

## РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект  
(наименование вида работы)

Зенюкова Сергей Евгеньевича

(Ф.И.О. обучающегося)

6В04302 - Строительная инженерия  
(шифр и наименование ОП)

На тему: Водоснабжение населенного пункта

из подземного источника производительностью 100 м<sup>3</sup>/сут

Выполнено:

а) графическая часть на 5 листах

б) пояснительная записка на 15 страницах

### ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В дипломном проекте раскисн выполнен  
в полном объеме согласно заданию.  
Раскисн по водоснабжению населенного  
пункта из подземного источника выпол-  
нен, согласно сокращенным требованиям.  
Использованы компьютерные программы  
при выполнении дипломного проекта

Замечания: Раскисн по выбору  
названного оборудования освещен  
не полностью

### Оценка работы

Дипломный проект оценивается по  
рейтинговой системе - 5 баллов - оценка 5  
а дипломант Зенюков С.В. присвоение  
квалификации бакалавра специальности  
6В04302 "Строительная инженерия"

### Рецензент

от. крен.

(должность, уч. степень, звание)

Григорьев

(подпись)

Ф. И. О. Григорьев Г.Г.

« 2 » июня

2024г.

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломный проект  
(наименование вида работы)  
Зенюкова Сергей Евгеньевича  
(Ф.И.О. обучающегося)  
6В07302 - Строительная инженерия  
(шифр и наименование ОП)

Тема: Водоснабжение каменного пункта  
из подземного источника производительностью 100 м<sup>3</sup>/сут

Проект выполнен по заданию руководителя и  
согласно требованиям Высшей школы образования.  
Тема на актуальную тему решение вопроса  
с водоснабжением в поселках, выбран  
на основе анализа источников водоснабжения,  
схема подготовки питьевой воды. Расчеты  
в дипломном проекте выполнены в  
полном объеме, согласно цели дипломного  
проекта. Имеется графическая часть на  
которой отражены конструкции расчетных  
сооружений, имеются разделы по ТСП и Экономика

Дипломный проект оценивается на 95 баллов  
оценка - 5, а дипломант Зенюков С. присвоены  
квалификацию бакалавра по ОП 6В07302  
«Строительная инженерия»

Научный руководитель

К.Т.Н. асаул. прор

(должность, уч. степень, звание)

С.С.

(подпись)

Ф. И. О. Сергоров Н. В.

« 1 » июля 2024 г.

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Зенюков Сергей

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Водоснабжение населенного пункта из подземного источника производительностью 100м<sup>3</sup>/сут

Научный руководитель: Наталья Сидорова

Коэффициент Подобия 1: 16.2

Коэффициент Подобия 2: 2.1

Микропробелы: 20

Знаки из здругих алфавитов: 2

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 30.05.2022.

проверяющий эксперт

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Зенюков Сергей

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Водоснабжение населенного пункта из подземного источника производительностью 100м<sup>3</sup>/сут

Научный руководитель: Наталья Сидорова

Коэффициент Подобия 1: 16.2

Коэффициент Подобия 2: 2.1

Микропробелы: 20

Знаки из других алфавитов: 2

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 30.05.24

Заведующий кафедрой



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті  
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

**Автор: Зенюков Сергей**

**Тақырыбы: Дипломная работа**

**Жетекшісі: Наталья Сидирова**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 16.2**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.1**

**Дәйексөз (35): 0.3**

**Әріптерді ауыстыру: 2**

**Аралықтар: 0**

**Шағын кеңістіктер: 20**

**Ақ белгілер: 0**

**Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :**

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

**Негіздеме:**

Күні

30.05.24

Кафедра меңгерушісі



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет им.К.И.Сатпаева»

Институт Архитектуры и Строительства имени Т.К. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

6B07302 – Строительная инженерия

Зенюков Сергей Евгеньевич

«Водоснабжение населенного пункта из подземного источника  
производительностью 100 м<sup>3</sup>/сут»

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к дипломному проекту

6B07302 – Строительная инженерия

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет им.К.И. Сатпаева»

Институт Архитектуры и Строительства имени Т.К. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедры  
Инженерные системы и сети  
канд. техн. наук, ассоц. проф.  
Алимова К.К.

«27» 05 2024г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к дипломному проекту

«Водоснабжение населенного пункта из подземного источника производительностью 100  
м<sup>3</sup>/сут»

6B07302 – Строительная инженерия

Выполнил



Зенюков С.Е.

Рецензент

Возмурина Т.А.  
Т.А.  
подпись Ф.И.О.

Руководитель

канд. техн. наук, ассоц. проф.  
Сидорова Н.В.  
«28» 05 2024

«31» 05 2024 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет им.К.И.Сатпаева»

Институт Архитектуры и Строительства имени Т.К. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

6В07302 – Строительная инженерия

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедры  
Инженерные системы и сети  
канд. техн. наук, ассоц. проф.  
*Алимова К.К.*  
«22» 01 2024г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломного проекта**

Обучающемуся: Зенюков Сергей Евгеньевич  
Тема: «Водоснабжение населенного пункта из подземного источника производительностью 100 м<sup>3</sup>/сут»  
Утверждена приказом Проректора АВ университета №548-П/Ө от «4» декабря 2023г.  
Срок сдачи законченной работы: «3» мая 2024 г.  
Исходные данные к дипломному проекту: характеристика поселка Жармас и его климат, число жителей, концентрация загрязняющих веществ  
Перечень подлежащих разработке вопросов:  
а) основная часть;  
б) технология строительного производства;  
в) экономическая часть.  
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):  
1) Генплан поселка; 2) Геолого – технические данные; 3) Схема водоснабжения населенного пункта; 4) Схема умягчителя; 5) Календарный план производства работ.  
Рекомендуемая основная литература: из 10 наименований






**ГРАФИК**  
подготовки дипломного проекта

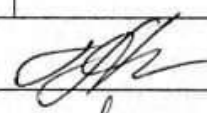
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Основная часть	22.01.2024	выполнено
	31.03.2024	
Технология строительного производства	01.04.2024	выполнено
	15.04.2024	
Экономическая часть	16.04.2024	выполнено
	29.04.2024	

**Подписи**


консультантов и нормоконтролера на законченную дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Технология строительного производства	Н.В. Сидорова, канд. техн. наук, ассоц. проф.	19.04.2024	
Экономика	Н.В. Сидорова, канд. техн. наук, ассоц. проф.	30.04.2024	
Нормоконтролер	А.Н. Хойшиев, канд. техн. наук, ассоц. проф.	24.05.2024	

Руководитель

 Сидорова Н.В.

Задание принял к исполнению обучающийся

 Зенуков С.Е.

Дата

«25» 01. 2024 г.

## **АННОТАЦИЯ**

В данном дипломном проекте разработана схема водоснабжения поселка "Жартаc" из подземного источника. Рассматриваются гидрогеологические условия района, характеристики подземных водоносных горизонтов, методы добычи, очистки и подготовки питьевой воды. Анализируются нормативные документы и стандарты, регулирующие водоснабжение.

Описание технологии прокладки водопроводных сетей, сооружения водонапорных башен и резервуаров. Особое внимание уделено современным технологиям и материалам.

Выполняется расчет капитальных и эксплуатационных затрат и анализ экономической эффективности проекта.

## **АНДАТПА**

Бұл дипломдық жобада "Жартаc" елді мекенін жерасты көзінен сумен жабдықтау схемасы әзірленген. Жобада ауданның гидрогеологиялық жағдайлары, жерасты су қабаттарының сипаттамалары, ауыз суды алу, тазалау және дайындау әдістері қарастырылады. Сумен жабдықтауды реттейтін нормативтік құжаттар мен стандарттар талданады.

Жобада су құбыры желілерін төсеу, су мұнаралары мен резервуарларды салу технологиясы сипатталған, қазіргі заманғы технологиялар мен материалдарға ерекше назар аударылады.

Жоба аясында капиталдық және эксплуатациялық шығындарды есептеу және жобаның экономикалық тиімділігін талдау жүргізіледі.

## **ABSTRACT**

This thesis project develops a water supply scheme for the settlement "Zharktas" from an underground source. It examines the hydrogeological conditions of the area, the characteristics of underground aquifers, and the methods of extraction, purification, and treatment of drinking water. Regulatory documents and standards governing water supply are analyzed.

The project describes the technology for laying water supply networks, constructing water towers, and reservoirs, with special attention given to modern technologies and materials.

The project includes calculations of capital and operational costs and an analysis of the project's economic efficiency.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	7
1 Основная часть	8
1.1 Определение расчетных расходов воды	8
1.1.1 Расчет хозяйственно – питьевого водопотребления	8
1.1.2 Расход воды на поливку улиц и зеленых насаждений	10
1.1.3 Расход воды на нужды местной промышленности	10
1.1.4 Суммарное суточное водопотребление	11
1.1.5 Расход воды на пожаротушение	11
1.1.6 Расход воды на собственные нужды системы водоснабжения	12
1.1.7 Расчет расходов воды на участках водопроводной сети	13
1.1.8 Гидравлический расчет участков водопроводной сети	13
1.2 Расчет водозабора из подземного источника	14
1.2.1 Определение категории водозабора	14
1.2.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения	14
1.2.3 Расчет скважины	14
1.2.4 Подбор фильтра	16
1.2.5 Расчет депрессивного влияния	16
1.3 Расчет и проектирование насосных станций	17
1.3.1 Определение объема резервуара чистой воды	17
1.3.2 Определение требуемого напора насосов	18
1.3.3 Подбор насосов	20
1.4 Расчет водопроводных очистных сооружений	21
1.4.1 Выбор источника хозяйственно – питьевого водоснабжения	21
1.4.2 Сооружения для очистки воды	21
1.4.3 Принцип действия умягчителя	22
1.4.4 Расчет очистных сооружений	22
2 Технология строительного производства	23
2.1 Определение объемов земляных работ	23
2.2 Определение объема земли, подлежащей вызову в отвал за пределы строительства	27
2.3 Методика выбора экскаватора для отрывки траншеи	28
2.4 Выбор механизма для обратной засыпки траншеи и ее планирования	30
2.5 Определение технико – экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин	31
2.6 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопроводов	33
3 Экономическая часть	35
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	37
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b>	38
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	39

## ВВЕДЕНИЕ

Исследование и обеспечение водоснабжения населенных пунктов является важным аспектом развития современных городов и сельских территорий. С увеличением численности населения, расширением территории городов и ростом потребностей в воде возрастает необходимость в эффективной системе водоснабжения. Качественная система водоснабжения не только удовлетворяет основные потребности населения в питьевой воде, но и способствует улучшению санитарных условий, предотвращению распространения заболеваний и улучшению общего качества жизни.

С увеличением численности населения и урбанизацией, нагрузка на существующие системы водоснабжения значительно возрастает. В то же время, изменения в климатических условиях, такие как увеличение частоты засух и изменение сезонных осадков, усложняют задачи по обеспечению населения водой. Рост загрязнения окружающей среды, особенно поверхностных водоемов, также представляет серьёзную угрозу для качества водоснабжения. Эти внешние факторы вынуждают искать новые источники воды и разрабатывать уникальные подходы к управлению водными ресурсами.

Одним из потенциальных и перспективных источников воды для водоснабжения населенных пунктов являются подземные водоносные горизонты. Эти источники обладают рядом значительных преимуществ по сравнению с поверхностными водоемами. Во-первых, подземные воды менее подвержены загрязнению, так как они защищены от прямого воздействия внешней среды. Во-вторых, подземные водоносные горизонты имеют более стабильные гидрологические характеристики, что позволяет обеспечить более надежное и постоянное снабжение водой в течение всего года.

Однако использование подземных источников для водоснабжения населенных пунктов требует учета ряда важных факторов. Технические аспекты включают в себя методы бурения скважин, технологию добычи и очистки воды, а также необходимость поддержания работоспособности водозаборных сооружений. Экономические аспекты связаны с оценкой стоимости строительства и эксплуатации систем водоснабжения, а также анализом экономической эффективности таких проектов. Экологические факторы включают в себя оценку воздействия на окружающую среду, необходимость охраны водоносных горизонтов от истощения и загрязнения, а также соблюдение нормативных требований и стандартов.

## 1 Основная часть

### 1.1 Определение расчетных расходов воды

Определение расчетных расходов воды – это процесс оценки количества воды, необходимого для удовлетворения потребностей определенной группы пользователей или обеспечения определенного объекта. Эти расходы могут включать в себя потребление воды для бытовых нужд, производства, сельского хозяйства, а также для других целей.

Определение расчетных расходов воды включает в себя анализ факторов, таких как численность населения, промышленные процессы, климатические условия и технологические потребности. При этом учитываются как текущие потребности, так и прогнозируемый рост.

Оценка расчетных расходов воды имеет важное значение при планировании инфраструктуры водоснабжения и может служить основой для разработки эффективных систем управления водными ресурсами.

#### 1.1.1 Расчёт хозяйственно-питьевого водопотребления

Расчетный (средний за год) суточный расход воды на хозяйственно - питьевые нужды в населенном пункте определяется по формуле

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

где  $q_{\text{ж}}$  – удельное водопотребление, л/сут на 1 жителя, принимается в соответствии с таблицей 1.1 (или по исходным данным задания);

$N_{\text{ж}}$  – расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства, чел.

При проектировании новых и (или) реконструкции существующих систем водоснабжения рекомендуется принимать нормы водопотребления, установленные и утверждённые СН РК 4.01-01-2011 на основании измерений и анализа фактических удельных расходов.

