

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект

Чепурченко Тамара Федоровна

6B07302 «Строительная инженерия»

На тему: Водозаборное сооружение на реке Иртыш

Выполнено:

- а) графическая часть на 5 листах
б) пояснительная записка на 30 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Согласно заданию, дипломный проект выполнен в полном объеме. Тема дипломного проекта является актуальной для населенных пунктов. Дипломный проект соответствует требованиям, предъявляемым к дипломным проектам и ГОСТам.

На основе расчетов выполнены чертежи водозаборного сооружения, определены зоны санитарной охраны, присутствует также ситуационный план и технологическая карта.

Замечания: Не предусмотрена детализированная схема решетки.

Оценка работы

Дипломный проект оценивается по рейтинговой системе – 95 (А) оценки «отлично», а дипломанту Чепурченко Т.Ф. рекомендуется присвоение квалификации бакалавра по специальности 6B07302 «Строительная инженерия»

Рецензент

Ш. ИМН. ПТБД, КСН. ОХОДЖАКОВ ШАДИ

(должность, уч. степень, звание)

Шабеев М.Н. Ф. И.О.

(подпись)

2025 г.



ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломный проект
(наименование вида работы)
Чепурченко Тамара Федоровна
(Ф.И.О. обучающегося)
6307302 "Строительная инженерия"
(шифр и наименование ОП)

Тема:

Водозаборное сооружение на реке Иртыш

Дипломный проект выполнен согласно заданию, состоит из расчетно- пояснительной записки-30 страниц и графической части- 5 листов.

Принятые решения в дипломном проекте соответствуют современным требованиям строительных правил в системе водоснабжения.

Дипломантом Чепурченко Т.Ф. был самостоятельно подобран материал дипломного проекта. Использование компьютерной программы Word, AutoCAD. Графическая часть выполнена на отпечатке.

Дипломный проект выполнен в полном объеме и заслуживает оценки "95", за Чепурченко Т.Ф. присвоена степень бакалавра по специальности 6307302 "Строительная инженерия".

Научный руководитель

К.Т.Н, академик

(должность, уч. степень, звание)

Башагаев В.Ф. Ф.И.О.

(подпись)

«24» 05 2023г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Чепурченко Т.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Водозаборное сооружение на реке Иртыш.docx

Научный руководитель: Бибигул Ботантаева

Коэффициент Подобия 1: 8

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 1

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 30.05.23г.

Заведующий кафедрой
Ашимова К. Жу

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Чепурченко Т.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Водозаборное сооружение на реке Иртыш.docx

Научный руководитель: Бибигул Ботантаева

Коэффициент Подобия 1: 8

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 1

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 укрыва 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

Умарбай Ж.У.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

Институт Архитектуры и строительства имени Т. К. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

6B07302 – Строительная инженерия

Чепурченко Тамара Федоровна

Водозаборное сооружение на реке Иртыш

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

6B07302 – Строительная инженерия

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

Институт Архитектуры и строительства имени Т. К. Басенова

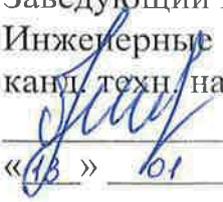
Кафедра Инженерные системы и сети

6B07302 – Строительная инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Инженерные системы и сети
канд. техн. наук, ассоц. проф.


Алимова К. К.

«13» 01 2023г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающейся Чепурченко Тамаре Федоровне

Тема: «Водозаборное сооружение на реке Иртыш»

Утверждена приказом Проректора по АВ университета №408-П/Ө от «23»
ноября 2022г.

Срок сдачи законченного проекта «23» мая 2023г.

Исходные данные к дипломному проекту: Характеристика населенного пункта
Серебрянск; число жителей $N=8400$ человек; q_n – норма водопотребления 250
л/сут.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) Основной раздел;

б) Технология строительного производства;

в) Экономический раздел.

Перечень графического материала: (с точным указанием обязательных
чертежей): 1) Ситуационный план; 2) Конструкция водозаборного узла; 3) Зона
санитарной охраны; 4) Технологические схемы производства работ по укладке
стального трубопровода; 5) Технологическая карта.

Рекомендуемая основная литература: из 10 наименований.

ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Основной раздел	16.01.2023 30.03.2023	<i>выполнено</i>
Технология строительного производства	01.04.2023 18.04.2023	<i>выполнено</i>
Экономический раздел	21.04.2023 08.05.2023	<i>выполнено</i>

Подписи

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

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Технология строительного производства	Б.С. Ботантаева канд. техн. наук, ассоц. проф.	24.04.2023	<i>БСБ</i>
Экономический раздел	Б.С. Ботантаева канд. техн. наук, ассоц. проф.	02.05.2023	<i>БСБ</i>
Нормоконтролер	А.Н. Хойшиев канд. техн. наук, ассоц. проф.	24.05.2023	<i>А.Н. Хойшиев</i>

Руководитель

БСБ

Ботантаева Б.С.

Задание принял к исполнению обучающаяся

Т.Ф. Чепурченко

Чепурченко Т. Ф.

Дата

« 16 » 01 2023г.

