$$

$$C_{\text{тр}}^{\text{др}} = \frac{1,08 \cdot (1,19 \cdot 8 \cdot T_{\text{э}}^{\text{др}} + 6,07 \cdot 8 \cdot T_{\text{б}} + 4,6 \cdot 8 \cdot T_{\text{э}}^{\text{др}}) + 1,5 \cdot \sum Z_p}{V}, \quad (105)$$

где  $Z_p$  – расценка за разработку 1 м<sup>3</sup> грунта, принимаем по ЕниР, для 2 группы (суглинок)  $Z_p = 2,5$  руб./м<sup>3</sup>;

$V_p$  – объем ручных работ, м<sup>3</sup>;

$\sum Z_p$  – заработная плата рабочих, выполняющих ручные работы;

$$\sum Z_p = Z_p \cdot V_p$$

$$\sum Z_p = 2,5 \cdot 145,29 = 363,22 \text{ руб}$$

$$C_{\text{тр}}^{\text{обл}} = \frac{1,08 \cdot (3,33 \cdot 8 \cdot 3 + 6,07 \cdot 8 \cdot 3 + 4,6 \cdot 8 \cdot 3) + 1,5 \cdot \sum 363,22}{913,5} = 0,43 \text{ руб/м}^3$$

$$C_{\text{тр}}^{\text{др}} = \frac{1,08 \cdot (1,19 \cdot 8 \cdot 4 + 6,07 \cdot 8 \cdot 3 + 4,6 \cdot 8 \cdot 4) + 1,5 \cdot \sum 363,22}{913,5} = 0,44 \text{ руб/м}^3$$

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

$$M_{\text{тр}}^{\text{обл}} = \frac{\sum M_m + \sum M_p}{V} \quad (106)$$

где  $\sum M_m$  – затраты труда по управлению и обслуживанию машин в одной машинной части;

$\sum M_p$  – затраты труда на ручные операции.

$$\sum M_m = 2,65 + 1,48 + 1,79 = 5,92 \text{ час/м}^3;$$

$$\sum M_p = N_{\text{вр}} \cdot V_p,$$

где  $N_{\text{вр}}$  – норма времени на ручную разработку 1 м<sup>3</sup> грунта, принимаем в зависимости от типа грунта и сезона строительства,  $N_{\text{вр}} = 3,2$  часа/ м<sup>3</sup> – для 2 группы;

$V_p$  – объем ручных работ, м<sup>3</sup>;

$V$  – весь объем грунта подлежащий разработке, м<sup>3</sup>.

$$M_{\text{тр}}^{\text{обл}} = \frac{5,92 + 3,2 \cdot 145,29}{913,5} = 0,11 \text{ час/ м}^3$$

## 2.8 Определение технико-экономических показателей

Таблица 13 – Сравнение технико-экономических показателей экскаваторов.

Наименование	Комплект с обратной лопатой	Комплект с драглайном
Продолжительность отрывки траншеи, смены	3	4
Себестоимость отрывки 1 м <sup>3</sup> руб./ м <sup>3</sup>	0,43	0,44
Трудоемкость разработки 1 м <sup>3</sup> , чел-час/Маш-час/ м <sup>3</sup>	0,11	0,11

**Вывод:** принимаем окончательный комплект машин, основываясь на технико-экономических показателях:

1. Экскаватор с обратной лопатой марки ЭО-4121А
2. Бульдозер марки ДЗ-117
3. Автосамосвал марки КАМАЗ-5511.

## 2.9 Определение размеров забоя

Расчетные параметры забоя определяются, исходя из рабочих параметров экскаватора и размеров траншеи. При этом определяют место положения оси движения экскаватора относительно оси траншеи, площадь поперечного сечения отвала и его размеры, место положения отвала относительно бровки траншеи, ширину забоя.

Площадь поперечного сечения отвала:

$$F_{от} = F_{тр} \cdot K_{пр} \cdot K \quad (107)$$

где  $F_{тр}$  – средняя площадь поперечного сечения траншеи;

$K_{пр}$  – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при разрыхлении;

$K$  – коэффициент, учитывающий уменьшение площади поперечного сечения отвала за счет вывозки избыточного грунта.

$$K = \text{—————} \quad (108)$$

$$K = \text{—————} = 0,9$$

$$F_{\text{от}} = 9,16 \cdot 1,3 \cdot 0,9 = 10,7 \text{ м}^2$$

Высота отвала:

$$H_{\text{отв}} = \text{—————}, \text{ м} \quad (109)$$

$$H_{\text{отв}} = \text{—————} = 3,27 \text{ м}$$

Ширина отвала:

$$b = 2 \cdot H_{\text{отв}}, \text{ м} \quad (110)$$

$$b = 2 \cdot 3,27 = 6,54 \text{ м}$$

Расстояние от бровки траншеи до основания отвала:

$$a = h_2 (1 - m) \quad (111)$$

где  $m$  – коэффициент заложения откоса,  $m=0,37$ ;  
 $h_2$  – наибольшая глубина траншеи.

$$a = 2,8 \cdot (1 - 0,37) = 1,8$$

Общая ширина забоя, включая отвал, определена по формуле:

$$A = E_{\text{ср}} + a + b \quad (112)$$

где  $E$  – ширина траншеи по верху

$$A = 2,255 + 1,8 + 6,54 = 10,5 \text{ м}$$

Положение оси экскаватора может совпадать с осью траншеи или быть смещенным на некоторое расстояние в сторону отвала.

Проверяем следующее условие:  $R_B \geq A_1$ ,

где,  $R_B$ - наибольший радиус выгрузки экскаватора, определяем по справочнику,

$$R_B = 10,2;$$

$A_1$  – расстояние, определяем по формуле

$$A_1 = \frac{E_2}{2} + a + e \quad (113)$$

$$A_1 = \frac{2,366}{2} + 1,8 + 6,54 = 9,5 \text{ м}$$

$10,2 > 9,5$  м, условие выполняется, значит, ось экскаватора совпадает с осью траншеи.

## 2.10 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода, колодцев и арматуры

Для монтажа трубопровода в городских условиях используется пневмоколесные и автомобильные краны. Требуемую грузоподъемность крана определяют исходя из максимальной массы груза, который должен поднять кран при требуемом вылете стрелы.

Груз определен с учетом массы грузозахватных приспособлений по формуле:

$$G_{кр} = Q_{max} \cdot K_{гр}, \text{ м} \quad (114)$$

где  $Q_{max}$  – масса самого тяжелого элемента (трубы, арматуры, элементы колодцев);

$Q_{max}$  – в данном случае масса плиты,  $Q_{max} = 1,47$  т ;

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

$$G_{кр} = 1,47 \cdot 1,1 = 1,61 \text{ т}$$

Перед определением требуемого вылета стрелы намечают рабочее положение стрелы по отношению к траншее.

Кран располагают на свободной от отвала стороне траншеи. На этой же стороне располагают заготовки из труб, арматуры и элементов колодцев.

У бровки траншеи располагают все элементы (заготовки труб, арматуру и элементы колодцев), а кран за ними.

Требуемый вылет стрелы:

$$L_c = \frac{B}{2} + 1.2 \cdot m \cdot h_2 + a_1 + \frac{B_{кр}}{2} + a_2 \quad (115)$$

где  $B_{кр}$  – ширина калии крана,  $B_{кр} = 2,6$ м;

$a_1$  – ширина места, занимаемая трубой, элементами колодца;

$a_2$  – расстояние от трубы или элемента колодца до крана,  $a_2 = 1$ м;

$b_1$  – ширина котлована под колодец понизу;

$m$  – заложение откосов траншеи;

$h_2$  – максимальная глубина траншеи.

$$L_c = \frac{0,37}{2} + 1.2 \cdot 0,37 \cdot 2,8 + 2,5 + \frac{2,6}{2} + 1 = 7,37 \text{ м}$$

По справочнику подбираем кран:

Марка крана КС-3562Б

Максимальная грузоподъемность 10т

Грузоподъемность при максимальном вылете стрелы 1,2т

Вылет крюка 4-10т

Марка базового автомобиля КАМАЗ – 5334

Завод изготовитель: «Минский автомобильных кранов».