Согласно требованиям СН РК 4.01-03-2013 удельное водопотребление охватывает использование воды для хозяйственно-питьевых и бытовых нужд в общественных зданиях, в соответствии с классификацией, принятой в СН РК 3.02-108-2013 Однако следует отметить, что в данном контексте не включаются расходы воды для домов отдыха, санитарно-туристских комплексов и детских оздоровительных лагерей, для которых применяются соответствующие нормы из СН РК 4.01-01-2011. и технических характеристик. Расчет числа жителей осуществляется с учетом плотности населения и общей площади объекта водоснабжения. Расчет численности населения произведен в таблице А.1

Расчетный (средний за год) суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{905 \cdot 70}{1000} = 63,35 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

Суточное потребление воды может колебаться в зависимости от различных условий (климат, время года и т.п.). Система водоснабжения должна быть рассчитана на максимальный суточный расход воды, равный:

$$Q_{\text{сутмакс}} = Q_{\text{сут}} \cdot K_{\text{сутмакс}} \quad (1.2)$$

$$Q_{\text{сутмакс}} = 63,35 \cdot 1,22 = 77,28 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

где  $K_{\text{макссут}}$  – максимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели и т. д., принимается равным 1,1 - 1,3 согласно СН РК 4.01-03-2013

Расчетный часовой расход воды определяется по формуле:

$$q_{\text{max}} = K_{\text{ч.макс}} \cdot \frac{Q_{\text{макссут}}}{24} \quad (1.3)$$

где  $K_{\text{ч.макс}}$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления, определяемый из выражения:  $K_{\text{ч.макс}} = \alpha_{\text{макс}} \cdot \beta_{\text{макс}}$  ( $\alpha_{\text{макс}} = 1,2-1,4$ ) – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия;

$\beta_{\text{макс}}$  – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимаемый по СН РК 4.01-03-2013

$$K_{\text{ч.макс}} = 1,4 \cdot 1,2 = 1,68$$

$$q_{\text{max}} = 1,68 \cdot \frac{77,28}{24} = 5,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

В зависимости от максимального коэффициента часовой неравномерности  $K_{\text{ч.макс}}$  определяется процентное распределение суточного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населения.

### 1.1.2 Расход воды на поливку улиц и зеленых насаждений

Затраты на поливку воды в населенных пунктах согласно СН РК 4.01-03-2013 зависят от разных факторов, таких как тип покрытия, способ поливки, вид растений, местные климатические условия и другие. Эти затраты учитываются с учетом конкретных норм расхода воды.

Можно рассчитать затраты воды на поливку улиц и зеленых насаждений, если известны площади территорий, которые нужно поливать, в процентах от общей застройки города, а также тип территории или стандартный расход воды на поливку (в литрах на квадратный метр).

Для этого расчета нужно знать площадь улиц, проездов и зеленых насаждений, которые нужно поливать. Стандартные расходы воды на поливку принимаются в соответствии с таблицей 3 СН РК 4.01-03-2013 Затраты воды на поливку территории поселка учитываются в целом, на каждого жителя. Согласно СН РК 4.01-03-2013 норма расхода на поливку составляет 40 литр в день на одного человека:

$$Q_{\text{пол}} = q_{\text{уд}} \cdot \frac{N}{1000} = 40 \cdot \frac{905}{1000} = 36,2 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} \quad (1.4)$$

Часы полива не должны совпадать с часами максимального водопотребления или образовывать их.

Машинное поливание (60%) включает в себя использование специальных поливочных машин, которые расходуют 21,7 кубических метров воды в сутки. Этот процесс осуществляется в течение 4 часов ночью (с 0:00 до 4:00), что составляет 0,9 кубических метров в час.

Ручное поливание (40%) выполняется дворниками в течение рабочего дня, в период наименьшего потребления воды. При этом расход составляет =14,5 кубических метров воды в сутки. Этот процесс осуществляется с 14:00 до 18:00, что соответствует 0,6 кубическим метрам в час.

Расход воды для поливки, в зависимости от времени суток, распределяется равномерно в течение суток.

### 1.1.3 Расход воды на нужды местной промышленности

Согласно СП 31.13330.2012, при отсутствии фактических данных, количество воды на нужды местной промышленности, обеспечивающей население продуктами принято в размере 20 от расчетного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населения в сутки наибольшего водопотребления  $Q_{\text{maxсут}}$ .

$$Q_{\text{м.п}} = 0,2 \cdot Q_{\text{maxсут}} = 0,2 \cdot 77,28 = 15,4 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} \quad (1.5)$$

Часовой расход воды на нужды местной промышленности с учётом режима водопотребления составит  $18,6 : 12 = 1,28 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

#### 1.1.4 Суммарное суточное водопотребление

Суммарное суточное водопотребление дано в таблице А.2 определено с учётом расходов воды

Суммарный суточный расход воды населенным пунктом  $Q_{\text{сум}}$  составляет  $98,11 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

#### 1.1.5 Расход воды на пожаротушение

В соответствии с СН РК 4.01-03-2013 требования по обеспечению пожарной безопасности, источникам пожарного водоснабжения, расчетным расходам воды на тушение пожаров, предполагаемому количеству одновременных пожаров, минимальным напорам внешних сетей водопровода, размещению пожарных гидрантов в сети, а также категории пожароопасности зданий, сооружений, конструкций и помещений следует определять согласно СП РК 2.02-101-2022.

На основе численности населения принято, что каждый пожар потребует 10 литров воды в секунду на тушение.

В соответствии с СН РК 4.01-03-2013, требования к обеспечению пожарной безопасности, источникам пожарного водоснабжения, расчетным расходам воды на тушение пожаров, предполагаемому количеству одновременных пожаров, минимальным напорам внешних сетей водопровода, размещению пожарных гидрантов в сети и категории пожароопасности зданий, сооружений, конструкций и помещений должны определяться в соответствии СП РК 2.02-101-2022.

На основе численности населения принято, что каждый пожар потребует 10 литров воды в секунду для тушения.

Расход воды на пожаротушение:

$$Q_{\text{пож}} = 3600 \cdot q \cdot t \cdot n, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \quad (1.6)$$

где  $q$ - норма воды на пожаротушение, л/с  
 $n$ - число одновременных пожаров.



$$Q_{\text{пож}} = 3600 \cdot 0,01 \cdot 1 \cdot 1 = 36 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

В населенных пунктах обычно используется противопожарный водопровод, который обычно объединен с водопроводом для хозяйственно-питьевых или производственных нужд. Согласно нормативным документам, внешнее противопожарное водоснабжение может осуществляться из резервуаров для населения до 5 тысяч человек.

Принято иметь два пожарных резервуара. В каждом из них содержится 50% необходимого объема воды для пожаротушения. Для установки этих резервуаров приняты два узла с объемом 20 м<sup>3</sup> каждый.

### 1.1.6 Расход воды на собственные нужды системы водоснабжения

Расход воды на собственные нужды системы водоснабжения составляет 20% от общего расхода воды населенным пунктом:

$$Q_{\text{с.н.}} = 20\% \cdot Q_{\text{сум}} = 0,2 \cdot 98,11 = 19,62 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} \quad (1.7)$$

### 1.1.7 Расчет расходов воды на участках водопроводной сети

Характеристики работы системы подачи и распределения воды определяются изменениями в водопотреблении в течение суток, вероятностью возникновения пожара в периоды пикового потребления, а также характером и структурой принятой системы водоснабжения населенного пункта.

Основными сценариями работы сети являются: максимальный водоразбор (максимальное потребление воды за час) и максимальный водоразбор в случае пожара (максимальное потребление воды в час, учитывая дополнительное расходование для тушения пожара).

Удельный расход воды определяется по формуле

$$q_{\text{уд}} = \frac{Q_{\text{расч}}}{\Sigma l}, \frac{\text{л}}{\text{с}} \text{ на } 1 \text{ м} \quad (1.8)$$

где  $Q_{\text{расч}}$  – общий расход воды городом в расчетный час, л/с;

$\Sigma l$  – суммарная длина, м

$$q_{\text{уд}} = \frac{19,1}{7575} = 0,0025 \frac{\text{л}}{\text{с}} \text{ на } 1 \text{ м}$$

Путевые отборы воды на каждом участке сети:

$$q_{ni-k} = q_{уд} \cdot l_{i-k}, \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

где  $l_{i-k}$  – длина участка i-k, м.

Узловой отбор равен полу сумме путевых отборов всех участков, примыкающих к данному узлу:

Для узла кольцевой сети, к которому два (и более) участка, узловой отбор равен полу сумме путевых отборов  $q_n$ , л/с, всех участков, примыкающих к узлу:

$$q_{уз} = 0,5 \cdot \sum_{\text{узла}} q_n, \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Путевые и узловые отборы, полученные в результате расчетов приведены в таблицах А.3 и А.4

### **1.1.8 Гидравлический расчёт участков водопроводной сети**

Гидравлический расчет водопроводной системы направлен на определение оптимальных диаметров труб, достаточных для обеспечения нужного потока воды и на установление потерь напора в системе. Эти параметры необходимы для правильной работы насосов и высоты водонапорной башни. Гидравлическая увязка водопроводной сети представлена в таблице А.5 Для подбора диаметра труб, уклона и скорости потока воды использовались данные из таблиц Шевелева Ф. А.

## **1.2 Расчет водозабора из подземного источника**

### **1.2.1 Определение категории водозабора**

Согласно СН РК 4.01-03-2013, выбор типа и схемы размещения водозаборных сооружений должен осуществляться с учетом геологических, гидрогеологических и санитарных особенностей района.

Категория водозаборов, определенная по численности населенного пункта, классифицируется как 2-я по надежности.

Максимально допустимое снижение подачи воды на бытовые и питьевые нужды составляет 30%, а максимальная продолжительность снижения подачи - 10 суток. Прерывание или снижение подачи воды до установленного предела допускается в случае отключения основных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 часов. Общий суточный расход воды составляет 98,11 м<sup>3</sup>/сут.

## 1.2.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения

При проектировании подземных водозаборных сооружений, в данном случае скважины, основными параметрами являются глубина залегания водоносного пласта (в данном случае равна 150 м), мощность водоносного пласта (27 м, что превышает 25 м), и коэффициент фильтрации (12 м/сут). В соответствии с этими данными, предполагается использовать роторный способ бурения для создания скважины.

Роторный способ бурения заключается в использовании специального инструмента, который вращается вокруг своей оси и одновременно создает вертикальную нагрузку за счет веса бурового снаряда.

## 1.2.3 Расчет скважины

Расчет скважины начинается с определения притока воды к скважине – дебита, который определяется по формуле:

$$Q_c = \frac{2.73 \cdot K_\phi \cdot m \cdot S}{\lg \frac{R}{r}}, \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} \quad (1.9)$$

где  $K_\phi$  – коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут;

$m$  – мощность водоносного пласта, м;

$R$  и  $r$  – соответственно радиус влияния депрессионной воронки и радиус скважины, м.

$S$  – принимается в размере 9% от мощности водоносного пласта

$$Q_c = \frac{2.73 \cdot 12 \cdot 27 \cdot 4,05}{\lg \frac{400}{0,05}} = 918,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Количество скважин:

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_c} \quad (1.10)$$

где  $Q_{\text{общ}}$  – общий расход  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;

$Q_c$  – дебит скважины,  $\text{м}^3/\text{сут}$ .

$$n = \frac{98,1}{918,5} = 0,1 = 1 \text{ скважина}$$

Для обеспечения поселка требуемым количеством воды проектируем две рабочих скважины, одну резервную и одну проектируемую скважину.

Диаметр фильтра определяется по формуле

$$D_{\phi} = \frac{Q_{max}}{\pi \cdot l_{\phi} \cdot V_{\phi}}, \text{ м} \quad (1.11)$$

где  $Q_{max}$  – подача насоса, м<sup>3</sup>/сут;

$l_{\phi}$  – длина рабочей водоприемной части фильтра, в пластах с мощностью более 10 м  $l_{\phi}$  принимается равной  $(0,5-0,8) \cdot m$ , м.

$$l_{\phi} = 0,8 \cdot 27 = 21,6 \text{ м}$$

где  $V_{\phi}$  – скорость фильтрации, м/с.

Скорость фильтрации определяется по формуле

$$V_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[2]{K_{\phi}} = 65 \cdot \sqrt[2]{12} = 225,1 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} \quad (1.12)$$

$$D_{\phi} = \frac{80}{3,14 \cdot 21,6 \cdot 225,1} = 0,005 \text{ м}$$

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных:

$$D_{\text{э}} = D_{\phi} + 50 = 5 + 50 = 55 \text{ мм} \quad (1.13)$$

$$D_{\text{э}} = D_{\phi} + 50 = 5 + 50 = 55 \text{ мм}$$

где  $D_{\phi}$  – диаметр фильтра, мм.

Внутренний диаметр направляющей трубы:

$$D_{\text{н}} = D_{\text{э}} + 100 = 55 + 100 = 155 \text{ мм} \quad (1.14)$$

где  $D_{\text{э}}$  – диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм.

Диаметр забоя определяется по формуле

$$D_{\text{з}} = \frac{D_{\phi}}{3} = \frac{50}{3} = 16,6 \text{ мм} \quad (1.15)$$

Принят насос типа ЭЦВ 8-65-125. Насос устанавливается в скважине ниже уровня воды и соединяется с сетью с помощью труб  $\text{Ø} 65$  мм. Трубы

соединяются с помощью фланцев. Подача насоса – 65 м<sup>3</sup>/ч, напор насоса – 125 м, вес агрегата – 177 кг, мощность – 33 кВт.

#### 1.2.4 Подбор фильтра

Фильтр, установленный на опорных каркасах, выполнен в виде трубчатого с круглой перфорацией. Изготовлен из металлических труб. Сквозность каркаса фильтра составляет 20-25%. Диаметр отверстий в каркасе определяется размерами основных фракций породы или обсыпки. В качестве засыпки пространства между трубами фильтра используется гравий размером 5 мм. Засыпка выполняется одним слоем толщиной 50 мм.