АҢДАТПА

Жобаланатын су тарту құрылысы Серебрянск қаласындағы Ертіс өзенінің оң жағалауында орналасқан. Серебрянск қаласында 8400 адам тұрады. Суды тұтыну нормасы тәулігіне 250 л.

Негізгі бөлімде ол елді мекен туралы ақпарат бердім, су алу түрін таңдадым, гидравликалық есепті шығардым, құбырлардың қажетті диаметрін таңдап, қоршауды таңдады.

Құрылыс өндірісінің технологиясында ол жұмыс көлемін, еңбек шығындарын есептеудім, күнтізбелік жоспар мен қозғалыс кестесін толтырдым.

Экономикалық бөлімінде құбырдың локалдық сметасын және құбыр салу үшін жергілікті сметаны есептедім.

АННОТАЦИЯ

Проектируемое водозаборное сооружение располагается на правом берегу реки Ертыс (Иртыш) в городе Серебрянск. В городе Серебрянск проживает 8400 человек. Норма водопотребления составляет 250 л/сут.

В основной части привела информацию о населенном пункте, подобрала тип водозабора, рассчитала гидравлический расчет, подобрала необходимый диаметр труб и выбрала решетки.

В технологии строительного производства составила объем работ, калькуляцию затрат труда, календарный план и график движения.

В экономической части рассчитала локальную смету на водозабор и прокладку трубопровода.

ABSTRACT

The projected water intake structure is located on the right bank of the Ertys River (Irtysh) in the city of Serebryansk. The city of Serebryansk is home to 8,400 people. The water consumption rate is 250 liters / day.

In the main part, she provided information about the locality, selected the type of water intake, calculated the hydraulic calculation, selected the required diameter of pipes and selected grids.

In the technology of construction production, she compiled the scope of work, calculation of labor costs, a calendar plan and a schedule of movement.

In the economic part, the local estimate for water intake and pipeline laying is calculated.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Основной раздел	8
1.1 Характеристика реки Иртыш	8
1.2 Информация о населенном пункте Серебрянск	9
1.3 Подбор типа водозабора и выбор места расположения	10
1.4 Компоновка водозаборного сооружения	11
1.5 Выбор способа предотвращения образования шуги	12
1.6 Определение зон санитарной охраны	12
1.7 Гидравлический расчет водозабора	13
1.8 Расчет и выбор решеток	14
1.9 Потери напора в решетках	15
1.10 Уровень воды в водоприемных отделениях	17
1.11 Определение глубины воды в месте установки водозаборного сооружения	19
1.12 Определение размеров вращающихся сеток	20
1.13 Расчет уровней воды во всасывающем отделении	22
1.14 Подбор насосов	25
2 Технология строительного производства	29
2.1 Составление объемов работ	29
2.2 Калькуляция затрат труда	30
2.3 Календарный план и график движения рабочих	32
3 Экономический раздел	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	38

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день, спрос на питьевую воду остался актуальным. Это можно проследить по потребности воды, которая растет из года в год. Известно, что человек почти на 90 % состоит из воды. Если посмотреть в разрезе всего мира, то Казахстан является одной из наиболее вододефицитных стран, ввиду климатических особенностей. Так как почти 90 процентов годового объема воды рек появляется в весенний период и около 75 процентов - на летний. Таким образом, весь водный баланс необходимо восполнять. Известно, что человеку в среднем необходимо принимать 200 мг воды в день, чтобы восполнить свой водный потенциал. Каждый второй житель населенного пункта Серебрянск использует воду в ненормированном качестве и ненадлежащим гигиеническим требованиям.

К этому вопросу, необходимо подойти серьезно. Подача воды в достаточном количестве в населенный пункт дает возможность поднять общий уровень благоустройства городов, села. Выполняемость такой задачи и обеспечение санитарных характеристик питьевой воды возлагает тщательный выбор качества природных источников, очистки от различных загрязнений на водопроводных устройствах. Эти характеристики назначают актуальность дипломной работы.

Различают водозаборы поверхностных и подземных вод. Выбрала тип водозабора—береговой. Ввиду этого основной целью дипломной работы является правильность проектирования берегового водозабора, который надежно и бесперебойно работал и полностью отвечал санитарным требованиям. Таким образом, водозабор – это гидротехническое сооружение для отбора воды из водоема, водотока или подземного водного объекта в целях промышленного и хозяйственно-питьевого водоснабжения. К тому же, нужно учитывать при постройке фауну в водоеме, чтобы не нанести вред живым организмам.

Задачей дипломного проекта является:

- тщательный выбор местоположения водозаборного узла;
- конструктивная особенность водозаборного устройства;
- выбор необходимого диаметра труб;
- подбор сеток по условиям забора воды;
- подбор насосов, согласно расчетному расходу.

В ввиду результатов выполненных исследований выбран береговой водозабор, отвечающий данным характеристикам.