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В работе рассмотрено водоснабжения и водоотведения поселка численностью 213 человек. Источником водоснабжения являются подземные воды.

Так как качество воды соответствует требованиям, предусматривается только обеззараживание воды озонированием.

Для хозяйственно-бытовых и поверхностных сточных вод подобраны локальные очистные сооружения.

Разработана схема прокладки канализационного трубопровода длиной 94 м и диаметром 150мм. Подобраны оборудование и машины, определены объемы земляных работ, составлен календарный план и график передвижения рабочей силы.

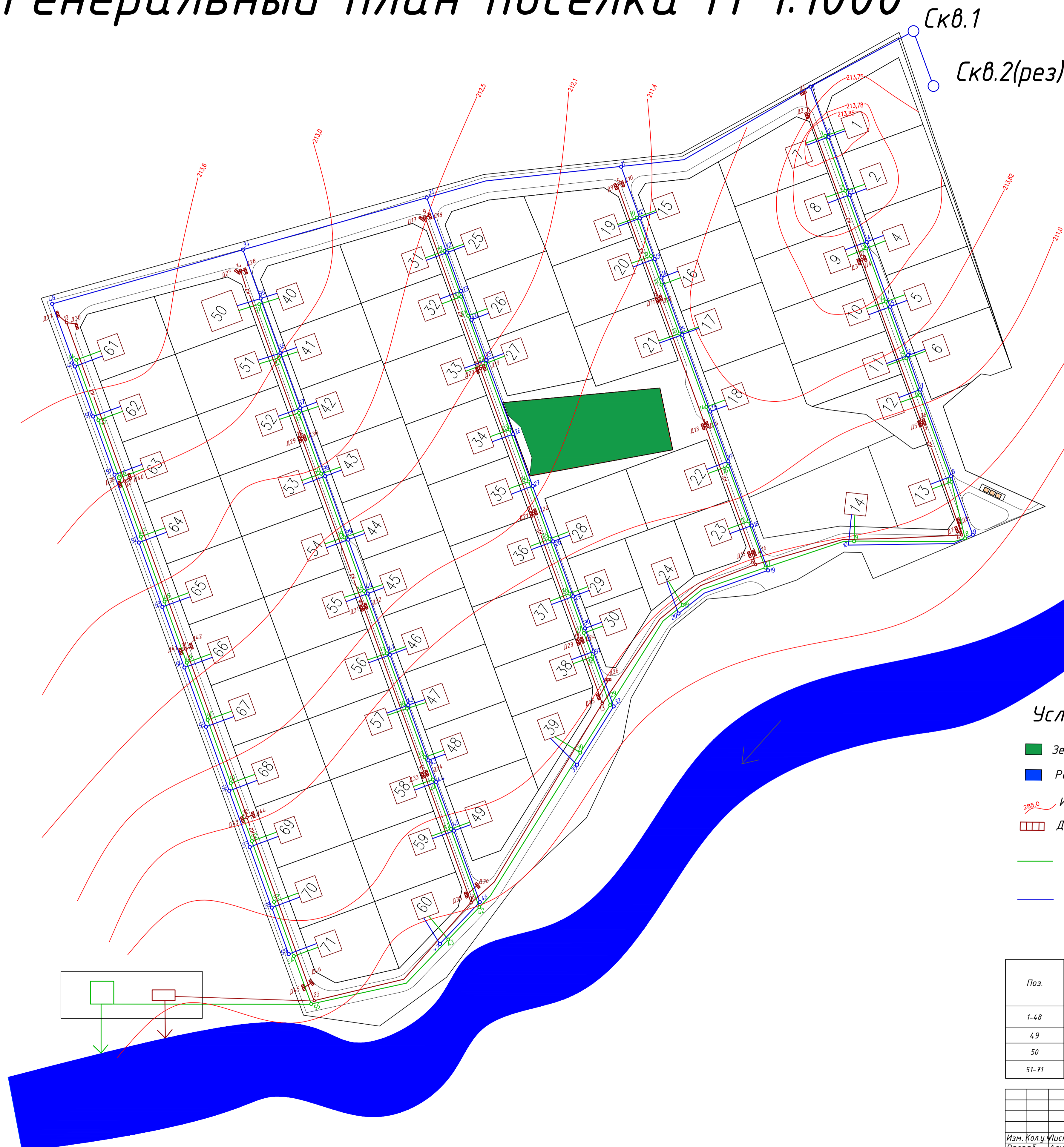
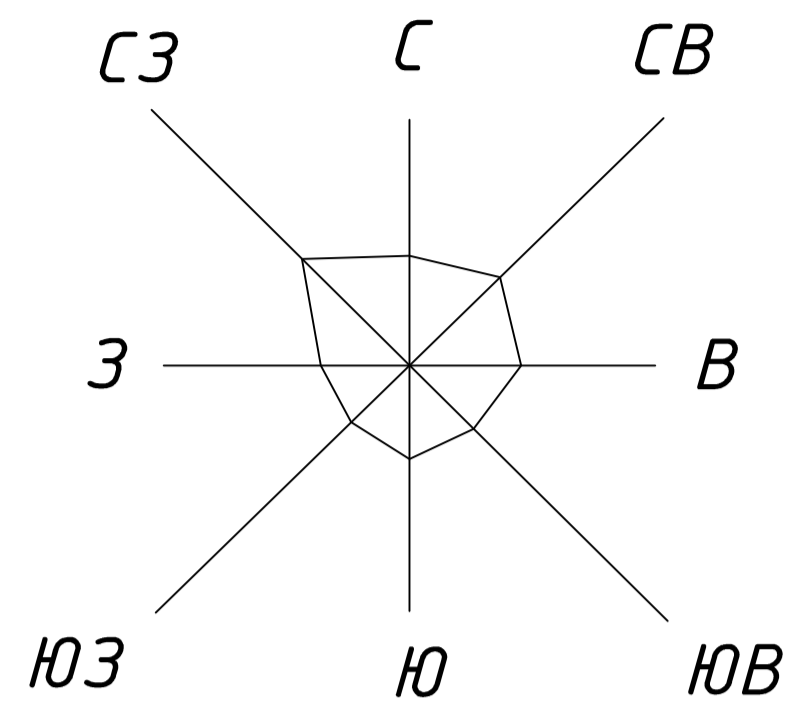
Определены зоны санитарной охраны источника водоснабжения.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий.
2. А.М. Курганов Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения: Учеб. пособие /Изд-во «АСВ»; СПбГАСУ. – м.;1998-246 с.;
3. СП32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения
4. Лукиных А.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Павловского Н.Н. : справ. Пособие / А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных, - 5-е изд. –М.: Стройиздат, 1987, - 152с.
5. Кедров В.С. Водоснабжение и водоотведение: учеб. Для вузов / В.С. Кедров и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2002. -336с.
6. СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\* (с изменением N1)»
7. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник /Б.Н. Репин, С.С. Запорожец и др., Под рек. Б. Н. Репина. – М.: Высш. Шк., 1995 – 431 с.: ил.;
8. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.
9. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб.
- 10.Г.В. Сакаш Учебно-методическое пособие для разработки ППР по траншейной прокладке трубопроводов для студентов, СФУ, инженерно-строительный институт .- Красноярск,2015.33с