#### 1.2.5 Расчет депрессионного влияния

При понижении в первой скважине уровня воды на  $S_1$ , во второй скважине происходит срезка уровня  $t_{2.1}$ . Аналогично, при понижении уровня воды во второй скважине. Расположение скважин определено с учётом степени взаимного влияния.

$$\beta = \frac{Q'_1}{Q} = \frac{0.009}{0.01} = 0.9 \quad (1.16)$$

где  $Q'_1$  – расход первой скважины, при понижении уровня воды на  $S_1$ .  
Расход  $Q'_1$  определён по формуле

$$Q'_1 = Q_1 \cdot \left(1 - \frac{t_{1.2}}{S_1}\right) = 0.01 \cdot \left(1 - \frac{0.15}{3.15}\right) = \frac{0.009 \text{ м}^3}{\text{с}} \quad (1.17)$$

### 1.3 Расчет и проектирование насосных станций

#### 1.3.1 Определение объема резервуара чистой воды

Для обеспечения непрерывного водоснабжения потребителей в системе водоснабжения используются такие сооружения, как водонапорная башня. Это сооружения поможет сгладить различия в режимах подачи и потребления воды между насосными станциями и потребителями, а также обеспечивают необходимые напоры.

Водонапорная башня - это сооружение, предназначенное для хранения и распределения воды в системе водоснабжения. Вот основные характеристики и функции напорной башни:

Хранение воды: Основная функция водонапорной башни заключается в том, чтобы накапливать воду, поднятую на высоту, и обеспечивать ее хранение до момента использования.

Создание давления: За счет высоты, на которой находится водонапорная башня, создается гидростатическое давление, которое обеспечивает непрерывный поток воды по всей системе водоснабжения.

Стабилизация давления: Водонапорные башни также помогают стабилизировать давление в системе водоснабжения. Они компенсируют временные изменения потребления воды, поддерживая постоянное давление даже при скачках расхода.

Регулирование потока воды: В некоторых случаях водонапорная башня может быть оборудована специальными клапанами или насосами, которые позволяют регулировать поток воды в системе, например, в зависимости от времени суток или пика потребления.

Водонапорные башни являются важным элементом системы водоснабжения, обеспечивая стабильное и надежное водоснабжение для жилых домов, коммерческих объектов, промышленных предприятий и других

Объем резервуара чистой воды системы объединённого хозяйственно питьевого и противопожарного определен по формуле

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{соб.н}} + W_{\text{пож}} \quad (1.18)$$

где  $W_{\text{рег}}$  – регулирующий объем воды в резервуаре, м<sup>3</sup>;

$W_{\text{пож}}$  – неприкосновенный запас воды на тушение пожара, м<sup>3</sup>;

$W_{\text{соб.н}}$  – объем воды на собственные нужды станции, м<sup>3</sup>.

Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды приведен в таблице А.6.

Объем регулирующей емкости резервуара определяется по формуле:

$$W_{\text{рег}} = \frac{9,96 \cdot 869,27}{100} = 86,5 \text{ м}^3 \quad (1.19)$$

Объем воды на наружное пожаротушение определен с учётом численности населения (п. 1.6) и составляет 108 м<sup>3</sup>.

Объем воды на собственные нужды системы водоснабжения составляет 14% от  $Q_{\text{сут.макс}}$ :  $0,14 \cdot Q_{\text{сут.макс}} = 0,14 \cdot 675,27 = 94,53 \text{ м}^3$

Полный объем резервуаров чистой воды:

$$W_{\text{рчв}} = 86,5 + 108 + 94,53 = 289,03$$

Размеры типового резервуара – 10 × 10 × 3м.

### 1.3.2 Определение требуемого напора насосов

Расчетные расходы всасывающих и напорных линий определены из условия одинакового распределения подаваемой воды по трубопроводам:

– для всасывающего трубопровода:

$$Q_{p.вс} = \frac{Q_{ис}}{3600} \cdot (n_{вс} - 1) = \frac{553,5}{3600} \cdot (2 - 1) = \frac{0,15 \text{ м}^3}{с} \quad (1.20)$$

– для напорного трубопровода:

$$Q_{p.н} = \frac{Q_{ис}}{3600} \cdot n_{н} = \frac{553,5}{3600} \cdot 2 = \frac{0,3 \text{ м}^3}{с} \quad (1.21)$$

где  $n_{вс}$  и  $n_{н}$  – число всасывающих и напорных линий соответственно.

Согласно СН РК 4.01-03-2013, насосные станции, включая пожарные, должны иметь не менее двух всасывающих линий, независимо от количества установленных насосов и их групп. В случае выключения одной линии оставшиеся должны быть способны пропускать полный расчетный расход для насосных станций I и II категорий и 70% расчетного расхода для станций III категории.

Для определения количества водоводов необходимо провести расчеты для пропуска требуемого расхода. В любом случае число напорных водоводов должно быть не менее двух ( $n_{н} = 2$ ). Количество всасывающих трубопроводов ( $n_{вс}$ ) должно соответствовать числу рабочих насосов.

Рекомендуется использование стальных труб для всасывающих трубопроводов.

-диаметр всасывающего трубопровода:

$$D_{вс} = \left( \frac{4 \cdot Q_{p.вс}}{\pi \cdot v_{вс}} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( \frac{4 \cdot 0,15}{3,14 \cdot 1} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,4 \text{ м} = 400 \text{ мм} \quad (1.22)$$

-диаметр напорного трубопровода

$$D_{н} = \left( \frac{4 \cdot Q_{p.н}}{\pi \cdot v_{н}} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( \frac{4 \cdot 0,3}{3,14 \cdot 2} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,4 \text{ м} = 400 \text{ мм} \quad (1.23)$$

где  $v_{вс}$  и  $v_{н}$  – скорости движения воды в трубопроводах насосных станций, м/с (предварительное значение скоростей на всасывающих и напорных трубопроводах приняли равными:  $v_{вс} = 1,0$  м/с,  $v_{н} = 2,0$  м/с).

Полный рабочий напор насоса:

$$H_H = H_\Gamma + h_{w.вс} + h_{w.н} \quad (1.24)$$

где  $H_\Gamma$  – геометрическая высота подъема воды, м;

$h_{w.вс}$  – потери напора на всасывающем трубопроводе, м;

$h_{w.н}$  – потери напора в напорном трубопроводе от насосной станции до водонапорной башни, м.

Геометрическая высота подъема воды:

$$H_\Gamma = H_Z = 9,2 \text{ м}$$

где  $H_Z$  – разность отметок поверхности земли у диктующей точки  $Z_{д.т.и}$  расчетного (пожарного) уровня в резервуаре чистой воды  $Z_{прчвм.}$ :

$$H_Z = Z_{д.т.} - z_{п} \quad (1.25)$$

$$H_Z = 425,0 - 415,8 = 9,2 \text{ м.}$$

Потери напора:

-на всасывающем трубопроводе:

$$h_{w.вс.} = h_w \cdot S_{0.н} \cdot Q_{р.н.}^2 + h_{k.вс} = 1,907 \cdot 10^{-7} \cdot 30 \cdot 0,3^2 + 1,5 = 1,5 \text{ м} \quad (1.26)$$

-в напорном трубопроводе

$$h_{w.н.} = h_{w.вс} \cdot S_{0.н} \cdot L_{вс} \cdot Q_{р.н.}^2 + h_{k.н} = \quad (1.27)$$

$$= 6,959 \cdot 10^{-6} \cdot 650 \cdot 0,3^2 + 2 = 2 \text{ м}$$

$$H_H = 9,2 + 1,5 + 2 = 12,7 \text{ м.}$$

Полная высота подъема насосов определяется по формуле:

$$H_{п} = H_H + H_{св} = 12,7 + 14 = 26,7 \text{ м.} \quad (1.28)$$

где  $H_{св}$  – требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке, м.

Согласно СН РК 4.01-03-2013, минимальный свободный напор в водопроводной сети населенного пункта при максимальном потреблении питьевой воды в зданиях над уровнем земли должен быть не менее 10 м для одноэтажных зданий, с увеличением на 4 м на каждый этаж при многоэтажной застройке. В часы минимального потребления воды допустимый напор на этаж,



исключая первый, составляет 3 м, с предварительной подачей в емкость для хранения.

Для многоэтажных зданий, расположенных в районах с низкой застройкой или на высоких участках, допускается установка локальных насосных станций для увеличения напора.

Свободный напор у водоразборных колонок должен быть не менее 10 м. Требуемый свободный напор над уровнем земли в ключевых точках определяется по следующей формуле:

$$H_{\text{св}} = 4 \cdot (n - 1) + 10 = 4 \cdot (2 - 1) + 10 = 14 \text{ м.}$$

где  $n$  – этажность жилой застройки.

### **1.3.3 Подбор насосов**

Насосы на насосной станции II подъема, как правило, работают совместно, в параллельном режиме подачи воды в водовод, т.е. несколько насосов подают воду в одну систему. Подбор марки насосов производится по требуемым подаче  $Q_{\text{н}} = 29 \text{ м}^3/\text{ч}$  и напору  $H_{\text{н}} = 26,7 \text{ м}$ .

Приняты 2 рабочих и 1 резервный насосы WILO Economy CO-4 MHI 1604N/ER-EB со следующими техническими характеристиками:

- подача –  $31,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- напор –  $33,7 \text{ м}$ ;
- частота оборотов –  $2900 \text{ мин}^{-1}$ ;
- мощность электродвигателя –  $4,79 \text{ кВт}$ ;
- габариты  $L \times B \times H$  –  $900 \times 940 \times 1115 \text{ мм}$ .

## **1.4 Расчет водопроводных очистных сооружений**

### **1.4.1 Выбор источника хозяйственно – питьевого водоснабжения**

Выбор источника хозяйственно-питьевого водоснабжения согласно СН РК 4.01-03-2013 должен соответствовать требованиям СТ РК 2015-2010 принятые к использованию источники водоснабжения должны быть согласованы с действующим законодательством.

Для хозяйственно-питьевых водопроводов следует максимально использовать имеющиеся ресурсы подземных вод, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям (СН РК 4.01-03-2013).

При оценке использования водных ресурсов для целей водоснабжения необходимо учитывать следующие факторы, исходя из СН РК 4.01-03-2013

расходный режим и водохозяйственный баланс по источнику с прогнозом на 15–20 лет;

На основе физико-химических анализов подземной воды её гидрохимическая характеристика определена следующим образом:

- общая жесткость – 21,2 мг-экв/л,
- содержание аммиака – 0,38 мг/л,
- содержание нитритов – 0,002 мг/л,
- содержание нитратов – 20,8 мг/л,

В бактериологическом отношении вода в большинстве случаев условно пригодна для питьевых целей. Мощность водоносного пласта принята в пределах от 27 до 35 м, а среднестатистический коэффициент фильтрации – 12.

#### **1.4.2 Сооружения для очистки воды**

Согласно СП 31.13330.2012 (п. 9.165), для умягчения воды на хозяйственно-питьевые нужды рекомендуется применять реагентные методы, такие как известковый или известково-содовый, а также метод частичного Натрионирования.

В современной практике водоснабжения поселков все чаще используются локальные установки водоподготовки, известные как умягчители. Умягчители – это специализированные, комплексные автоматические системы для умягчения и очистки воды, содержащей высокие концентрации солей жесткости. Для уменьшения содержания этих веществ используются временные наполнители, которые не требуют использования агрессивных химических реагентов.

Современные технологии водоочистки, включая умягчители, позволяют практически полностью очистить воду от различных примесей. Процесс фильтрации воды с использованием умягчителя является абсолютно безопасным, поскольку не требует использования агрессивных химических реагентов.

Производительность очистных сооружений рассчитана с учетом максимального водопотребления в городе, расхода воды на собственные нужды станции водоподготовки и дополнительного противопожарного расхода воды, и составляет  $q_{ч\ max} = 36,5 \text{ м}^3/\text{час}$ .

В случае повышенного содержания загрязняющих веществ, для очистки воды часто используются умягчители. Эти системы обладают комплексным подходом к водоочистке, включая высокую степень автоматизации, что помогает уменьшить вмешательство человека до минимума. В умягчителях для очистки воды используется специальная засыпка, не требующая применения агрессивных химических реагентов.

Установка умягчения "GENO-matduoWF" - это автоматическая сдвоенная установка, работающая по методу ионного обмена, с регенерацией, управляемой по количеству умягченной воды. Экономичная регенерация позволяет достигнуть желаемой остаточной жесткости, которая должна быть не менее 2 мг-экв/л.

В комплектацию установки входят: бак для соли с крышкой и сетчатым дном; специальный вентиль солевого раствора с соединительным трубопроводом; ионнообменный бак из пластика, устойчивого к давлению, с заполнением ионообменной смолой и распределительной системой; два управляющих клапана из бронзы; соединительный трубопровод из ПВХ, включая задвижки; кран пробной воды; микропроцессорное управление с простым 3-х кнопочным управлением и контактом для сигнализации неисправностей.

Обеззараживание воды происходит с помощью бактерицидной ультрафиолетовой УФ лампы установки для обеззараживания воды.

Установки ультрафиолетового обеззараживания воды УУФОВ-1-500 предназначены для получения безопасной в эпидемиологическом отношении.

### 1.4.3 Принцип действия умягчителя

Принцип действия умягчителя основан на процессе ионного обмена. Умягчитель состоит из ионнообменной смолы, которая имеет способность обменивать ионы воды на ионы натрия ( $\text{Na}^+$ ) и кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ).

Когда вода проходит через Умягчитель, ионы кальция и магния, которые отвечают за жесткость воды, обмениваются на ионы натрия. Как результат, вода становится мягкой.