1 Основной раздел

1.1 Характеристика реки Иртыш

Река Иртыш представляет собой протяженную нить длиной 4248 км. Известно, река Иртыш обуславливает наибольшую водность для Казахстана-30,3 км³. Эта река, являющаяся левым притоком Оби, расположена на территории Китая, России и Казахстана. Несомненно, река получила название «межгосударственной», так как располагается на территории трех государств. Иртыш берет начало на южных склонах Алтая, а также в Китайской Народной Республике. В Казахстане река протекает в Павлодарской и Восточных областях. Площадь бассейна реки Иртыш составляет 354,15 тыс.км². Река, по сравнению с другими реками Казахстана, имеет ярко выраженную особенность, Иртыш и его притоки Тобыл и Есил – относятся к Северному Ледовитому океану, а также несут воды за пределы Республики Казахстана.

На территории бассейна реки Иртыш находится большое количество озер, так одним из самых крупных является озеро Зайсан с площадью зеркала около 5510 км². Также река Ертыс имеет три самых крупных водохранилищ: Усть-Каменогорское, полный объем которого 655 млн.м³; Бухтарминское – 49620 млн.м³; Шульбинское – 2390 млн.м³. В Восточной области река состоит из многочисленных разветвленных сетей притоков, таких как: Уба, Ульба, Бухтарма.

Водные ресурсы реки Иртыш используются в качестве водоснабжения отраслей экономики Павлодарской, Восточно-Казахстанской и с помощью канала К. Сатпаева - Акмолинской и Карагандинской областей. Измерение стока реки, а также ее оценка поставлена по измерению стока на гидрологических постах. Исходные данные для измерения стока внесли в себя оценку количества стока, регулирование пропусков, контроль за однородностью, вывод влияния хозяйственной деятельности на сток рек.

Для получения исходных данных о многолетнем стоке, а также его основных включений были произведены расчеты, включающие расчетные периоды и приведению среднего стока за период наблюдений к многолетней расчетной части. Стоит отметить, что длительному наблюдению подверглась река Иртыш. Расчет параметров стока сделаны с требованиями СН РК 4.01-03-2011, тем самым ошибки коэффициента вариации и нормы стока достигали менее 10 процентов, что говорит о правильности проделанной работы.

Многолетние колебания водности рек Казахстана, определяются напрямую коэффициентом корреляции, тем самым являются разнообразными. Более стабильной представляет сток рек формирующийся в горах. К ним относится, в частности, Иртыш. Коэффициент корреляции этой реки составляет 0,09-0,7. В настоящее время в Казахстане сток рек начал нарушаться ввиду хозяйственной деятельности человека. Так по показанием а период 1935-2008 гг. реки Иртыш, бытовой сток составил 28,61км³/год; естественный сток-30,31 км³/год; снижение стока – 1,70 км³/год. Это доказывает, что наибольший урон в

сторону понижения стока оказала хозяйственная деятельность. Тем не менее, это не помешало построить на использование стока реки Иртыш, массивы лиманного орошения, такие как: Бескарагайский, Павлодарский, Лебяжинский; общей площадью более 50 тыс.га.

1.2 Информация о населенном пункте Серебрянск

Город Серебрянск расположен в округе Алтая Восточно-Казахстанской области. Население составляет 8400 человек. Город сформировался в 1952 году в результате строительства Бухтарминской гидроэлектростанции. Площадь города составляет 2574 гектара.

Для обеспечения водой, Серебрянск использует воду реки Иртыш, при этом водный отбор составляет примерно 1,5 тыс. м³/сут. Сток реки на выходе из Бухтарминского водохранилища составляет 300 м³/с. Климат города резко-континентальный.

Минимальный уровень воды в реке Иртыш составляет 427 мБС. Максимальный уровень – 440 мБС.