# Генеральный план поселка М 1:1000



Скв.1

Скв.2(рез)

## Условные обозначения

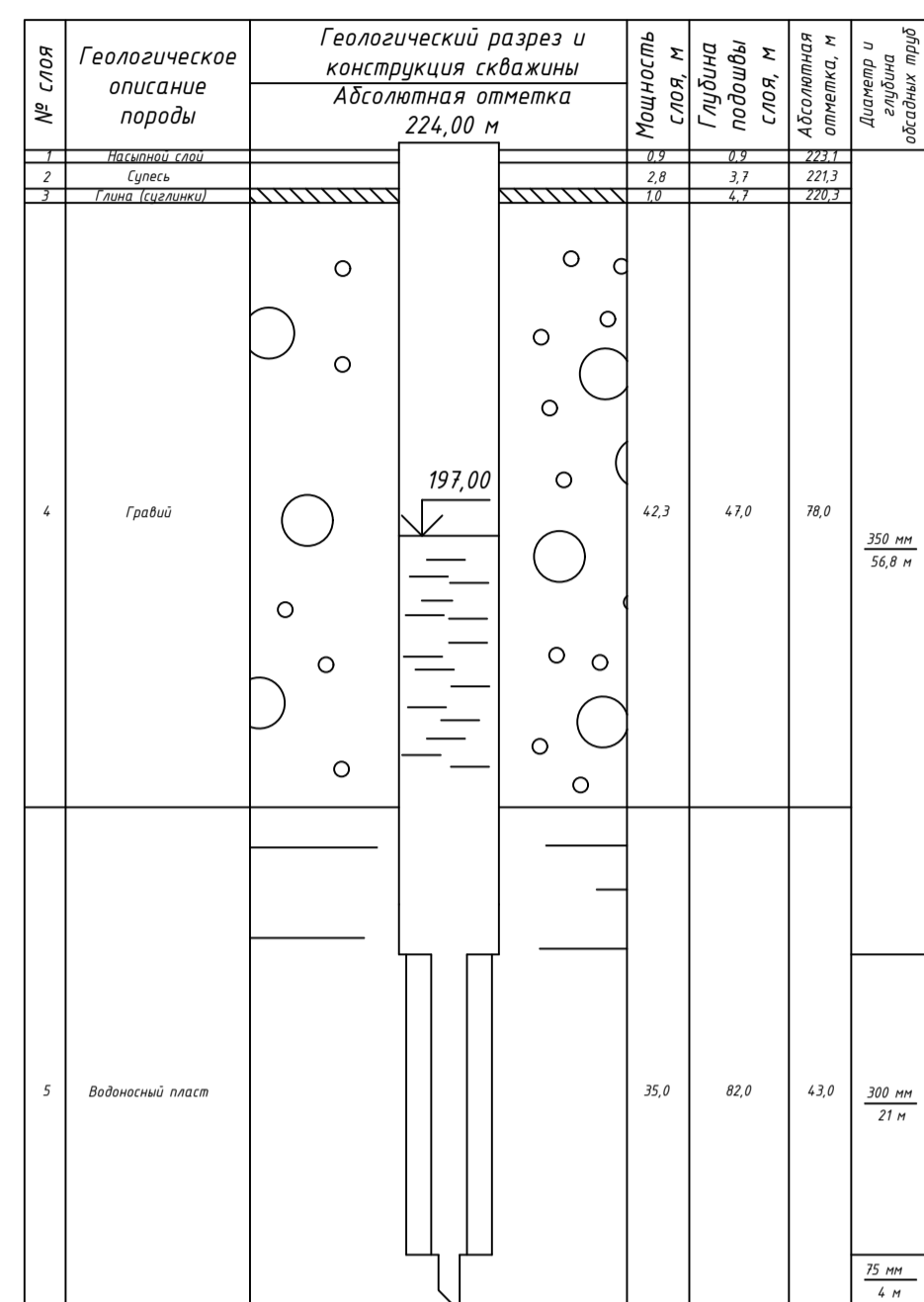
- Зеленая зона
- Река
- Изолинии
- Дождеприемник
- Станция водоочистки
- Трубопровод водоснабжения
- 2 Номера кварталов
- КК-1 Канализационный колодец сточных вод
- КК-2 Канализационный колодец ливневого стока
- Станция водоочистки для ливневого стока

## Экспликация зданий и помещений

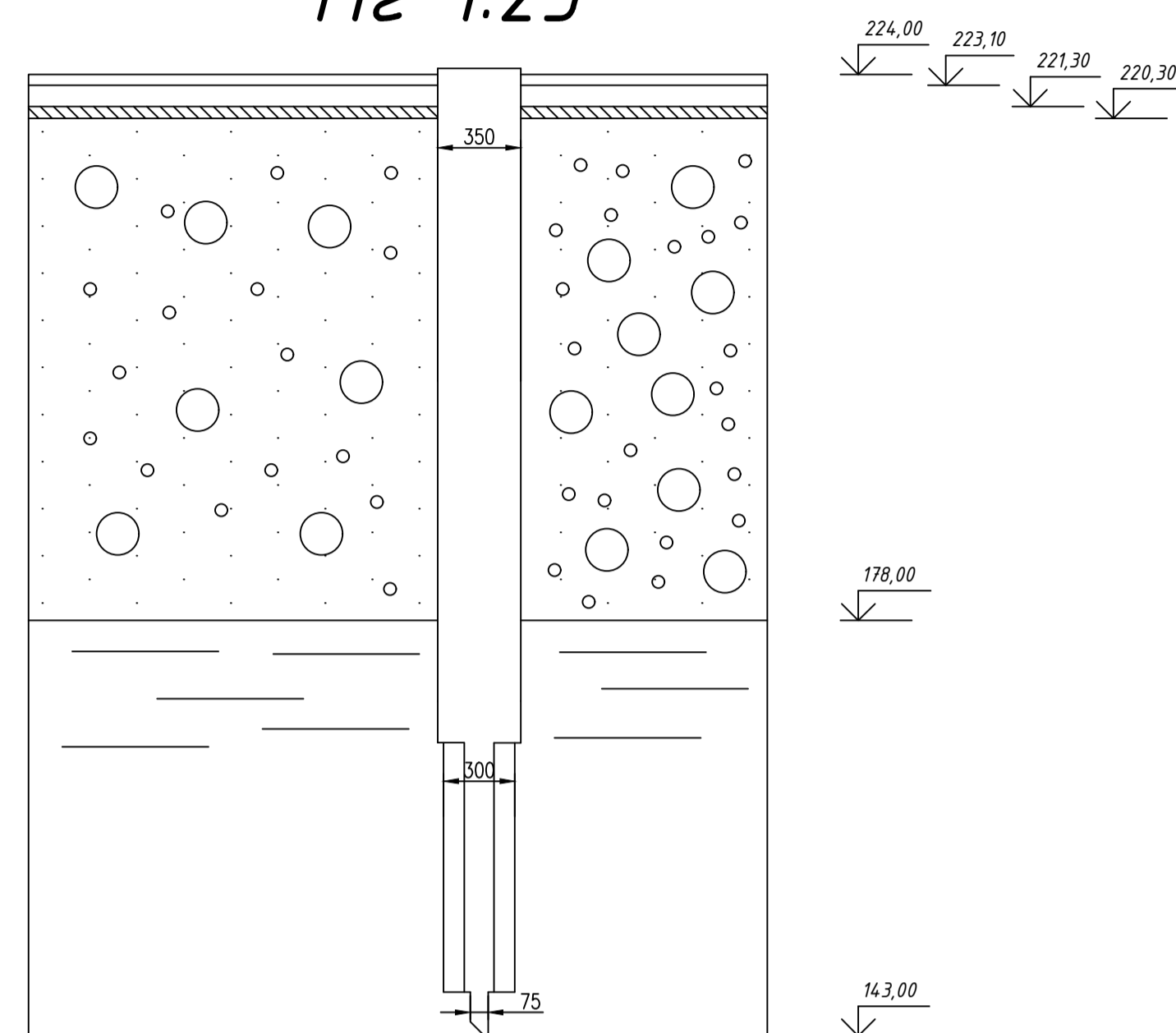
Поз.	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество во жильцов	Количество приборов
1-48	Жилой частный дом	1200	3	3
49	Магазин	970	4	3
50	Административное здание	1050	15	9
51-71	Жилой частный дом	1200	3	3

БР 20.03.02.06 - 2018				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.
Разраб.	Асманова Ю.М.			
Проверил	Приймак Л.В.	Водоснабжение и водоотведение поселка	Стадия	Лист
Н.контр.	Приймак Л.В.			Листов
				1 6
Генеральный план поселка М1:1000.				
Зав.каф.	Сакаш Г.В.			