### 1.4.4 Расчет очистных сооружений

Расчет количества умягчителей:

$$N_p = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_p} = \frac{98,11}{936} = 0,1 = 1 \text{ шт} \quad (1.29)$$

где  $Q_{\text{общ}}$  – общий расход воды, подаваемой на очистку,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;

$Q_p$  – производительность умягчителя,  $\text{м}^3/\text{сут}$ , равняется  $936 \text{ м}^3/\text{сут}$

## 2 Технология строительного производства

В разделе рассмотрена технология и организация строительно - монтажных работ по открытой прокладке участка трубопровода хозяйственно питьевой водопроводной сети.

Исходной информацией для выполнения раздела «Технология и организация строительного производства» является:

- материал труб – полиэтилен, ГОСТ 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена» ПЭ 100
- величина условного прохода – 200 мм.
- грунт в районе строительства – супесь.
- длина участка – 550 м.
- район строительства – Карагандинская область, поселок Жартас.

### 2.1 Определение объемов земляных работ

Минимально допустимая глубина прокладки водопроводного трубопровода определяется:

При  $d \leq 800\text{мм}$ ,  $h_1 = H_{\text{пр}} + 0,5\text{м}$ ;

При  $d > 800\text{мм}$ ,  $h_1 = H_{\text{пр}} + 0,3\text{м}$ .

$$h_1 = H_{\text{пр}} + 0,5\text{м} \quad (2.1)$$

$$h_1 = 2,8 + 0,5 = 3,3\text{м}$$

Максимальная глубина прокладки труб в конце трубопровода:

$$h_2 = h_1 + i \cdot L_{\text{тр}} \quad (2.2)$$

$$h_2 = 3,30 + 0,002 \cdot 550 = 4,4\text{м}$$

Средняя глубина прокладки труб на участке определяется:

$$h_{\text{ср}} = \frac{h_1 + h_2}{2} \quad (2.3)$$

$$h_{\text{ср}} = \frac{3,30 + 4,4}{2} = 3,85\text{м}$$

Ширина траншеи зависит от типа и наружного диаметра трубы.

Наружный диаметр трубы: 223,8 мм

Масса 1 м трубы: 7,18 кг

Длина: 12 м

Толщина стенки: 11,9 мм

Масса трубы: 86,2 кг.

Ширина траншеи по дну определяется:

$$B = 2 \cdot d_{\text{нар}} + 2 \cdot a + b, \text{ м} \quad (2.4)$$

где  $d_{\text{нар}}$  – наружный диаметр трубопровода, м;

$a$  – расстояние от трубы до откоса, м;

$b$  – расстояние между трубами в траншее, м.

$$B = 2 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,4 + 0,3 = 1,5 \text{ м}$$

Коэффициент заложения откосов  $m$  принимаем в зависимости от типа грунта и глубины траншеи, для супесей  $m=0.81$

Ширина траншеи по верху ( в начале траншеи) определяется:

$$E_1 = B + 2 \cdot m \cdot h_1 \quad (2.5)$$

$$E_1 = 1,5 + 2 \cdot 0,81 \cdot 3,3 = 6,85 \text{ м}$$

Ширина траншеи по верху (в конце траншеи) определяется:

$$E_2 = B + 2 \cdot m \cdot h_2 \quad (2.6)$$

$$E_2 = 1,5 + 2 \cdot 0,81 \cdot 4,4 = 8,6 \text{ м}$$

Средняя ширина траншеи определяется:

$$E_{\text{ср}} = \frac{E_1 + E_2}{2} \quad (2.7)$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{6,85 + 8,6}{2} = 7,7 \text{ м}$$

Объем разрабатываемого грунта при трапецеидальном сечении траншеи определяется по формуле:

$$V = F_{\text{ср}} \cdot L, \text{ м}^3 \quad (2.8)$$

где  $F_{\text{ср}}$  – площадь поперечного сечения траншеи,  $\text{м}^2$ ;

$L$  – длина траншеи, м.

$$F_{\text{ср}} = \frac{h_{\text{ср}} \cdot (B + E_{\text{ср}})}{2}, \text{ м}^2 \quad (2.9)$$

$$F_{\text{ср}} = \frac{3,85 \cdot (1,5 + 7,7)}{2} = 17,71 \text{ м}^2$$

$$V = 17,71 \cdot 550 = 9740 \text{ м}^3$$

Длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы на всей трассе трубопровода:

$$l_1 = L - a_2 \cdot N \quad (2.10)$$

где  $a_2 = b_2 = a_1 + 2 \cdot m \cdot h_{\text{ср}} = 3,2 + 2 \cdot 0,81 \cdot 3,85 = 9,4 \text{ м}$

$a_1$  – размер котлована под колодец по низу,  $a_1 = b_1 = 3,2 \text{ м}$ ,

$N$  – количество котлованов под колодцы, равное количеству колодцев.

$$l_1 = 550 - 9,4 \cdot 2 = 531,2 \text{ м}$$

Объем грунта, подлежащего разработке определяется по формуле:

$$V = V_{\text{м}} + V_{\text{р}}, \text{ м}^3 \quad (2.11)$$

где  $V_{\text{м}}$  – объем грунта, разрабатываемый механизированным способом,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{р}}$  – объем грунта, разрабатываемый вручную,  $\text{м}^3$ .

Объем грунта разрабатываемый механизированным способом:

$$V_{\text{м}} = V_{\text{м}}^1 + V_{\text{м}}^2, \text{ м}^3 \quad (2.12)$$

где  $V_{\text{м}}^1$  – объем грунта, разрабатываемый для отрывки траншеи,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{м}}^2$  – объем грунта, разрабатываемый при рытье котлована под колодцы,  $\text{м}^3$ .

$$V_{\text{м}}^1 = (F_{\text{ср}} + \frac{m \cdot ((h_1 - 0,2) + (h_2 - 0,2))^2}{12}) \cdot l_1 \quad (2.13)$$

где  $l_1$  – длина трубопровода без суммарной длины колодца.

$$V_{\text{м}}^1 = (17,71 + \frac{0,81 \cdot ((3,3 - 0,2) + (4,4 - 0,2))^2}{12}) \cdot 531,2 = 11318,3 \text{ м}^3$$

$$V_M^2 = N \cdot h_{\text{cp}} \cdot \frac{((2 \cdot a_1 + a_2) \cdot b_1 (2 \cdot a_2 + a_1) \cdot b_2)}{6}, \text{ м}^3 \quad (2.14)$$

$$V_M^2 = 2 \cdot 3,85 \cdot \frac{((2 \cdot 3,2 + 9,4) \cdot 3,2 (2 \cdot 9,4 + 3,2) \cdot 9,4)}{6} = 13418,2 \text{ м}^3$$

$$V_M = 11318,3 + 13418,2 = 24736,5 \text{ м}^3$$

Объем грунта, разрабатываемый вручную:

$$V_p = V_p^1 + V_p^2, \text{ м}^3 \quad (2.15)$$

где  $V_p^1$  - объем грунта, разрабатываемый при рытье недобора,  $\text{м}^3$ ;

$V_p^2$  - объем грунта, разрабатываемый при отрыве прямков,  $\text{м}^3$ ;

$$V_p^1 = h_{\text{нед}} \cdot (B \cdot l_1^H + a_1 \cdot b_1 \cdot N) \quad (2.16)$$

где  $l_1^H$  - длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы по низу, м.

$$l_1^H = L - a_1 \cdot N \quad (2.17)$$

$$l_1^H = 550 - 3,2 \cdot 2 = 543,6 \text{ м}$$

$$V_p^1 = 0,2 \cdot (1,5 \cdot 543,6 + 3,2 \cdot 3,2 \cdot 2) = 167,17 \text{ м}^3$$

$$V_p^2 = V_{\text{пр}} \cdot N_1 \quad (2.18)$$

где  $N_1$  - количество прямков.

$$V_{\text{пр}} = a^1 \cdot b^2 \cdot c^3 \quad (2.19)$$

где  $a^1, b^2, c^3$  - ширина, глубина, длина прямка, м.

$$V_{\text{пр}} = 0,6 \cdot 0,815 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ м}^3$$

$$V_p^2 = 0,1 \cdot 20 = 2,0 \text{ м}^3$$

$$V_p = 167,7 + 2 = 169,7 \text{ м}^3$$

## 2.2 Определение объема земли, подлежащей вывозу в отвал за пределы строительства

Основная часть грунта, который будет извлечен при проведении работ по разработке траншеи и котлована для установки колодцев, будет использована для обратной засыпки после монтажа и предварительного испытания трубопровода. Однако часть этого грунта станет излишней, так как будет вытеснена установленными трубопроводом и колодцами.

Этот излишний объем грунта должен быть вывезен на свалку за пределы строительства.

Объем грунта, который подлежит вывозу на свалку за пределы строительства, определяется по специальной формуле.

$$V_0^B = (V_{\text{тр}} + V_{\text{кол}}) \cdot K_{\text{пр}} \quad (2.20)$$

где  $V_{\text{тр}}$  – объем грунта, вытесняемый трубопроводом;

$V_{\text{кол}}$  – объем грунта, вытесняемый колодцами;

$K_{\text{пр}}$  – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при рыхлении.

$$V_{\text{тр}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{тр.нар}}^2 \cdot l_1 \cdot K_p}{4} \quad (2.21)$$

где  $d_{\text{тр.нар}}$  – наружный диаметр трубопровода, м;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий объем земли, вытесняемые раструбными элементами.

$$V_{\text{тр}} = \frac{3,14 \cdot 0,22^2 \cdot 531,2 \cdot 1,05}{4} = 21,19 \text{ м}^3$$

Объем грунта, вытесняемый колодцами:

$$V_{\text{кол}} = V_k \cdot h_{\text{ср}} \cdot N = 30,6 \cdot 3,85 \cdot 2 = 235,6 \text{ м}^3 \quad (2.22)$$

$$V_0^B = (21,19 + 235,6) \cdot 1,15 = 295,3 \text{ м}^3$$

Баланс объема земляных масс предоставлен в таблице Б.2

## 2.3 Методика выбора экскаватора для отрывки траншей

Для отрывки траншей и котлованов часто применяют одноковшовые экскаваторы, оснащенные обратной лопатой, или экскаваторы-драглайны.



Рекомендуемый объем ковша экскаватора определяется в соответствии с месячным объемом механизированных земляных работ ( $V_M^{\text{мес}}$ ), указанным в справочнике.

$$V_M^{\text{мес}} = \frac{V_M}{\text{рекоменд. ср. строительства}} \quad (2.23)$$

Рекомендуемый срок строительства принят согласно СН РК 1.03-01-2023 «Продолжительность строительства и задел в строительстве предприятий, зданий и сооружений».

В зависимости от назначения трубопровода, материала трубопровода, материала труб, диаметра труб, длины трубопровода, количество смен принято при планировании работ.

$$V_M^{\text{мес}} = \frac{24736,5}{1,5} = 16491\text{м}^3$$

По  $V_M^{\text{мес}}$  по справочнику определяют объем ковша  $V_K = 0,65\text{м}^3$ .

Основываясь на рекомендуемом  $V_K$  экскаватора по справочнику подбирают основные параметры экскаватора с обратной лопатой и драглайн.

Технические характеристики экскаваторов представлены в таблице Б.2

Проверка на техническую возможность применения экскаватора:

$$H_k \geq h_2$$

Экскаватор с обратной лопатой: 7,0 м > 4,4м

Экскаватор драглайн: 7,0 м > 4,4м

При выборе марки средств транспортирования избыточного грунта за пределы строительства необходимо учитывать расстояние транспортировки.

Поскольку расстояние составляет 3 км, для данного случая наиболее подходящим вариантом будут автосамосвалы. Обычно автосамосвалы применяются для транспортировки грунта на расстояния более 0,5 км.

Komatsu NM400:

- грузоподъемность 10 тонн,

- высота борта кузова 2,5 м,

- высота выгрузки экскаватора должна быть больше, чем высота борта экскаватора  $H_B > H_6$

Экскаватор с обратной лопатой: 3,0 > 2,5

Экскаватор – драглайн: 3,0 > 2,5

- вместимость кузова должна обеспечивать нагрузку не менее 3-х ковшей экскаватора

Количество ковшей экскаватора:

$$n = \frac{G}{\gamma \cdot V_k \cdot K_H} \quad (2.24)$$

где  $G$  - грузоподъемность самосвала, 10т;

$\gamma$  – плотность грунта, для супеси  $1,3 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$ ;

$V_k$  – Объем ковша,  $\text{м}^3$ ;

$K_H$  – коэффициент наполнения ковша, равный 0,85.

$$n = \frac{10}{1,3 \cdot 0,65 \cdot 0,85} = 13,9 = 14$$

Длительность погрузки одного самосвала:

$$t_{\text{пог}} = \frac{n}{n_{\text{ц}} \cdot K_m} \quad (2.25)$$

где  $n_{\text{ц}}$  – число циклов экскавации в минуту, 1;

$K_m$  – коэффициент, учитывающий условие

$$t_{\text{пог}} = \frac{14}{1 \cdot 0,85} = 16,5 \text{ мин}$$

Количество рейсов самосвала в смену:

$$P_p = \frac{t_{\text{см}} \cdot 60}{t_{\text{пог}} + \frac{2 \cdot l \cdot 60}{V} + t_p + t_m} \quad (2.26)$$

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

$l$  – расстояние транспортирования, км;

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

$t_p$  – время разгрузки, мин;

$t_m$  – длительность маневрирования машины, мин.