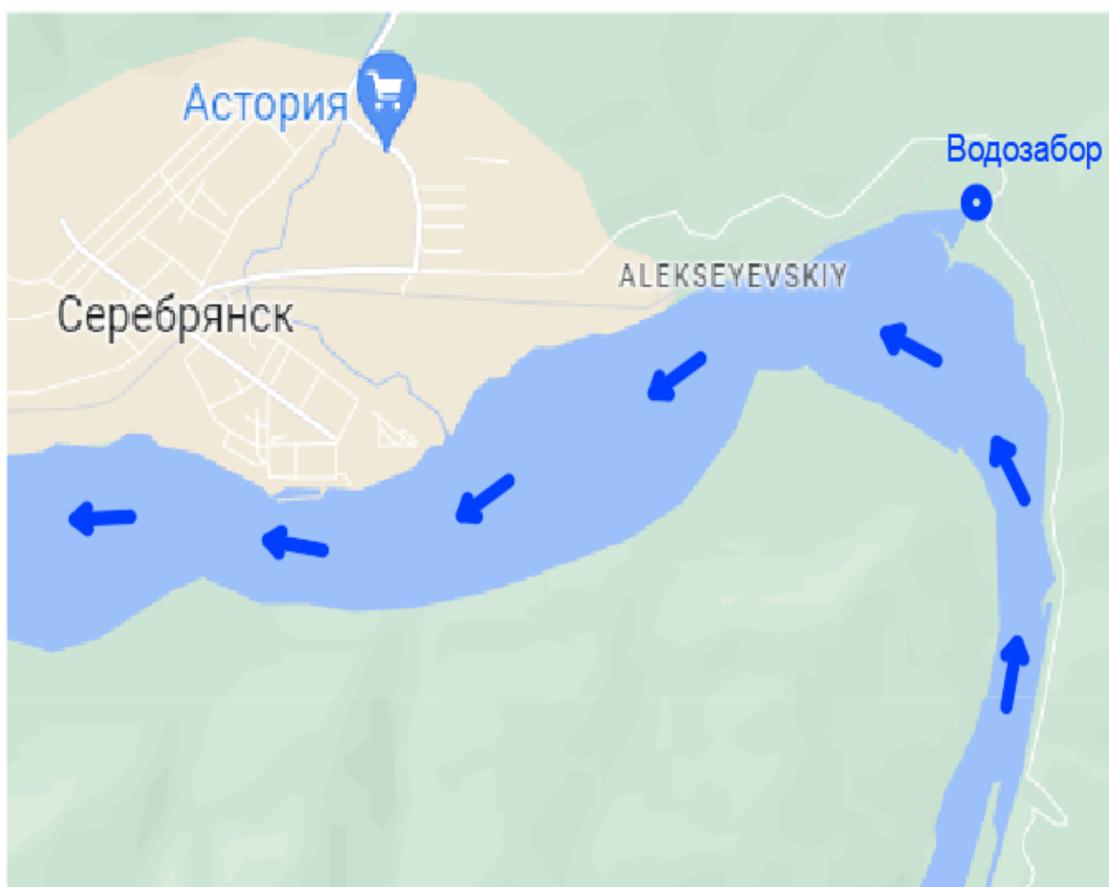
Рис 1.1 – Расположение г.Серебрянск

1.3 Подбор типа водозабора и выбор места расположения

- расположение водозаборного сооружения должно быть выбрано на устойчивом месте реки, учитывающего глубину реки;
- на выбранном участке водозабора должны быть благоприятные условия берега;
- выбранное место русла должно иметь пологие берега, не должны присутствовать сужения, перепады;
- строго запрещено располагать водоприемники в зонах движения водной техники.

Водозабор должен располагаться в зоне санитарной охраны, забор воды в водозаборном сооружении должен находиться выше по течению воды в реке от населенных пунктов, ферм.

Также водозаборное сооружение запрещается располагать в сейсмических районах, на участке затапливаемым паводковыми водами. Не должны присутствовать оползни, так как благодаря им происходит крушение сооружений.



1.2 – Расположение водозабора

1.4 Компоновка водозаборного сооружения

Опираясь на крутые берега города Серебрянск и тяжелые условия забора воды, ввиду различного сора, выбрала секционный береговой водозабор.

В основу водозабора входят такие части, как решетки, которые защищают приемное отделение от попадания мусора; рыбозаградительные сетки которые защищают приемное отделение от попадания мусора; рыбозаградительные сетки; эжекторы, очищающие береговые колодца от наноса; насосы вспомогательные, насосы первого подъема; электрические оборудования; затворы, а также сетки, отделяющие приемное отделение от всасывающего.

Сетки служат для задержания планктона, водорослей, мелкого сора и т. п. Проходя через решетки и сетки, вода подвергается механической очистке. Береговой колодец на водозаборах данного типа частично выступает в русло реки. Прием воды производится через водоприемные отверстия (окна) непосредственно в приемное отделение колодца. Водоприемные окна располагаются в передней стенке колодца, в один или несколько ярусов. Многоярусное расположение водоприемных окон применяется при больших колебаниях уровня воды (больше или равно 6 м) для обеспечения приема наиболее чистой воды. Входные окна перекрываются сороудерживающими решетками или фильтрующими кассетами.

Водозабор должен служить как природоохраняемое сооружение. Ввиду этого строительство водозабора не может быть запущено без согласования с органами рыбозащиты. Существуют требования при строительстве водного объекта такие как:

- бесперебойная пропускная способность воды;
- гарантированная рыбозащита;
- надежность эксплуатации.

Таким образом, к рыбозащитным мероприятием относится рыбозаградительные, этому может служить сетки сооруженные из нержавеющей стали с отверстиями колеблющимися от 3 до 5 мм, которые могут применяться в береговых водоприемниках, служащими ограждениями от рыб. Также на сегодняшний день актуальна тема о рыбоотражающем действии. В основу берут специальные устройства, такие как: перемещающие ограждения, глубинные оголовки и другое, которые отделяют место водозабора от рыб. Но этот способ достаточно сложен тем, что необходимо знать точное распределение рыб, чтобы не изменить их жизненный ритм. Также существует экологический способ, который осуществляется путем создания искусственного подвала воды к водозаборному сооружению и как правило рыба попадая в такой подвал перенаправляется в водоем, в котором обитает рыба. Применяю механические оградители от рыбы (решетки, плетни, плоские сетки), эти устройства создают механические препятствия и тем самым, защищает рыбу.

1.5 Выбор способа предотвращения образования шуги.