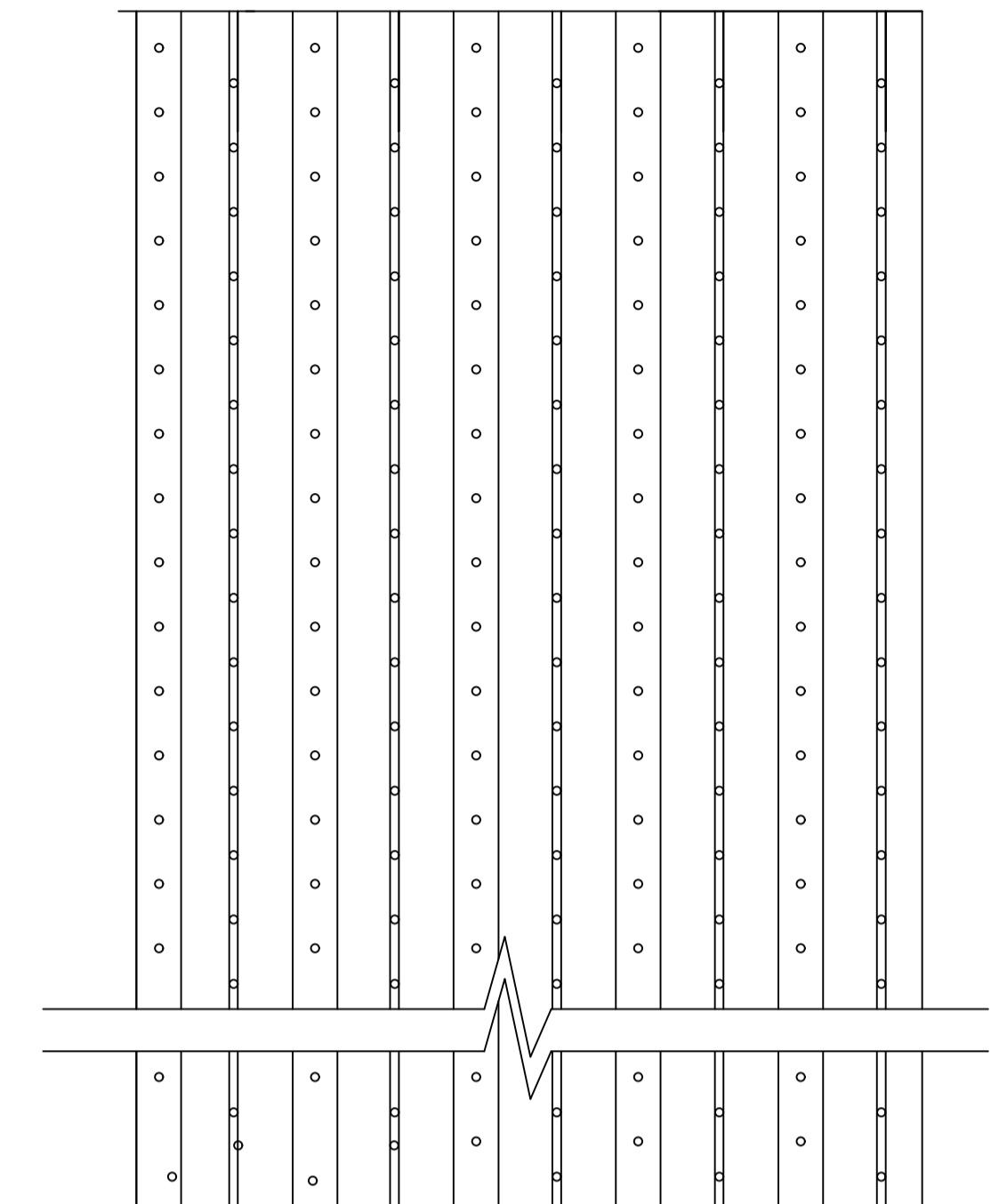
# Геолого-технический разрез скважин M1:500



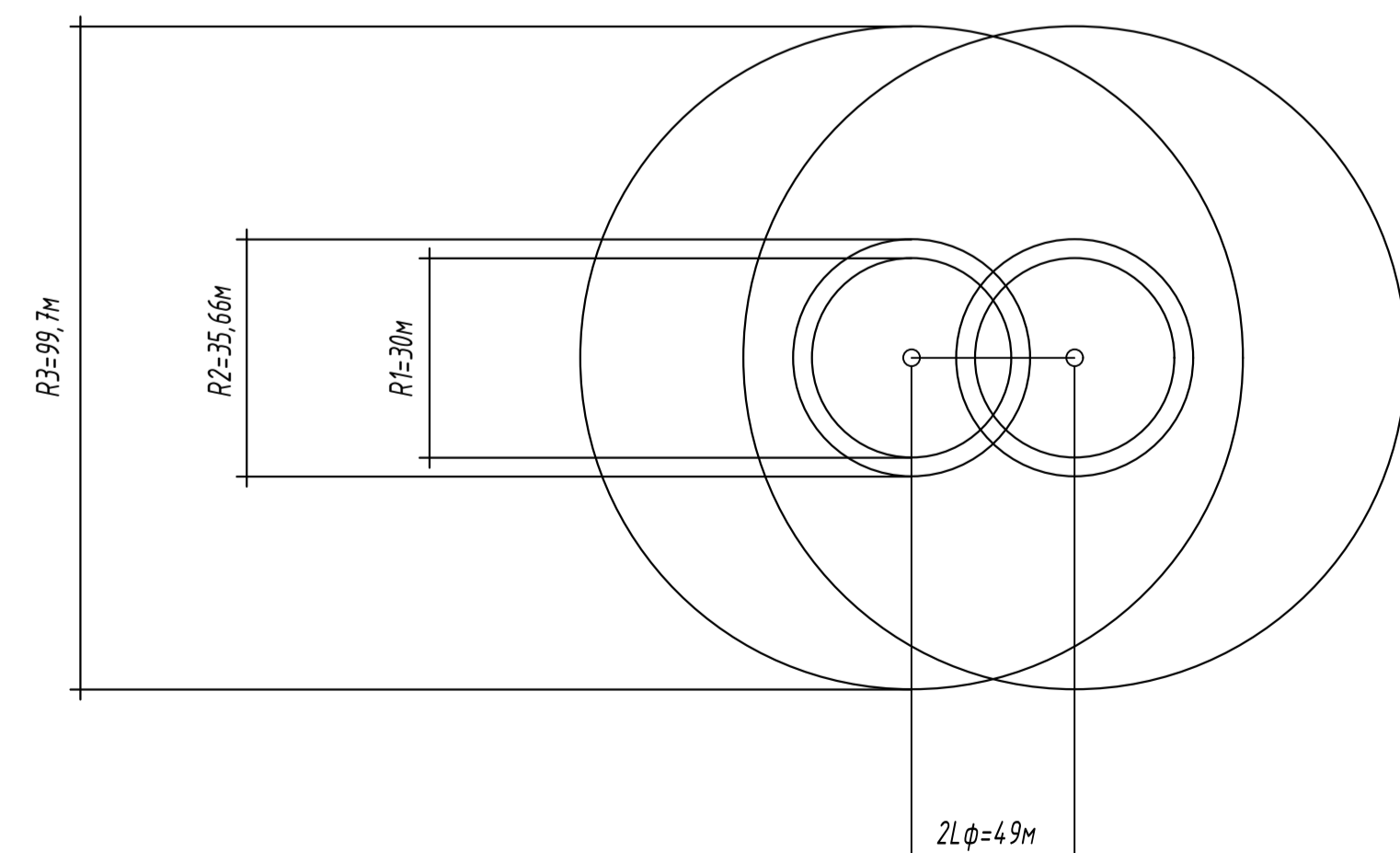
# Конструкция водозабора MВ 1:500 Mг 1:25