Производительность самосвала в смену:

$$P_p = \frac{8 \cdot 60}{16,5 + \frac{2 \cdot 3 \cdot 60}{20} + 1 + 3} = 12,5 \approx 13 \text{ рейс}$$

$$P_{\text{а.с.}} = \frac{G \cdot P_p}{\gamma} = \frac{10 \cdot 13}{1,5} = 86,7 \approx 87 \text{ смен} \quad (2.27)$$

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

Обратная засыпка траншеи производится после успешного завершения предварительных испытаний. Для этого используется грунт, который находится в отвале. После засыпки траншеи выполняется планировка ее поверхности.

Для выполнения обратной засыпки и планировки траншеи применяется бульдозер марки Caterpillar PAC704 с мощностью двигателя 117 кВт.

Продолжительность работ по обратной засыпке, планировке траншеи и отвала будет зависеть от конкретных условий и размеров траншеи, а также от характеристик грунта и технических особенностей используемого оборудования. Более точную оценку продолжительности работ можно предоставить после получения дополнительной информации о конкретном проекте.

$$T_B = \frac{S \cdot H_{\text{вр}}}{1000 \cdot t_{\text{см}}} \quad (2.28)$$

где  $S$  – площадь планируемой поверхности, м<sup>2</sup>;

$H_{\text{вр}}$  – норма времени на планирование единицы поверхности;

$t_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч.

$$T_B = \frac{S \cdot H_{\text{вр}}}{1000 \cdot t_{\text{см}}}$$

$$S = S_1 + S_2 \quad (2.29)$$

где  $S_1$  – площадь планировки на месте траншеи и отвала, м<sup>2</sup>;

$S_2$  – площадь поверхности, на которую вывозится избыточный грунт, м<sup>2</sup>.

$$S = S_1 + S_2$$

Площадь  $S_1$ :

$$S_1 = L \cdot (E_{\text{ср}} + b + h_2 \cdot (1 - m)) \quad (2.30)$$

$$S_1 = 550 \cdot (7.7 + 8,96 + 4,4 \cdot (1 - 0,81)) = 9622,8 \text{ м}^2$$

Ширина отвала по низу:

$$b = 2 \cdot H_{\text{отв}} = 2 \cdot 4,48 = 8,96 \text{ м} \quad (2.31)$$

Высота отвала:

$$H_{\text{отв}} = \sqrt{F_{\text{отв}}} = \sqrt{20,16} = 4,48 \text{ м} \quad (2.32)$$

Площадь поперечного сечения отвала:

$$F_{\text{отв}} = F_{\text{ср}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot k = 17,71 \cdot 1,15 \cdot 0,99 = 20,16 \text{ м}^2 \quad (2.33)$$

где  $k_{\text{пр}}$  – коэффициент первоначального разрыхления грунта;  
 $k$  – коэффициент, учитывающий уменьшение площади поперечного сечения отвала за счёт выгрузки избыточного грунта.

$$k = \frac{V - V_0^{\text{Б}}}{V} = \frac{24906,2 - 295,3}{24906,2} = 0,99 \quad (2.34)$$

Площадь  $S_2$

$$S_2 = \frac{V_0^{\text{Б}}}{h} = \frac{295,3}{0,2} = 1476,5 \text{ м}^2 \quad (2.35)$$

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

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

Окончательный выбор комплекта машин осуществляется на основе сравнения трех технико-экономических показателей:

Продолжительность работы экскаватора при отрывки траншеи и котлованов для установки колодцев.

Себестоимость разработки 1 м<sup>3</sup> грунта.

Трудоемкость разработки 1 м<sup>3</sup> грунта, расчетная для двух типов экскаваторов (драглайн и обратная лопата).

Продолжительность земляных работ:

$$T_{\text{э}} = \frac{V_{\text{м}}}{\Pi_{\text{э}}}, \text{ смен} \quad (2.36)$$

$$T_{\text{э}}^{0.л.} = \frac{12736}{361} = 35,27 = 36 \text{ смен}$$

$$T_{\text{э}}^{\text{Др}} = \frac{12736}{346} = 36,8 = 37 \text{ смен}$$

где  $V_M$  – объем грунта, разрабатываемого механизированным способом;  
 $\Pi_э$  – нормативная производительность экскаватора в смену.

$$\Pi_э = 100 \cdot t_{см} \cdot \left( \frac{1 - P}{H_{вр1}} + \frac{P}{H_{вр2}} \right) \quad (2.37)$$

$$\Pi_э^{0,л} = 100 \cdot 8 \cdot \left( \frac{1 - 0,02}{2,2} + \frac{0,02}{2,9} \right) = 361$$

$$\Pi_э^{др} = 100 \cdot 8 \cdot \left( \frac{1 - 0,02}{2,3} + \frac{0,02}{2,9} \right) = 346$$

где  $H_{вр1}$ ;  $H_{вр2}$  – норма времени при работе экскаватора в отвал и при погрузке в транспорт;

$P$  – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт в долях единицах (за единицу принят весь объем грунта, разрабатываемый экскаватором), определяется по формуле

$$P = \frac{V_0^B}{V_M} = \frac{295,3}{12736} = 0,02 \quad (2.38)$$

Себестоимость отрывки  $1\text{ м}^3$  грунта траншеи экскаватором:

$$C_{отр.} = \frac{1,08 \cdot \Sigma C_{маш.-см} \cdot T_1 + 1,5 \cdot \Sigma Z_p}{V} =$$

$$= \frac{1,08 \cdot \left( 420,64 \cdot T_э^{0,л/др} + 480,56 \cdot T_B + 360,8 \cdot T_B \right) + 1,5 \cdot \Sigma Z_p}{V} \quad (2.39)$$

$$C_{отр.}^{0,л} = \frac{1,08 \cdot (420,64 \cdot 6 + 480,56 \cdot 2 + 360,8 \cdot 6) + 1,5 \cdot 1407,5}{24906} =$$

$$= 0,33 \text{ тг/м}^3$$

$$C_{отр.}^{др} = \frac{1,08 \cdot (490,44 \cdot 6 + 480,56 \cdot 2 + 360,8 \cdot 6) + 1,5 \cdot 1407,5}{24906} =$$

$$= 0,34 \text{ тг/м}^3$$

где  $C_{маш.-см}$  – производительная себестоимость машино-смены отдельных машин, входящих в комплект (экскаватор, автосамосвал, бульдозер);

$T_1$  – продолжительность работы отдельных машин на стройке в сменах;

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

$$\Sigma Z_p = Z_p \cdot V_p = 8.32 \cdot 169,17 = 1407,5 \text{ тг/м}^3 \quad (2.40)$$

где  $Z_p$  – расценка на разработку 1 м<sup>3</sup> грунта, тг/м<sup>3</sup>.

Окончательный вариант комплекта машин: Komatsu HM400, экскаватор с обратной лопатой CATERPILLAR CAT 426F2, бульдозер Caterpillar PAC704.

## 2.6 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопроводов

Для укладки труб, монтажа элементов колодца и арматуры, размещенной в колодцах используют автомобильные, пневмоколесные краны.

При выборе кранового оборудования, учитывая массу самого тяжелого элемента, и требуемый вылет стрелы крана.

Требуемая грузоподъемность крана:

$$G = M \cdot K_{гр} \quad (2.41)$$

$$G = 4,6 \cdot 1,1 = 5,1 \text{ т}$$

где  $M$  – масса самого тяжелого элемента, т (Д 30-30);

$K_{гр}$  – коэффициент учитывающий массу грузовых приспособлений.

Требуемый вылет стрелы:

$$L_c = \frac{b_1}{2} + 1,2 \cdot m \cdot h_2 + a_3 + \frac{B_{кр}}{2} + a_4 \quad (2.42)$$

$$L_c = \frac{3,2}{2} + 1,2 \cdot 0,81 \cdot 4,4 + 2,5 + \frac{2,5}{2} + 1 = 10,6 \text{ м}$$

где  $b_1$  – ширина котлована под колодец понизу, м;

$m$  – заложение откосов траншеи, м;

$h_2$  – максимальная глубина траншеи, м;

$a_3$  – ширина места занимаемого трубами, элементами под камеру или арматурой, м;

$B_{кр}$  – ширина базы крана, ширина колеи крана, м;

$a_4$  – расстояние от монтировочных элементов до крана, 1 м.

### 3 Экономическая часть

Сумма, необходимая для осуществления строительства, включает в себя различные расходы, которые можно разделить на несколько основных категорий. Вот основные составляющие этих затрат:

Приобретение строительных материалов: это включает в себя все необходимые материалы для строительства, такие как цемент, кирпичи, древесина, металлические конструкции и другие необходимые ресурсы. Сюда также входят расходы на транспортировку материалов к месту строительства.

Оплата труда строительных работников: В эту категорию входят заработные платы всех задействованных работников, начиная от инженеров и архитекторов до строительных рабочих и технического персонала. Это также может включать выплаты за сверхурочную работу, премии и другие виды компенсаций.

Приобретение необходимого оборудования для водоподготовительной станции: для обеспечения качественной водоподготовки потребуется специализированное оборудование. Это могут быть фильтры, насосы, системы очистки и другие устройства, необходимые для обеспечения эффективного функционирования станции. В эту категорию также входят затраты на установку и техническое обслуживание оборудования.

Все эти составляющие вместе формируют общие затраты, необходимые для успешного завершения строительного проекта. Расчет заключается в определении себестоимости очистки 1 кубического метра воды. Себестоимость вычисляется с помощью формулы:

$$C = \frac{\text{Э}}{Q_{\text{год}}} \quad (3.1)$$

где Э - эксплуатационные затраты в год, тг;

$Q_{\text{год}}$  - годовой расход воды, м<sup>3</sup> /год.

$$Q_{\text{год}} = 365 \cdot Q_{\text{сут}} = 365 \cdot 63,35 = 23122,75 \quad (3.2)$$

Годовые эксплуатационные затраты определяются по формуле

$$\text{Э} = \text{З}_{\text{э}} + \text{З}_{\text{р}} + \text{З}_{\text{зп}} + \text{З}_{\text{н}} \quad (3.3)$$

где  $\text{З}_{\text{э}}$  – затраты на электроэнергию, тыс. тг.  $\text{З}_{\text{э}} = 3541$  тыс. тг

$\text{З}_{\text{зп}}$  – затраты на заработную плату, тыс. тг.  $\text{З}_{\text{зп}} = 30254$  тыс. тг

$\text{З}_{\text{р}}$  – затраты на реагенты, тыс. тг

$\text{З}_{\text{н}}$  – неучтенные расходы на отопление помещения, содержания участков, приобретение инвентаря и прочие расходы. Принимаются 3 процента от всех затрат:

$$Z_p = \frac{K \cdot D_p \cdot Q_{\text{год}}}{10^6} \cdot C_p \quad (3.4)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий качество воды, для натрий хлорид – 0,1;

$D_p$  – доза реагента, 1,5 г/м<sup>3</sup>;

$C_p$  – стоимость реагента, тг/т – 450;

$$Z_p = \frac{0,1 \cdot 40 \cdot 23122,75}{10^6} \cdot 450 = 41,62 \text{ тыс. тг}$$

$$Z_n = 0,03 \cdot (Z_{\text{э}} + Z_p + Z_{\text{зп}} + Z_n) \quad (3.5)$$

$$Z_n = 0,03 \cdot (3541 + 41,62 + 30254) = 1015,098 \text{ тыс. тг}$$

$$Z = 3541 + 41,62 + 30254 + 1015,098 = 34851,718 \text{ тыс. тг}$$

$$C = \frac{34851,718 \cdot 10^3}{23122} = 150 \text{ тг}$$

В итоге, сумма, необходимая для осуществления строительства, включает в себя три основные категории расходов: приобретение строительных материалов, оплата труда строительных работников и приобретение необходимого оборудования для водоподготовительной станции. Эти составляющие формируют общие затраты, которые требуются для успешного завершения строительного проекта.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении дипломного проекта по теме "Водоснабжение населенного пункта из подземного источника производительностью 100 м<sup>3</sup>/сут" хочется подчеркнуть важность комплексного подхода к решению задачи обеспечения населения водой.

Исследование показало, что использование подземных источников воды для водоснабжения является эффективным и перспективным решением, особенно в условиях ограниченных ресурсов поверхностных водоемов. Производительность в 100 м<sup>3</sup>/сут позволяет обеспечить нужды значительного числа жителей, однако, при увеличении населения или росте потребностей, необходимо предусмотреть возможность модернизации системы водоснабжения.

В процессе выполнения проекта были разработаны технические решения, включающие выбор подходящего подземного источника, схему водоснабжения, системы очистки и умягчения воды, а также технологии строительства. Эти меры направлены на обеспечение надежности, качества и эффективности функционирования системы водоснабжения.

Кроме того, важным аспектом является экологическая составляющая. Необходимо тщательно оценивать возможные негативные последствия для окружающей среды, связанные с использованием подземных вод, и разрабатывать меры по их минимизации.

Наконец, экономическая целесообразность проекта также была исследована. Расчеты суммарных капиталовложений и оценка операционных расходов позволяют сделать вывод о том, что реализация данного проекта является экономически обоснованной и привлекательной.