Водозабор может полностью выйти из строя из-за наносов и обрастания. Для того чтобы предотвратить такие явления, возле водоприемных окон сооружают специальные карманы, которые потом промывают для удаления наносов. Также в приемных отделениях колодцев устанавливают специальные приборы – гидроэлеваторы, с их помощью осуществляется откачка оседающих наносов.

Средством удаления шуги является правильное выбранное место водозабора. Если же выбранное место, не удовлетворяет требованиям и надежным условиям, то следует выпрямлять русло реки на месте водозабора, также возможно изменить состояние потока воды путем сооружения различных струенаправляющих сооружений или дамб. Также следует учесть общее средство при борьбе с шугой - создать водозабор с малыми скоростями поступления воды в приемное отделение. При небольшой производительности водозабора достаточно применение сородерживающих решеток из металлических стержней, а также плавучих сооружений, которые отгоняют образование шуги. Так как при расчете получила водозабор малой производительности, для избавления от шуги использовала плавучие сооружения и малую скорость всасывания воды, а для защиты решеток от обрастания применяю окрашивание цинковой краской.

1.6 Определение зон санитарной охраны

Зоны санитарной охраны служат для обеспечения санитарной надежности. Зона санитарной охраны подразумевает полную отгороженность территории, окруженную часть водоема. На такой территории устанавливается режим, который способствует надежной защите источника водоснабжения от различных загрязнений. Существует три пояса зоны охраны.

Первый относится к строгому режиму, который ограждает объект в зоне забора воды и территорию на котором расположен водозабор. В такой ограждающей части изолируют присутствие людей, путем постройки забора и озеленяют. Также в ограждающей части строго запрещается строительство зданий, купание, выпас скота. Так как ширина реки Иртыш в среднем составляет 500 м, определила границу первого пояса санитарной охраны от водозабора в пределах, вверх движения воды на 200 м, вниз движения на 100 м, берег на котором расположен водозабор на 100 м, противоположный берег вся прилегающая вода и противоположный берег с охватом не менее чем 100 м, при том что ширина реки более 100 м.

Второй пояс зоны санитарной охраны определяется гидродинамическим расчетным путем и включает территорию, предназначенную для предупреждения загрязнения вод источников водоснабжения. Границы второго пояса зоны санитарной охраны принимаются вверх по течению 100 - 400 м.

Принимаю 300 м, так как течение в реки большое. При этом вниз по течению принимается не меньше 250 м, боковые границы для горной местности принимаю 200 м при пологом склоне гор.

Третью ограждающую зону принимаю такую же как вторую зону санитарной охраны, т.е. вверх по течению принимаю 300 м, вниз по течению - 250 м, боковые границы для горной местности – 200 м.

При расчете зон санитарной охраны учитывала требования к качеству воды по СН РК 4.01-03-2011, в котором принимается расстояние от водозабора не менее чем 700 м вверх по течению.

1.7 Гидравлический расчет водозабора

Вода расходуется различными потребителями на самые разнообразные нужды, подавляющее большинство которых можно объединить в три основные категории:

- расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения: бытовые расходы воды (на питье, приготовление пищи, стирку и т. д.) и расходы воды на обеспечение благоустройства населенных пунктов (поливка улиц, площадей, зеленых насаждений);

- расход воды для производственных (технических) целей на предприятиях промышленности, транспорта, энергетики, сельского хозяйства.

- расход воды на тушение пожаров.

Вычислим объем воды в сутки наибольшего водопотребления

$$W_{\text{макс}} = n \cdot N \quad , \quad (1.1)$$

где n – норма воды принимаемая 250 л/с;

N – количество жителей.

$$W_{\text{макс}} = 250 \cdot 8400 = 2100000 \text{ л/сут} = 2100 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Для качественного подбора характеристик водозаборного сооружения, воспользовалась требованиям СН РК 4.01-03-2011.

Производительность водозабора является главной характеристикой правильной работы водозаборного сооружения. Отсюда следует определить расход воды подаваемой потребителям.

Производительность водозаборного сооружения вычислила по формуле

$$Q_{\text{в}} = \frac{(1 + 0,01 \cdot P_{\text{с.м}}) \cdot W_{\text{макс}}}{t} \quad , \quad (1.2)$$

где $W_{\text{макс}}$ – объем воды, в сутки потребления $\text{м}^3/\text{сут}$;

$P_{\text{с.м}}$ – затраты воды на собственные нужды водозабора 3–8%;

t – время работы водозаборного сооружения, 24 ч.

$$Q_B = \frac{(1+0,01 \cdot 5) \cdot 2100}{24 \cdot 360} = 0,25 \text{ м}^3/\text{с}$$

Ввиду аварийных ситуаций на одной линии допустимая нагрузка распределяется между остальными резервными линиями, поэтому принимаю двухсекционный водозабор.