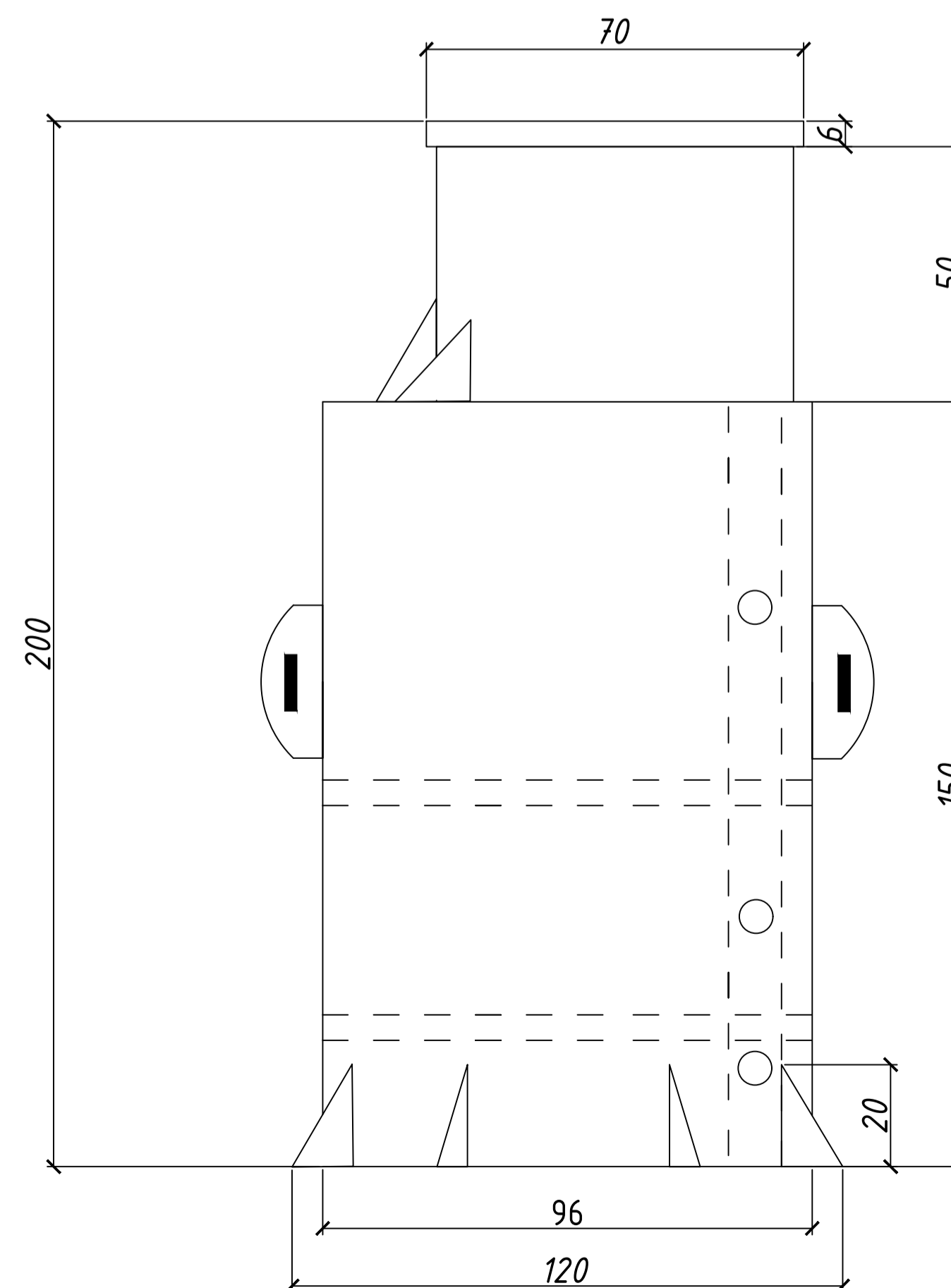
# Трубчатый фильтр с круглой перфорацией M 1:100