В целом, дипломный проект подчеркивает важность обеспечения доступа населения к качественной питьевой воде и демонстрирует, что использование подземных источников воды в сочетании с современными технологиями может стать эффективным решением данной проблемы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СП РК 2.04-01-2017 Строительная климатология
- 2 СП РК 4.01-103-2013 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации
- 3 СН РК 1.03-00-2011 Строительное производство.
- 4 Аюкаев Р.И., Мельцер В.З. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды – Л., 2015.
- 5 С.Д.Тюменев Водные ресурсы и водообеспеченность территории Казахстана – М. Алматы, 2018.
- 6 Лобачев, П.В. Насосы и насосные станции / П.В. Лобачев. - М.: Стройиздат; Издание 3-е, перераб. и доп., 2012. - 320 с
- 7 Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды, 2018.
- 8 Ткаченко Е.А. «Методика определения основных технологических параметров сооружений систем водоснабжения и водоотведения, очистки сточных вод и обработки осадка». Москва 2014 г.
- 9 Павлинова И.И., Баженов В.И., Губий И.Г. Водоснабжение и водоотведение. Учебник для бакалавров. – Юрай-Издат, 2013г.
- 10 Чудновский С. М. Улучшение качества природных вод – М. Москва Вологда, 2017.
- 11 Никифорова Л. Обеззараживание воды – М. М. LAP. Lambert Academic Publishing, 2014.
- 12 Шачнева Е. Ю. Водоподготовка и химия воды – М. LAP Lambert Academic Publishing, 2014.
- 13 Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета: Стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. Изд 5-е доп. / Ф. А. Шевелев – М.: Книга по Требованию, 2013.
- 14 Журба М.Г., Нечаев А.П., Ивлева Г.А. и др. Классификатор технологий очистки природных вод. – М.: НИИ ВОДГЕО, 2015.
- 15 Башкатов А.Д. Прогрессивные технологии сооружения скважин. – М. ООО «Недра-Бизнесцентр», 2013.
- 16 Барак К., Бабен Ж., Бернар Ж. и др. Технические записки по проблемам воды. Дегремон. /Пер. с англ. в 2-х т./Под.ред. Т.А. Карюхиной, И.И.Чурбановой. – М.: Стройиздат 36
- 17 Воронов Ю.В., Алексеев Е.В, Саломеев В.П. Водоотведение. – ИНФРАМ, 2014г
- 18 Акименко И.Ю., Медведева Г.Г. Водоснабжение и водоотведение-Издательство ТОГУ, 2018. – С. 23-25.
- 19 Курганов А.М. водозаборное сооружение систем коммунального водоснабжения.-Москва, Санкт-Петербург,2016. –С 102-108.
- 20 Саргин Ю.Н., Друскин Л.И., Покровская И.Б. Водопровод и канализация.- Стройиздат,2020. – С 100-110.
- 21 Абрамов Н.Н. Водоснабжение.-Стройиздат, 2021. – С.371.

22 Анализ финансово-хозяйственной деятельности : учебник / Л. Н. Чечевицына, К. В. Чечевицын. — Изд. 6-е, перераб. — Ростов н /Д : Феникс, 2013.

23 В.Д.Завгородняя И.В. Проектирование и расчёт системы водоснабжения сельского населённого пункта: - Краснодар: 2004. - 112 с

24 Кацович А.Ф., Нурпеисова К.М., Алимова К.К., Ветлугина Г.А. Инженерные системы и сети. 2015г. – 306 с.

25 Шачнева Е. Ю. Водоподготовка и химия воды – М. LAP Lambert Academic Publishing, 2014.

## Приложение А

Таблица А.1 - Расчет численности населения

№ квартала	Площадь, га	Плотность населения, чел./га	Количество жителей, чел.
1	1,69	40	53
2	1,14	40	45
3	0,29	40	11
4	1,5	40	45
5	3	40	50
6	0,81	40	32
7	0,77	40	30
8	1,17	40	46
9	0,91	40	36
10	0,61	40	24
11	0,71	40	20
12	1,39	40	40
13	1,28	40	40
14	0,21	40	20
15	1,99	40	45
16	0,7	40	28
17	1,72	40	36
18	0,31	40	12
19	1,16	40	40
20	1,08	40	43
21	1,38	40	50
22	1,25	40	50
23	1,72	40	68
24	1,83	40	41
Итого:	28,62		905

**Продолжение приложения А**

Таблица А.2 – Суммарное суточное водопотребление

Часы суток	Расход воды на хоз-пит. Нужды населения		Расход воды на полив улиц, м <sup>3</sup> /ч		Расход воды на нужды местной промышленности	Всего м <sup>3</sup> /ч
	К <sub>часмакс</sub> , %	м <sup>3</sup> /ч	механизированным способом	ручным способом		
0-1	0,75	0,57	0,9			1,47
1-2	0,75	0,57	0,9			1,47
2-3	1,0	0,7	0,9			1,60
3-4	1,0	0,7	0,9			1,60
4-5	3,0	2,31				2,31
5-6	5,5	4,25				4,25
6-7	5,5	4,25				4,25
7-8	5,5	4,25				4,25
8-9	3,5	2,7			1,28	3,98
9-10	3,5	2,7			1,28	3,98
10-11	6,0	4,6			1,28	5,88
11-12	8,5	6,56			1,28	7,84
12-13	8,5	6,56			1,28	7,84
13-14	6,0	4,6			1,28	5,88
14-15	5,0	3,8		0,6	1,28	5,68
15-16	5,0	3,8		0,6	1,28	5,68
16-17	3,5	2,7		0,6	1,28	4,58
17-18	3,5	2,7		0,6	1,28	4,58
18-19	6,0	4,6			1,28	5,88
19-20	6,0	4,6			1,28	5,88
20-21	6,0	4,6				4,60
21-22	3,0	2,31				2,31
22-23	2,0	1,54				1,54
23-24	1,0	0,78				0,78
Итого	100	77	3,6	2,4	15,36	98,11

*Продолжение приложения А*

Таблица А.3 – Определение путевых отборов

№ участка	Длина участка, м	Путевые отборы воды, л/с
НС-2	790	1,98
1-2	130	0,33
2-3	440	1,10
3-4	330	0,83
4-5	254	0,64
5-6	287	0,72
6-7	590	1,48
7-8	378	0,95
8-9	108	0,27
9-10	164	0,41
4-11	300	0,75
11-12	252	0,63
12-13	522	1,31
13-14	202	0,51
14-15	173	0,43
14-19	138	0,35
13-20	78	0,20
20-21	245	0,61
6-16	378	0,95
16-17	116	0,29
17-18	170	0,43
16-22	146	0,37
7-24	163	0,41
8-23	162	0,41

Таблица А.4 – Определение узловых отборов

№ узлов	Прилегающие участки	Узловые отборы, л/с
1	1-2; 2-3	0,71
2	3-4; 4-5; 4-11	1,11
3	12-13; 20-13; 13-14	1,00
4	14-15; 19-14; 13-14	0,64
5	5-6; 6-7; 16-6	1,57
6	16-17; 16-22; 16-6	0,80
7	6-7; 7-8; 7-24	1,41
8	8-9; 8-23; 8-7	0,81
Сумма		8,05

*Продолжение приложения А*

Таблица А.5 – Гидравлическая увязка сети

№ участков	Длина, м	Расход, л/с	Диаметр, мм	Скорость м/с	Уклон	Потери напора, м
НС-2	790	14,148	200	0.45	0.0016	1.32
1-2	130	1,376	63	0.44	0.006	0.82
2-3	440	13,559	180	0.53	0.002	1.14
3-4	330	13,318	180	0.52	0.002	0.82
4-5	254	9,76	160	0.48	0.002	0.63
5-6	287	9,52	160	0.47	0.002	0.68
6-7	590	7,55	140	0.49	0.002	1.76
7-8	378	7,76	125	0.63	0.005	2.07
8-9	108	3,27	110	0.34	0.002	0.22
9-10	164	1,33	63	0.42	0.005	0.98
4-11	300	5,15	110	0.54	0.004	1.44
11-12	252	5,08	110	0.53	0.004	1.18
12-13	522	4,34	110	0.45	0.003	1.82
13-14	202	2	75	0.45	0.005	1.09
14-15	173	1,633	75	0.36	0.003	0.64
14-19	138	2,322	90	0.36	0.002	0.40
13-20	78	1,98	75	0.44	0.005	0.41
20-21	245	1,04	63	0.33	0.003	0.93
6-16	378	3,21	90	0.50	0.005	2.02
16-17	116	1,33	63	0.42	0.005	0.69
17-18	170	2,37	75	0.53	0.007	1.26
16-22	146	1,82	125	0.33	0.005	1.18
7-24	163	3,44	90	0.54	0.006	0.99
8-23	162	1,59	75	0.35	0.003	0.57
Итого	7575					25,06

**Продолжение приложения А**

Таблица А.6 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы суток	Водопотребление в городе, %	Подача воды насосами, %	Поступление воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
0-1	1,6	4,16	1,73		7,49
1-2	1,6	4,16	1,73		7,49
2-3	1,9	4,16	1,54		7,6
3-4	1,9	4,16	1,54		7,6
4-5	2,6	4,16	1,85		8,61
5-6	4,9	4,16		0,07	8,99
6-7	4,9	4,16		0,07	8,99
7-8	4,9	4,16		0,07	8,99
8-9	4,4	4,17	0,84		9,41
9-10	4,4	4,17	0,84		9,41
10-11	6,6	4,17		1,08	9,69
11-12	8,8	4,17		3,01	9,96
12-13	8,8	4,17		3,01	9,96
13-14	6,6	4,17		1,08	9,69
14-15	6,4	4,17		1,86	8,71
15-16	6,4	4,17		1,86	8,71
16-17	5	4,17		0,71	8,46
17-18	5	4,17		0,71	8,46
18-19	6,6	4,17		1,08	9,69
19-20	6,6	4,17		1,08	9,69
20-21	5,3	4,17		0,44	9,03
21-22	2,6	4,17	1,86		8,63
22-23	1,7	4,17	2,63		8,5
23-24	0,8	4,17	1,57		6,54
Сумма:	100	100	16,13	16,13	0



*Продолжение приложения А*

Таблица А.7 – Качество воды в источнике водоснабжения

Наименование показателей	Единица измерения	Количество единиц в точках отбора в источнике	Нормативные требования для централизованных систем водоснабжения		
			нормативы ПДК	показатель вредности	класс опасности
Обобщенные показатели					
рН		7,3-7,5	6-9		
Жесткость	мг*экв/л	20,2	2-7		
Минерализация (сухой остаток)	мг/л	674,9	1000	-	-
Неорганические вещества					
Нитраты	мг/л	20,8	45	С-Т	3
Нитриты	мг/л	0,002	3,3	С-Т	2
Аммиак	мг/л	0,38	2	С-Т	3
Калий	мг/л	119,5	10	С-Т	2

## Приложение Б

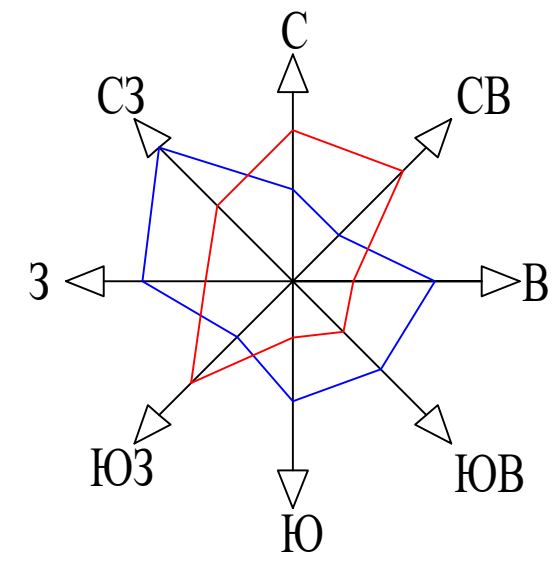
Таблица Б.1 – Баланс объема земляных масс

Вид работы	Основные параметры выемки				Объем грунта в плотном теле	
	ширина, м		глубина, м	длина, м	обозначение	количество, м <sup>3</sup>
	пов.	пон.				
<b>1 Механизированные земляные работы</b>						
Разработка траншеи	7,7	1,5	3,85	550	$V_M^1$	11318,3
Разработка котлованов под колодцы	9,4	9,4	4,2	8	$V_M^2$	13418,2
Вывоз избыточного грунта за пределы строительства	21,19	21,19	0,20	21,19	$V_{отв}^0$	295,3
<b>2 Ручные земляные работы</b>						
Разработка недобора	1,5	1,5	0,2	550	$V_P^1$	167,17
Отрывка приямков	0,6	0,6	0,82	0,2	$V_P^2$	2
Общий объем - в т.ч. механ. - в т.ч. в ручную	-	-	-	-	$V$ $V_M$ $V_P$	24906,2 24736,5 169,17

Таблица Б.2 – Технические характеристики экскаваторов

Параметры экскаватора	Обратная лопата	Драглайн
Марка экскаватора	ЭО-4121А	Э-652Б
Объем ковша $V_K$ , м <sup>3</sup>	0,65	0,65
$H_K$ , м	7	7
$H_B$ , м	3,1	3
$R_P$ , м	10	10
$R_B$ , м	7,8	8,1

# План системы водоснабжения поселка



## Условные обозначения

- B1 — - Сеть хозяйственно - питьевого водопровода B1
- ① - Участки водопроводной сети

## Экспликация зданий и сооружений

Номер поз	Наименование	Примечание
1	Водозаборная скважина	
2	Очистное сооружение	
3	Насосная станция II-го подъема	
4	Водонапорная башня	