Далее определяю расчетный расход для каждой секции согласно формуле

$$Q_c = \frac{Q_B}{n}, \quad (1.3)$$

где n – число секций водозаборного сооружения;

Q_B – производительность водозаборного сооружения.

$$Q_c = \frac{0,25}{2} = 0,125 \text{ м}^3/\text{с}$$

При этом необходимо учесть аварийный расход в случае аварии при выходе из строя одной из секций, согласно формуле

$$Q_{c.ав} = \frac{n}{n-1} \cdot \mu_{ав} \cdot Q_c, \quad (1.4)$$

где $\mu_{ав}$ – коэффициент снижения подачи воды при аварии-0,7.

$$Q_{c.ав} = \frac{2}{2-1} \cdot 0,7 \cdot 0,125 = 0,175 \text{ м}^3/\text{с}$$

Получаем значение $Q_B < 1 \text{ м}^3/\text{с}$, при такой производительности водозабор относится к водозаборам малой производительности, согласно СН РК 4.01-03-2011.

1.8 Расчет и выбор решеток

Решетки представляют собой защитный барьер для задержания крупного мусора.

Определяю требуемую площадь водоприемных отверстий для каждой из секций по формуле

$$\varepsilon_0 = 1,25 \cdot K \cdot \frac{Q_c}{g}, \quad (1.5)$$

где 1,25 – коэффициент учитывающий засорение приемных отверстий [3];

K – коэффициент стеснения размеров отверстий стержнями решетки;

g – скорость потока воды в проемах решетки равна 0,15 м/с [3].

Коэффициент K определяют согласно формуле

$$K = \frac{a+c}{a}, \quad (1.6)$$

где a – расстояние между стержнями решетки в проемах 50-100 мм [3];

c – толщина стержня решетки, обычно принимают 8-20 мм [3].

$$K = \frac{90+19}{90} = 1,21$$

Тогда требуемая площадь водоприемных отверстий будет равна

$$\varepsilon_0 = 1,25 \cdot 1,21 \cdot \frac{0,125}{0,15} = 1,26 \text{ м}^2$$

Согласно таблице, получаю решетку со стандартными и минимальными размерами окна 600×400.

Таблица 1.1 – Съёмные сородержающие решетки

Размер водоприемного окна, хН	400×600	600×800	800×1000	1000×1200	1200×1400	1260×2000
Размер решетки, мм хН	500×700	700×900	930×1130	1100×1320	1300×1520	1424×2200

1.9 Потери напора в решетках

Известно, что при проходе воды через различные преграды, в моем случае водоприемном и всасывающем отделении, они будут различны. Для этого необходимо определить коэффициенты сопротивления.

Коэффициент сопротивления чистой решетки определяю по формуле

$$\varepsilon_p = K_1 \cdot \left(\frac{c}{c+a} \right)^{1,6} \cdot \left(2,3 \cdot \frac{b}{a} + 8 + 2,4 \cdot \frac{a}{b} \right) \cdot \sin \alpha, \quad (1.7)$$

где K_1 – коэффициент, для профиля сечения стержней равен 0,504 [3];
 b – размер принимаем 50 мм для сечения стержня решетки по направлению обтекания потоком воды для круглых стержней;
 α – угол наклона решетки для водозабора коммунального назначения, который принимается 90° .

$$\varepsilon_p = 0,504 \cdot \left(\frac{19}{19+90} \right)^{1,6} \cdot \left(2,3 \cdot \frac{50}{90} + 8 + 2,4 \cdot \frac{90}{50} \right) \cdot \sin 90 = 0,37$$

Коэффициент сопротивления для загрязненной решетки вычисляется по формуле

$$\varepsilon_{з,п} = \varepsilon_p \cdot \left(\frac{K_3}{K_p} \right)^2, \quad (1.8)$$

где K_3 – коэффициент предельного загрязнения, принимаемый 1,5 [3];
 K_p – коэффициент загрязнения решетки, принимаемый 1,25.

$$\varepsilon_{з,п} = 0,37 \cdot \left(\frac{1,5}{1,25} \right)^2 = 0,532$$

Коэффициент гидравлического сопротивления чистой решетки определяют

$$\gamma_p = \frac{\varepsilon_p}{2 \cdot g \cdot \varepsilon_0^2}, \quad (1.9)$$

$$\gamma_p = \frac{0,37}{2 \cdot 9,81 \cdot 1,26^2} = 0,011 \text{ с}^2/\text{м}^5$$

Коэффициент гидравлического сопротивления загрязненной решетки определяют

$$\gamma_{з,п} = \frac{\varepsilon_{з,п}}{2 \cdot g \cdot \varepsilon_0^2}, \quad (1.10)$$

$$\gamma_{з.р} = \frac{0,532}{2 \cdot 9,81 \cdot 1,26^2} = 0,017 \text{ с}^2/\text{м}^5$$

Определяю потери напора при нормальной работе водозаборного сооружения для чистой решетки по формуле

$$h_p = \gamma_p \cdot Q_c^2, \quad (1.11)$$

где γ_p – коэффициент гидравлического сопротивления чистой решетки;
 Q_c – расчетный расход для каждой секции м³/сут.

$$h_p = 0,011 \cdot 0,125^2 = 0,00017 \text{ м}$$

Определяю потери напора при нормальной работе водозаборного сооружения для загрязненной решетки по формуле

$$h_{з.р} = \gamma_{з.р} \cdot Q_c^2, \quad (1.12)$$

где $\gamma_{з.р}$ – коэффициент гидравлического сопротивления загрязненной решетки;
 Q_c – расчетный расход для каждой секции м³/сут.