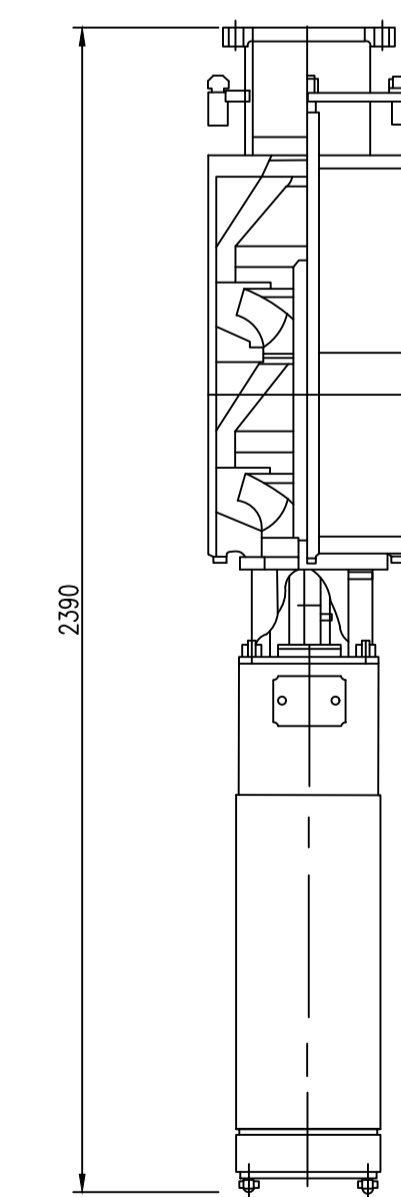
# Зоны санитарной охраны M1:100



# Кессон ТИТАН П 960 M1:100

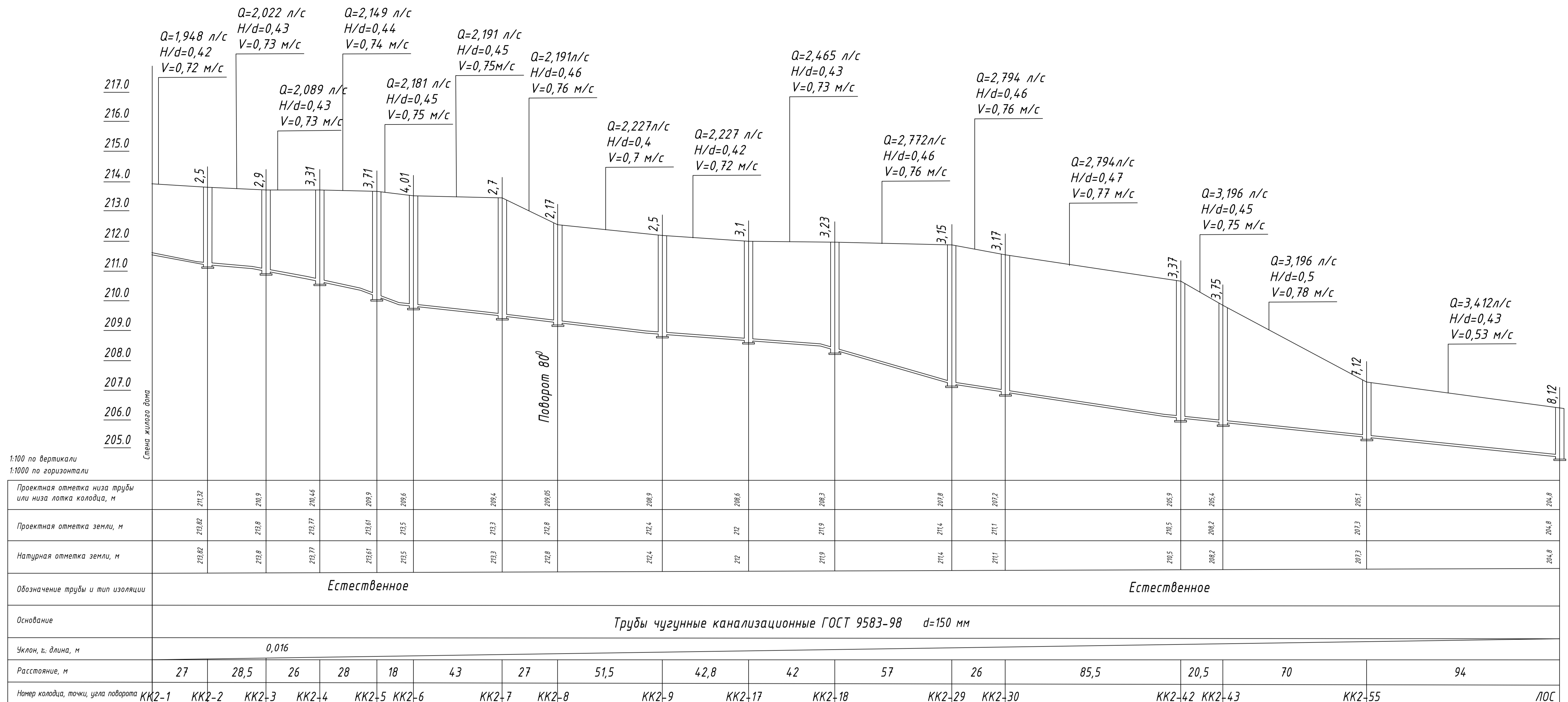


# Насос ЭЦВ 12-200-105 M 1:150



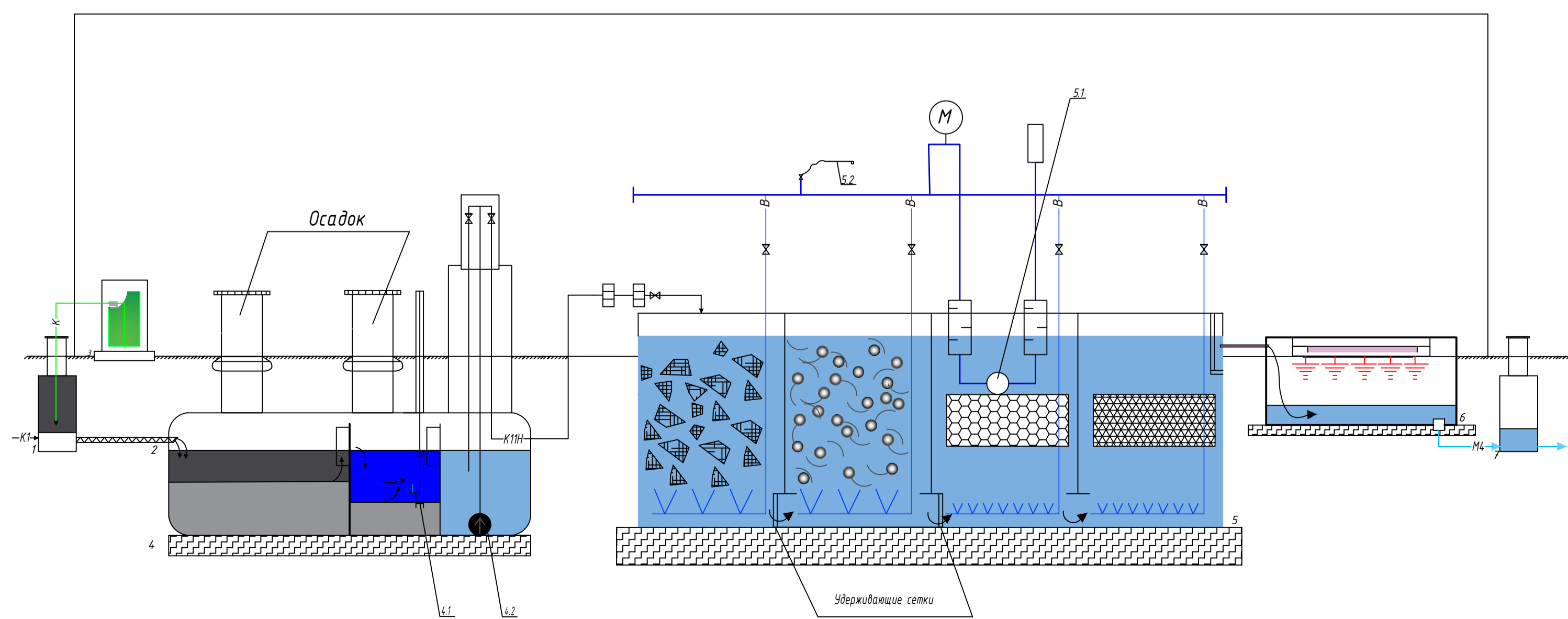
БР 20.03.02.06 - 2018					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Асманова Ю.М.				
Проверил	Тришмак Л.В.				
Т.контр.	Тришмак Л.В.				
Зав.каф.	Сакаш Г.В.				
				Водоснабжение и водоотведение	поселка
				Стадия	Лист
				2	6
Геолого-технический разрез скважины. Конструкция водозабора: Трубчатый фильтр с круглой перфорацией. Зоны санитарной охраны. Кессон ТИТАН П 960. Насос ЭЦВ 12-200-105.					