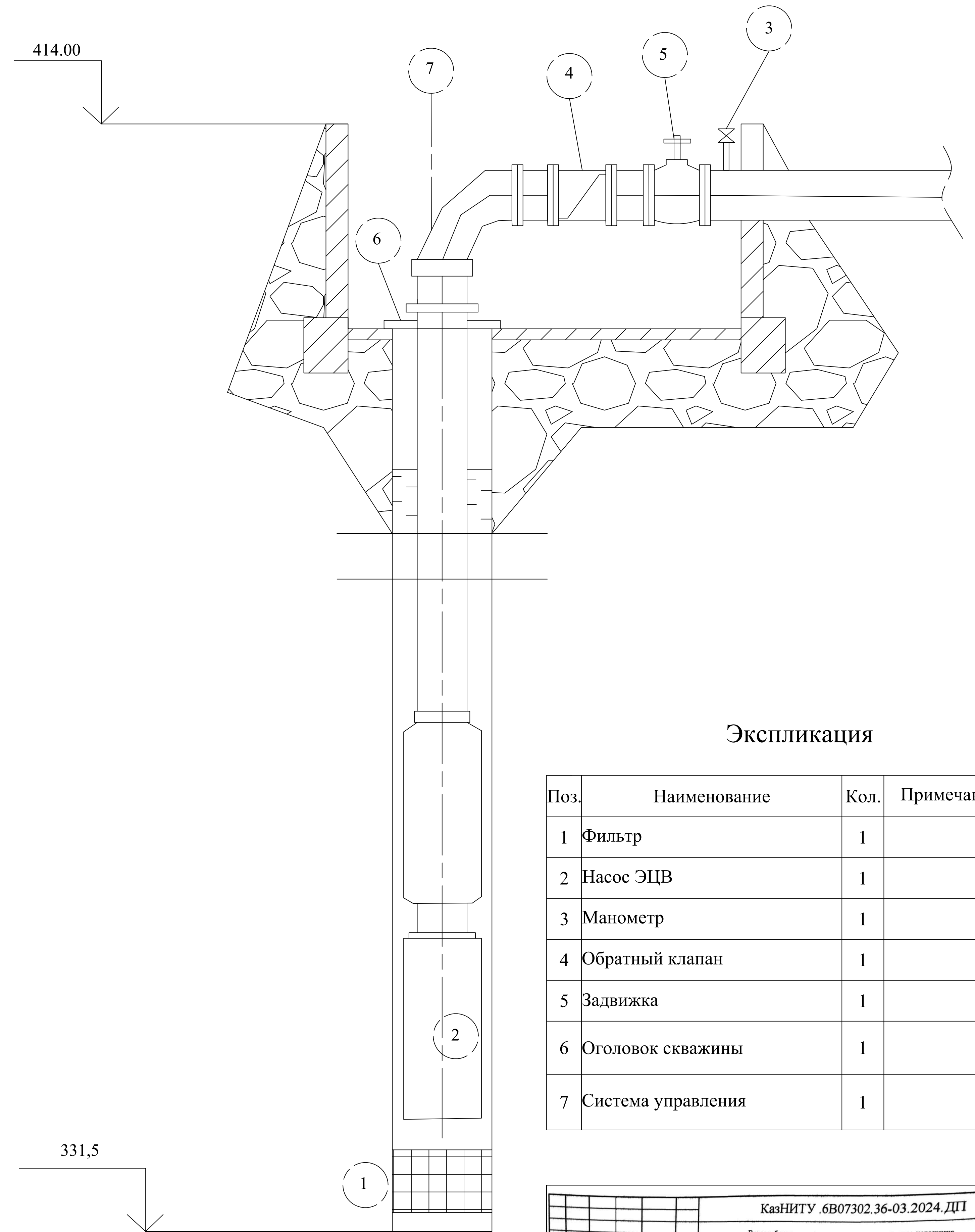
КазНИТУ. 6B07302.36-03.2024.ДП					
Водоснабжение населенного пункта из подземного источника производительностью 100 м³/сут					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Зав. кафедр.	Алимова К.К.				17.05
Нормоконтр.	Хайшиев А.Н.				17.05
Руководит.	Сидорова Н.В.				16.05
Консультант	Сидорова Н.В.				16.05
Выполнил	Зенков С.Е.				16.05
Основная часть				Страница	Лист
				у	1
					5
План системы водоснабжения поселка Масштаб 1:10000				ИИС им. Т.К. Басенова Кафедра ИИСиС	

# Разрез и оформление устья скважины

Геолого - технический разрез скважины

№слоя	Геологическое описание породы	Геологический разрез и конструкция скважины		Мощность слоя, м	Глубина подошвы слоя, м	Абсолютная отметка, м	Диаметр и глубина обсадных труб
		Абсолютная отметка 414,00м					
1	Насыпной слой			0,7	0,7	413,3	350мм 56,8м
2	Супесь			1,5	2,2	410,3	
3	Суглинки			1,5	3,7	408,8	
4	Гравий			42,3	46,0	366,5	250мм 21м
5	Водоносный пласт			35,0	81,0	331,5	

Аппаратурное оформление устья скважины  
М 1:150

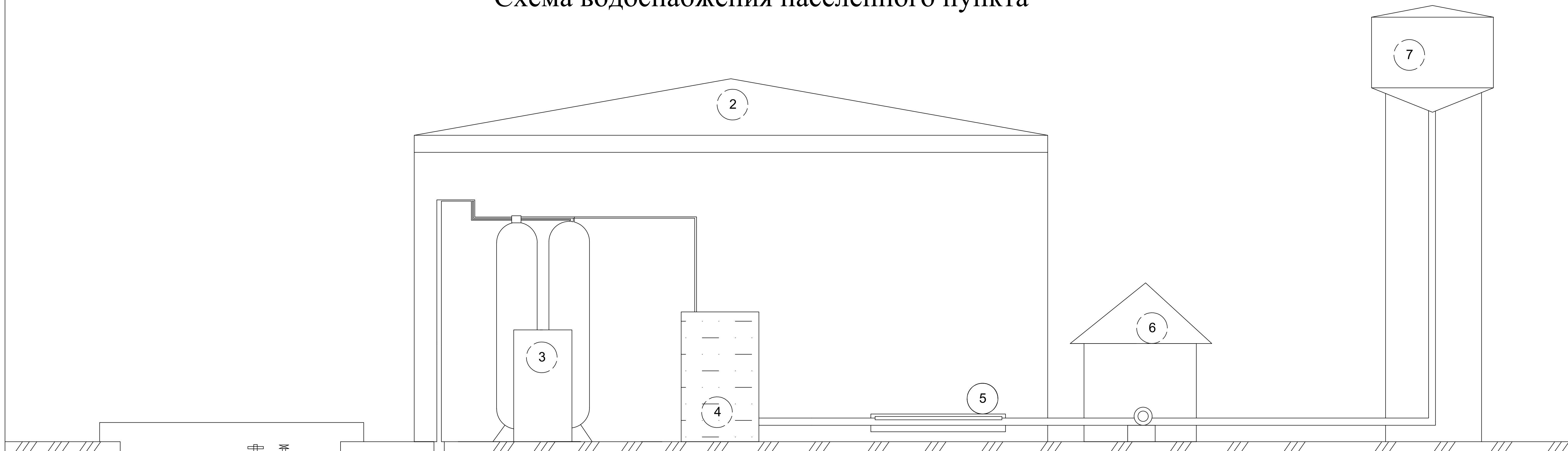


## Экспликация

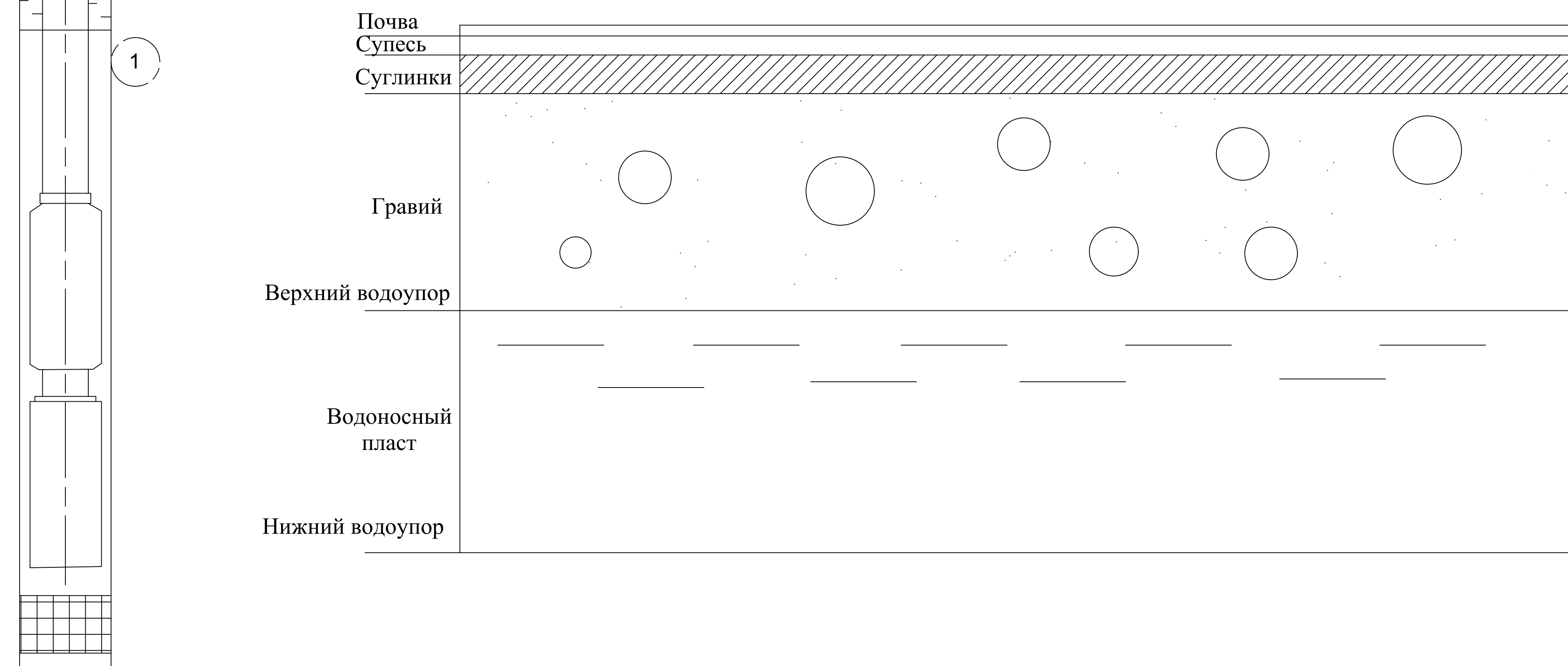
Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Фильтр	1	
2	Насос ЭЦВ	1	
3	Манометр	1	
4	Обратный клапан	1	
5	Задвижка	1	
6	Оголовок скважины	1	
7	Система управления	1	

КазНУТУ.6В07302.36-03.2024.ДП					
Водоснабжение населенного пункта из подземного источника производительностью 100 м³/сут					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Зав. кафедр.	Алимова К.К.				27.08
Нормоконтр.	Хойшева А.И.				28.08
Руководит.	Сидорова Н.В.				28.08
Консультант	Сидорова Н.В.				28.08
Выполнил	Зетсков С.Е.				28.08
Основная часть			Страница	Лист	Листов
			у	2	
Разрез и оформление устья скважины М:150					ИАНС им. Т.К.Басенова Кафедра ИСиС

# Схема водоснабжения населенного пункта



## Профиль грунта



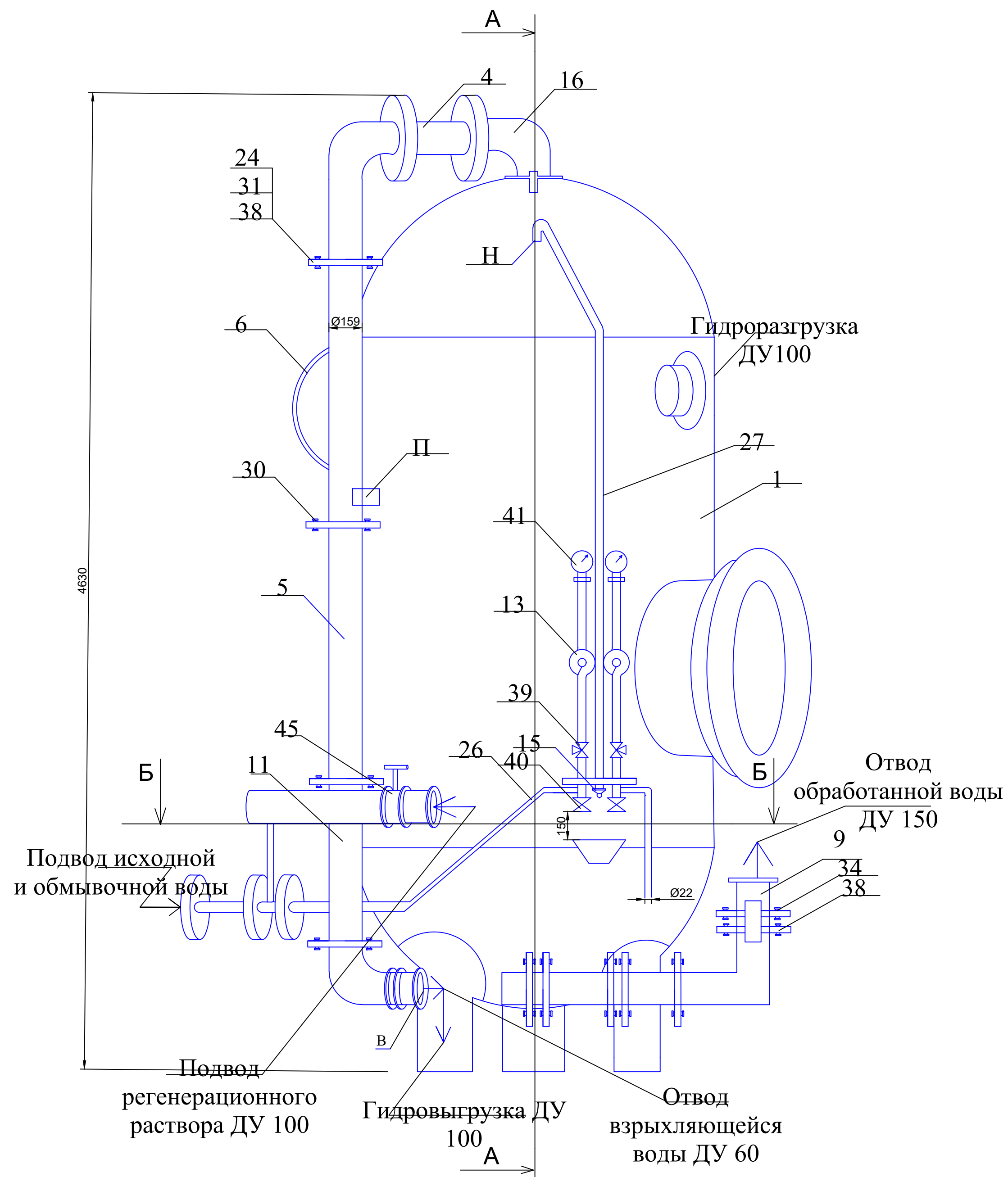
## Экспликация

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Устье скважины	1	
2	Очистная станция	1	
3	Умягчитель Geno-matduo	1	
4	Накопительный бак	1	
5	УФ-лампа	1	
6	Насосная станция II-го подъема	1	
7	Водонапорная башня	1	