$$h_{з.р} = 0,017 \cdot 0,125^2 = 0,00026 \text{ м}$$

Исходя из этого, для чистой решетки потери напора при аварийном режиме определяются по формуле

$$h_{р.ав} = \gamma_p \cdot Q_{с.ав}^2, \quad (1.13)$$

где $Q_{с.ав}$ – аварийный расход при выходе из строя одной из секций, м³/с.

$$h_{р.ав} = 0,011 \cdot 0,175^2 = 0,00033 \text{ м}$$

1.10 Уровень воды в водоприемных отделениях

Определяю минимальные уровни воды в водоприемных отделениях при нормальной работе водозабора для чистой решетки согласно формуле

$$Z_{в.пр} = Z_{мин} - h_p , \quad (1.14)$$

где $Z_{мин}$ – минимальный уровень воды в реке Иртыш;
 h_p – потери напора при нормальной работе водозабора, м.

$$Z_{в.пр} = 427,00 - 0,00017 = 426,99983 \text{ м}$$

Определяю минимальные уровни воды в водоприемных отделениях при нормальной работе водозабора для загрязненной решетки согласно формуле

$$Z_{в.пр.з} = Z_{мин} - h_{р.з} , \quad (1.15)$$

где $Z_{мин}$ – минимальный уровень воды в реке Иртыш;
 $h_{р.з}$ – потери напора при нормальной работе водозаборного сооружения для загрязненной решетки, м.

$$Z_{в.пр} = 427,00 - 0,00026 = 426,99974 \text{ м}$$

Определяю минимальные уровни воды в водоприемных отделениях при аварийной работе водозабора согласно формуле

$$Z_{в.пр.ав} = Z_{мин} - h_{р.ав} , \quad (1.16)$$

где $Z_{мин}$ – минимальный уровень воды в реке Иртыш;
 $h_{р.з}$ – потери напора при аварийной работе водозабора, м.

$$Z_{в.пр} = 427,00 - 0,00033 = 426,99967 \text{ м}$$

Максимальный уровень воды в водоприемном отделении при нормальной работе водозабора для чистой решетки определяют по формуле

$$Z_{в.пр} = Z_{макс} - h_p , \quad (1.17)$$

где $Z_{макс}$ – максимальный уровень воды в реке Иртыш 440 мБС;
 h_p – потери напора при нормальной работе водозаборного сооружения для чистой решетки.

$$Z_{в.пр} = 440,00 - 0,00017 = 439,99983 \text{ м}$$

Определяю максимальный уровень воды в водоприемных отделениях при нормальной работе водозабора для загрязненной решетки согласно формуле

$$Z_{\text{в.пр.з}} = Z_{\text{макс}} - h_{\text{р.з}} , \quad (1.18)$$

где $Z_{\text{макс}}$ – максимальный уровень воды в реке Иртыш;
 $h_{\text{р.з}}$ – потери напора при нормальной работе водозаборного сооружения для загрязненной решетки, м.

$$Z_{\text{в.пр}} = 440,00 - 0,00026 = 439,99974 \text{ м}$$

Определяю максимальный уровень воды в водоприемных отделениях при аварийной работе водозабора согласно формуле

$$Z_{\text{в.пр.ав}} = Z_{\text{макс}} - h_{\text{р.ав}} , \quad (1.19)$$

где $Z_{\text{макс}}$ – максимальный уровень воды в реке Иртыш;
 $h_{\text{р.з}}$ – потери напора при аварийной работе водозабора, м.

$$Z_{\text{в.пр}} = 440,00 - 0,00033 = 439,99967 \text{ м}$$

Согласно моим расчетам, потери напора на решетках незначительны при любых ситуациях. Принимаю максимальный уровень 440 мБС, а минимальный – 427 мБС.

1.11 Определение глубины воды в месте установки водозаборного сооружения

Для предотвращения попадания наносов в сооружение нижнюю часть водоприемных окон нужно расположить не менее, чем на 0,5 м выше дна реки.

Чтобы обеспечить бесперебойную работу водозабора, следует верхнюю часть водоприемного окна расположить не менее чем на 0,3 м ниже льда.

Вычисляю высоту водозаборного окна согласно формуле

$$H_{\text{ок}} = H_{\text{и}} - h_{\text{в}} - 0,8 \text{ м} , \quad (1.20)$$

где $h_{\text{в}}$ – высота полуволны, принимаемая 0,26 м [2];

$H_{\text{и}}$ – глубина в реке в месте расположения водозабора.

$$H_{\text{ок}} = 2,03 - 0,26 - 0,8 \text{ м} = 0,97 \text{ м}$$

Для определения глубины в реке в месте расположения воспользуюсь формулой

$$H_{и} = H_{ок} + 0,9 \cdot h_{л} + 0,8 \text{ м} , \quad (1.21)$$

где $H_{ок}$ – высота водоприемного окна, которая принимается 0,6 м;
 $h_{л}$ – толщина льда в реке Иртыш принимаемая 0,70 м;
 0,9 – коэффициент характеризующий плотность льда и глубину его погружения в воду [2].

$$H_{и} = 0,6 + 0,9 \cdot 0,70 + 0,8 \text{ м} = 2,03 \text{ м}$$

Принимаю глубину реки Иртыш в месте расположения водозаборного сооружения 2,03 м.