# Продольный профиль трассы трубопроводы для хозяйственно-бытовых сточных вод



## Экспликация оборудования

## Схема очистки хозяйственно-бытовых сточных вод "ЭКОС"



### Условные обозначения

- К1 - Канализация бытовая самотечная
- К1Н - Канализация бытовая первично очищенная напорная
- К - Коагулянт
- В - Воздух сжатый
- М1 - Осадок первичный
- ▲ - Загрузка плавающая 01
- - Загрузка плавающая типа 03
- - Загрузка блочная В-200
- - Загрузка блочная В-300
- ∇∇∇ - Аэрация среднепузырчатая
- ∇∇∇ - Аэрация мелкопузырчатая
- - Магнитайзер

№поз.	Наименование
1	Колодец для отбора проб (на входе)
2	Смеситель коагулянта
3	Технический шкаф - хранение и дозирования коагулянта
4	Септик для первичной очистки, в т.ч:
	4.1 датчик уровня осадка
	4.2 насос
5	Многокамерный аэротенк для вторичной очистки, в т.ч:
	5.1 компрессор
	5.2 спица для продувки блочной загрузки
6	Установка обеззараживания очищенного стока
7	Колодец для отбора проб (на выходе)

БР 20.03.02.06 - 2018			
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм. Кол.ч	Лист № док	Подп.	Дата
Разраб.	Асманова Ю.М		
Проверил	Тришмак Л.В		
Т.контроль	Тришмак Л.В		
Зав.каф	Сакаш Г.В		
Водоснабжение и водоотведение поселка		Стадия	Лист 3
Продольный профиль трубопровода для хозяйственно-бытовых сточных вод. Схема очистки "ЭКОС".		Листов	6