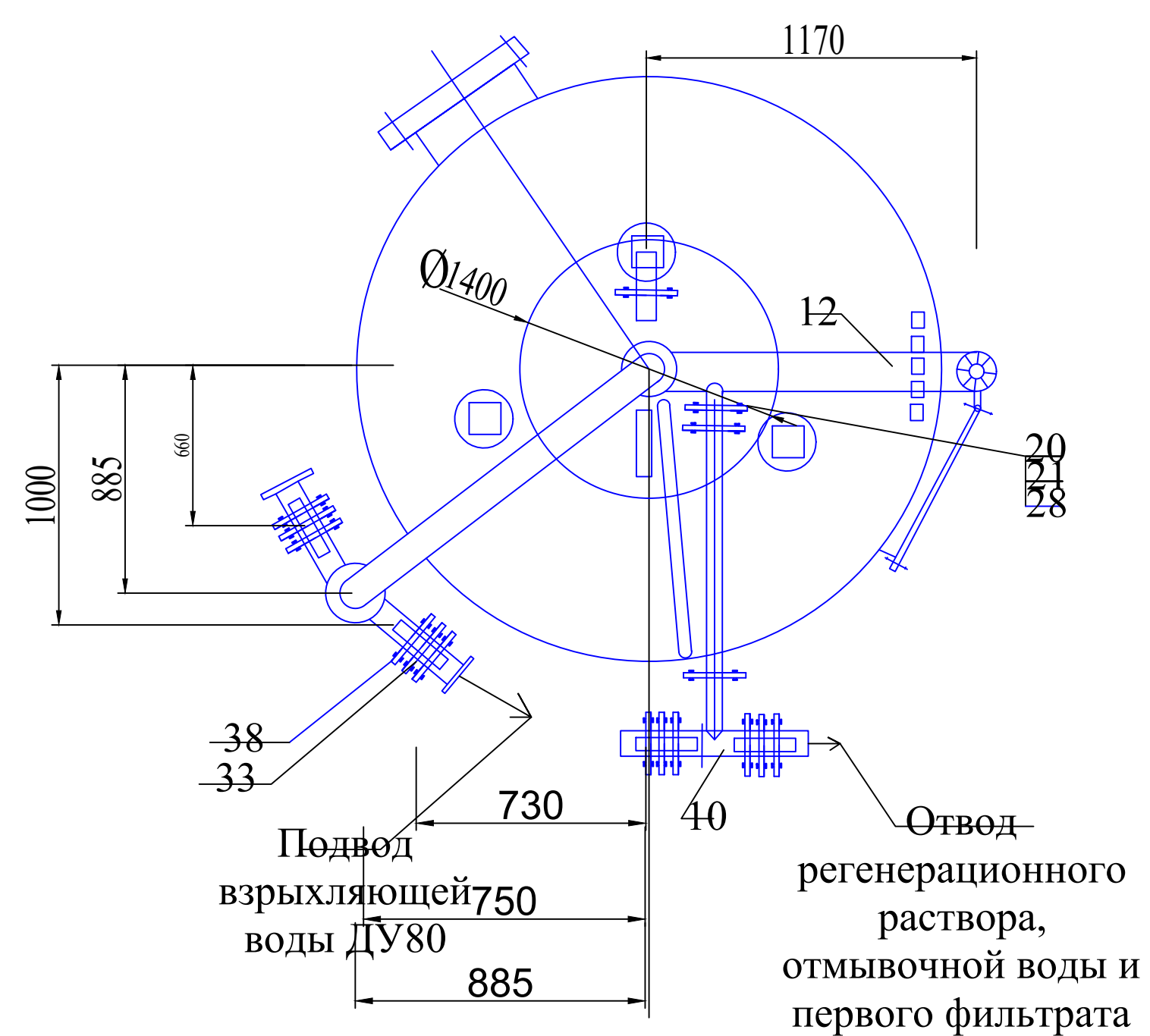
КазНИТУ .6В07302.36-03.2024.ДП									
Водоснабжение населенного пункта из подземного источника производительностью 100 м³/сут									
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Основная часть			Страницы
						у	3		Листов
Зав. кафедр.	Алимова К.К.				2024				
Нормоконтр.	Хойшиева А.Н.				2024				
Руководит.	Сидорова Н.В.				2024				
Консультант	Сидорова Н.В.				2024				
Выполнил	Зенков С.Е.				2024	Схема водоснабжения населенного пункта. М:500			ИИиС им. Т.К. Баева Кафедра ИСиС



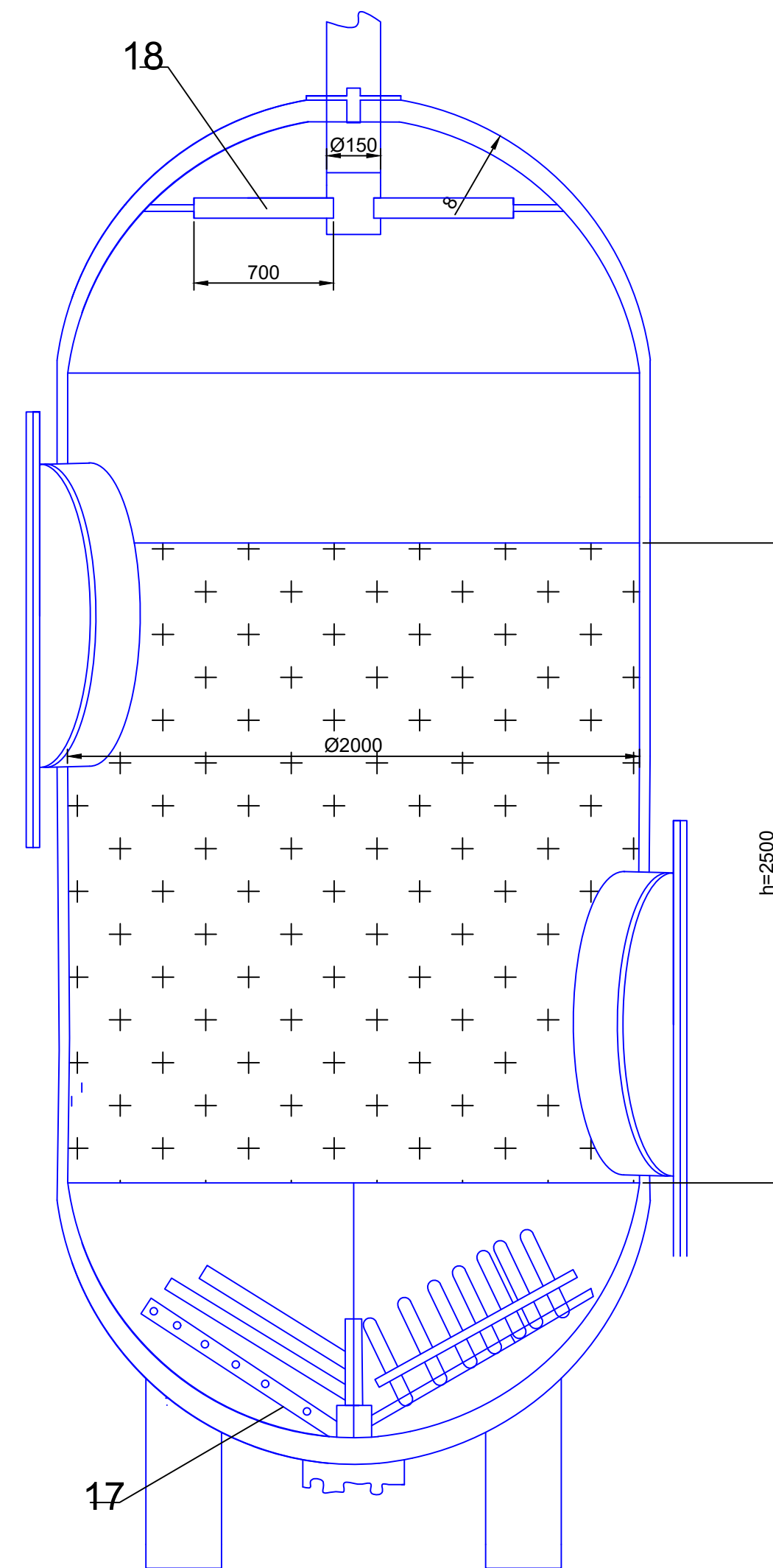
# Умягчитель Geno matduo



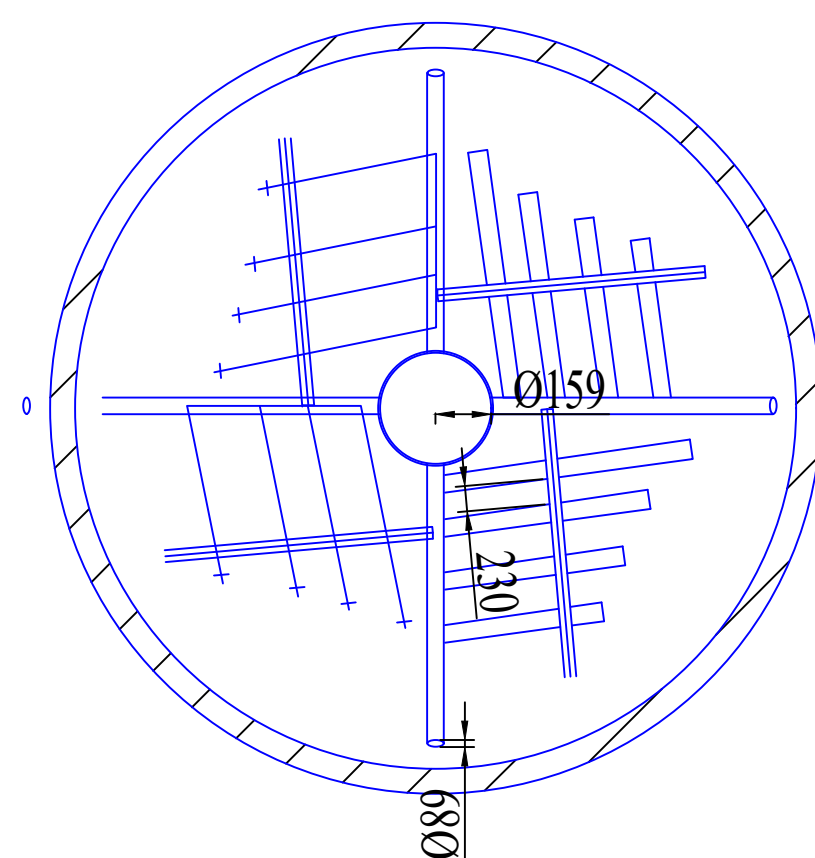
Вид сверху



Разрез А-А



Разрез Б-Б



## Техническая характеристика

1. Производительность не более - 80 м<sup>3</sup>/ч
2. Давление рабочее - 0,6 МПа
3. Давление пробное гидравлическое - 0,9 МПа
4. Температура рабочая - 313°K
5. Среда рабочая - вода
6. Емкость корпуса - 11.7 м<sup>3</sup>
7. Масса нагруженная - 15 м

## Спецификация

Поз.	Наименование	Обозначение	Кол.	Примеч.
1	Корпус		1	
4	Труба наружная	Ду 150	1	
5	Труба наружная	Ду 150	1	
6	Труба наружная	Ду 150	1	
7	Труба наружная	Ду 80	4	
8	Труба для затвора	Ду 80	4	
9	Труба для затвора	Ду 150	4	
10	Тройник		1	
11	Четверник		1	
12	Труба нижняя		1	
13	Труба сифонная		2	
14	Колено		1	
15	Тройник		2	
16	Фланец		4	
17	Сливная воронка		1	
18	Зглушка		2	
20	Прокладка		14	
21	Прокладка		4	
23	Прокладка		5	
24	Труба	22x2	1	
26	Труба	51x2	1	
27	Болт	M16	8	
28	Болт	M20	8	
29	Болт	M18	8	
30	Шпилька		16	
31	Шпилька	AM20	16	
32	Гайка	M20	112	
33	Контргайка		2	
34	Манометр		2	
38	Кран 3ходовой		2	
39	Вентиль запорный		2	
40	Затвор поверхн.		2	

КазНИТУ. 6В07302.36-03.2024. ДЦП					
Водоснабжение населенного пункта из подземного источника производительностью 100 м <sup>3</sup> /сут.					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Дата	Листов
					4
Зав. кафедр.	Алимова К.К.			24.05	Основная часть
Нормоконтр.	Хайшиев А.Н.			30.05	
Руководит.	Сидорова Н.В.			30.05	
Консультант	Сидорова Н.В.			24.05	
Выполнит.	Земсков С.Е.			24.05	Умягчитель Geno - Matduo M:150
					ИЛС им. Т.К. Басенова Кафедра ИСиС