# Схема производства работ по прокладке чугунного трубопровода L=94 м d=150 мм М 1:100

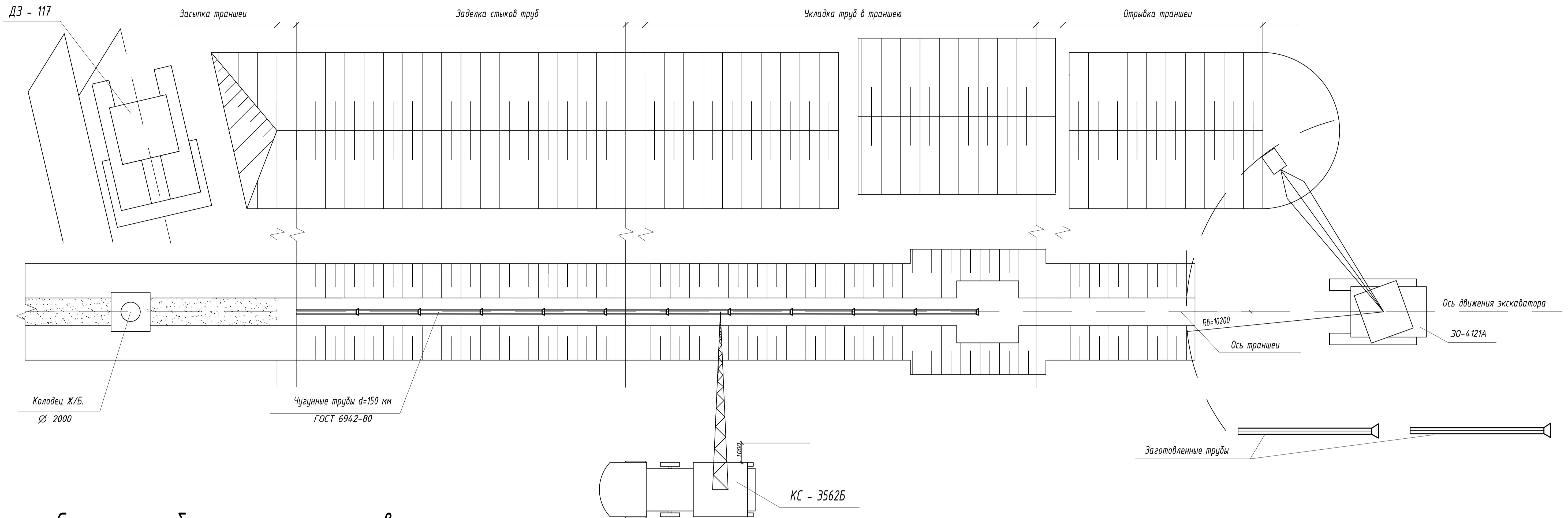


Схема разработки траншеи экскаватором с обратной лопатой. М1:100

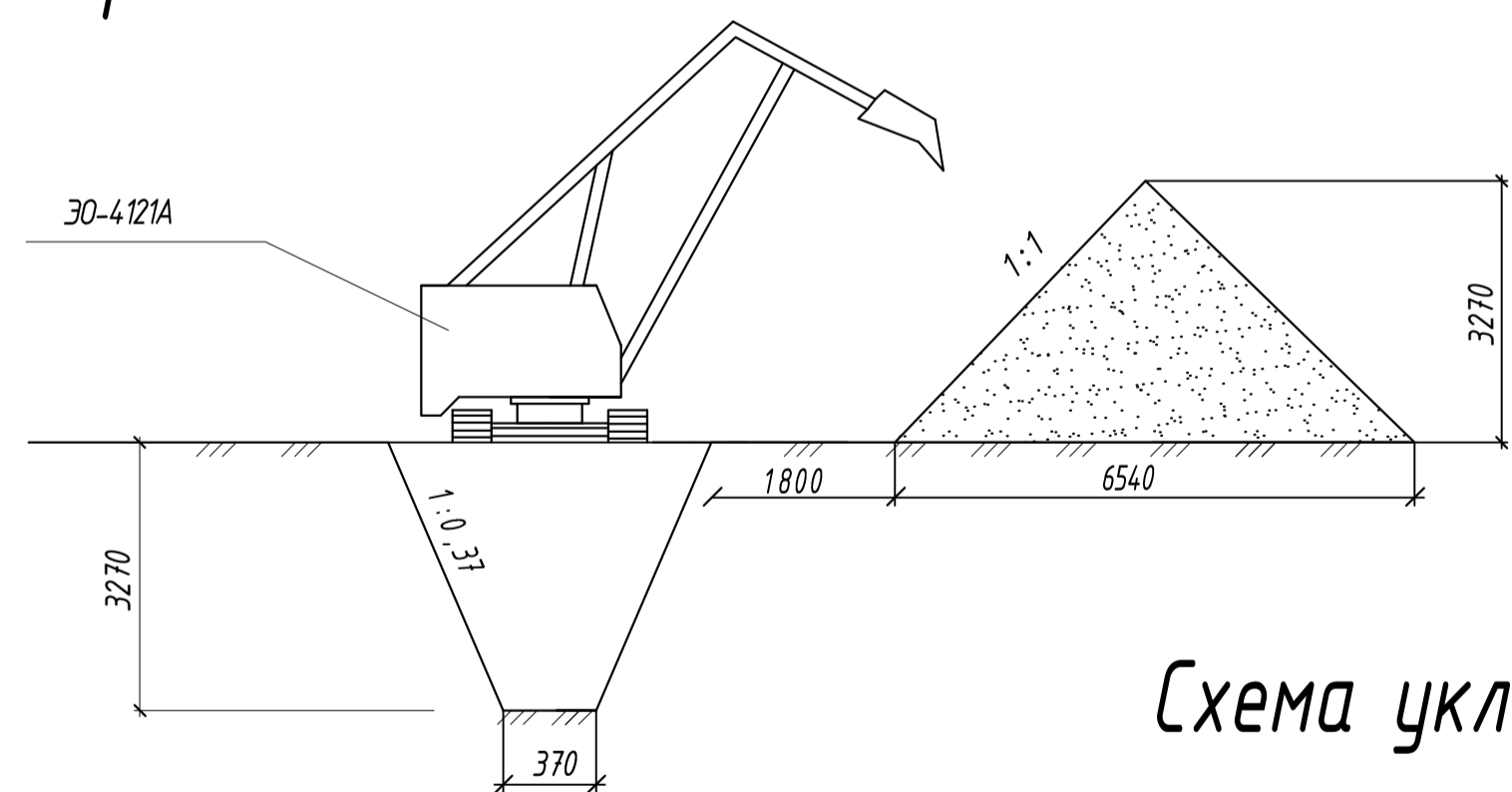


Схема засыпки траншеи бульдозером. М1:100

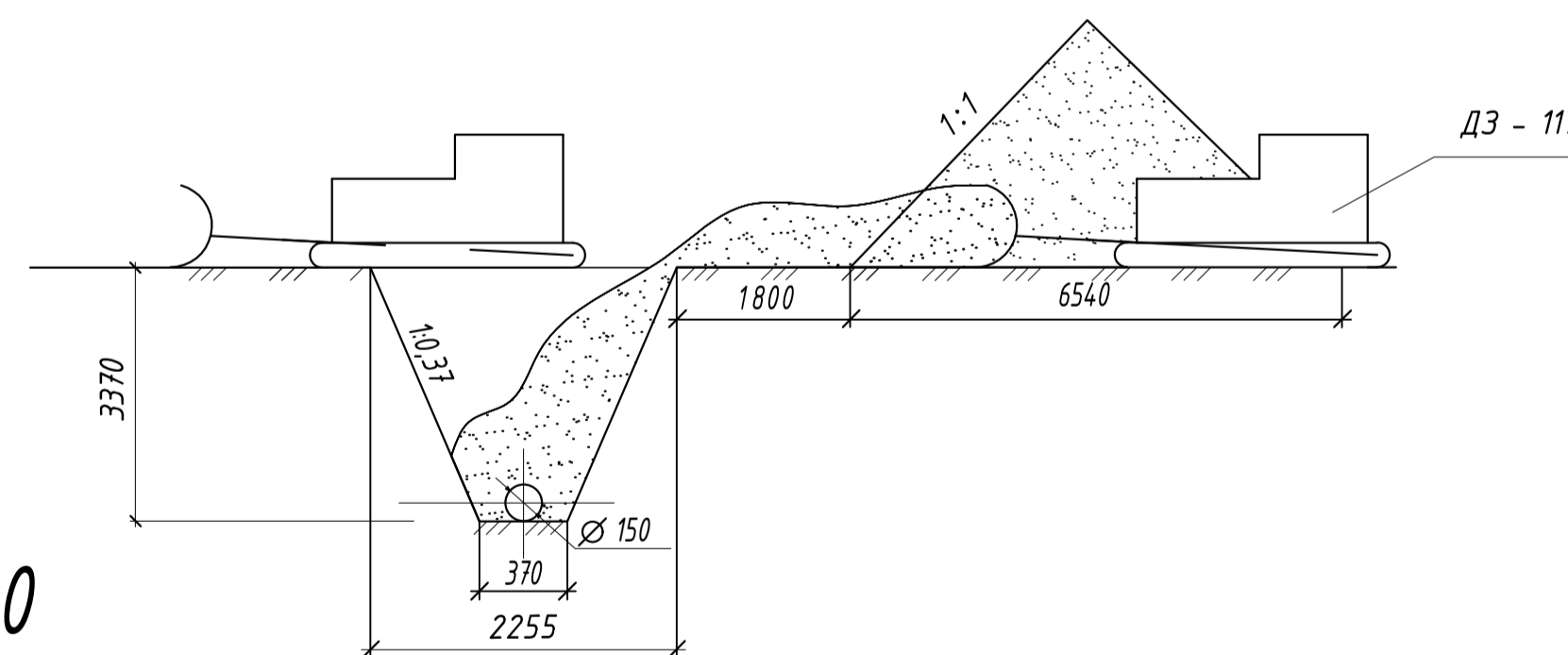
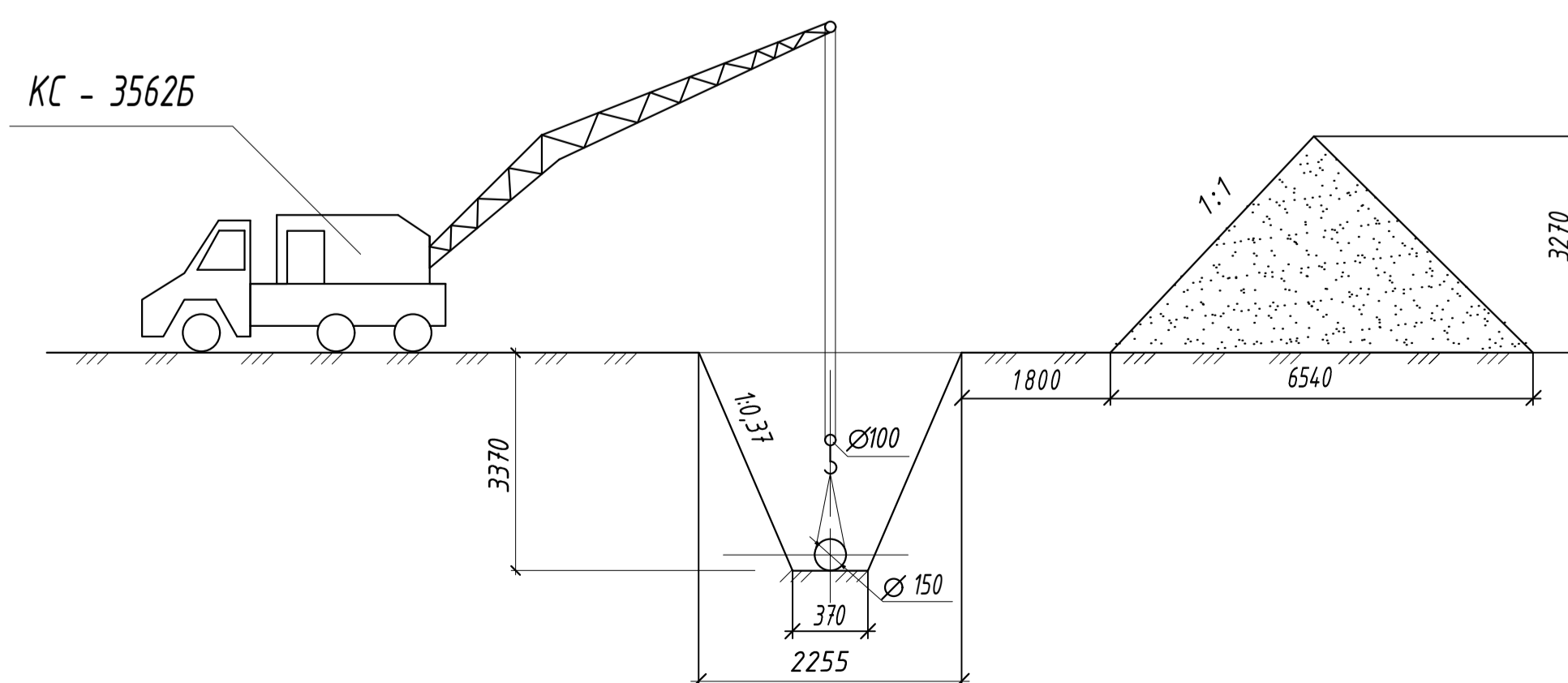


Схема укладки труб автокраном. М1:100



## Спецификация

№	Наименование	Марка, ГОСТ	Кол-во	Прим.
1	Труба чугунная d=150мм	6942-80	64	Масса 163 кг
2	Экскаватор обратная лопата	ЭО-4121А	1	Vк=0,65
3	Автосамосвал	КАМАЗ - 5511	1	Грузоз. 10т
4	Бульдозер	ДЗ - 117	1	Баз.трак. Т-130М-Г.1
5	Кран	КС - 3562Б	1	Грузоз. 10т

БР 20.03.02.06 - 2018				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.
Разраб.	Асманова Ю.М.			Дата
Проверил	Приймак Л.В.			
Контроль	Приймак Л.В.			
Водоснабжение и водоотведение поселка			Стадия	Лист
			5	6
Схема производства работ по прокладке чугунного трубопровода. Схема разработки траншеи экскаватором с обратной лопатой. Схема укладки труб автокраном. Схема засыпки траншеи бульдозером.				
Зав.каф.	Сакаш Г.В.			