Вычисляю отметку дна в месте установки водозаборного сооружения

$$Z_g = Z_{мин} - H_{и} , \quad (1.22)$$

где $Z_{мин}$ – минимальный уровень воды в реке Иртыш;
 $H_{и}$ – глубина в реке в месте расположения водозабора

$$Z_g = 427,00 - 2,03 = 424,97 \text{ м}$$

1.12 Определение размеров вращающихся сеток

Так как в этом регионе резко – континентальный климат, соответственно условия забора воды тяжелые, то в таких случаях предусматриваются вращающиеся сетки, в результате происходит интенсивное образование шуги и льда в зимний период.

Определяю коэффициент стеснения сеточных отверстий проволокой сетки по формуле

$$K = \left(\frac{a+d}{a} \right)^2 , \quad (1.23)$$

где a – размер ячеек сетки в свету, согласно с диаметром извлекаемых частиц 2 мм;

d – диаметр проволоки сетки 0,1-1,5 мм.

$$K = \left(\frac{2+1,5}{2} \right)^2 = 3,062 \text{ мм}$$

Определяю требуемую площадь водоприемных отверстий каждой секции по формуле

$$\varepsilon_0 = 1,25 \cdot K \cdot \frac{Q_c}{g}, \quad (1.24)$$

где 1,25 – коэффициент, определяющий засорение сеток [3];

K – коэффициент стеснения размеров отверстий стержнями сетки;

g – скорость потока в отверстиях сетки принимаемая 1м/с [3].

$$\varepsilon_0 = 1,25 \cdot 3,062 \cdot \frac{0,125}{1} = 0,478 \text{ м}^2$$

Принимаю размер сеток: высота –930 мм, длина –930 мм, масса сетки 47 кг, ввиду размера отверстия 800×800 [3] данные приведены в таблице . При этом удельное гидравлическое сопротивление сетки принимается $\gamma_{oc} = 0,044 \text{ с}^2/\text{м}$ [3]

Таблица 1.2 – Вращающие сетки

Высота сетки, мм	Длина, мм	Масса, кг
930	930	47
8250	1500	91
11000	2000	12130
8650	2500	11465
11000	3000	870

Коэффициент учитывающий увеличение сопротивления сетки за счет вертикального перемещения ее в потоке определяется по формуле

$$K = 1 + 0,6 \cdot \frac{g_B}{g_c}, \quad (1.25)$$

где g_B – скорость вертикального перемещения сетки в фильтрующем потоке воды 0,005 - 0,1 м/с [3];

g_c – скорость потока в отверстиях сетки принимаемая 1м/с [3].

$$K = 1 + 0,6 \cdot \frac{0,006}{1} = 1,003$$

Потери напора для незагрязненной сетки вычисляются по формуле

$$h_c = K \cdot \frac{\gamma_0}{\varepsilon_c^2} \cdot Q_c^2, \quad (1.26)$$

где γ_0 – удельное гидравлическое сопротивление сетки [3];
 ε_c – площадь водоприемных отверстий каждой секции 800×800 мм;
 Q_c – расчетный расход для каждой секции;
 K – коэффициент учитывающий увеличение сопротивления сетки за счет вертикального перемещения ее в потоке [3].

$$h_c = 1,003 \cdot \frac{0,044}{0,64^2} \cdot 0,125^2 = 0,0016 \text{ м}$$

Потери напора при аварийной работе водозаборного сооружения вычисляются

$$h_{ав} = K \cdot \frac{\gamma_0}{\varepsilon_c^2} \cdot Q_{ав}^2, \quad (1.27)$$

где γ_0 – удельное гидравлическое сопротивление сетки [3];
 ε_c – площадь водоприемных отверстий каждой секции;
 $Q_{ав}$ – расчетный расход при аварийной работе водозабора;
 K – коэффициент учитывающий увеличение сопротивления сетки за счет вертикального перемещения ее в потоке.

$$h_{ав} = 1,003 \cdot \frac{0,044}{0,64^2} \cdot 0,175^2 = 0,0032 \text{ м}$$

1.13 Расчет уровней воды во всасывающем отделении

Определение минимальных отметок уровней воды во всасывающем отделении при работе чистой сетки вычисляется по формуле

$$Z_{вс} = Z_{мин} - h_p - h_c, \quad (1.28)$$

где $Z_{мин}$ – минимальный уровень воды в реке;
 h_p – потери напора при нормальной работе водозаборного сооружения для чистой решетки, м;
 h_c – Потери напора для незагрязненной вращающейся сетки.

$$Z_{вс} = 427,00 - 0,00017 - 0,0016 = 426,99823 \text{ м}$$

Определение минимальных отметок уровней воды во всасывающем отделении при аварийном режиме вычисляется по формуле

$$Z_{\text{вс.ав}} = Z_{\text{мин}} - h_{\text{р.ав}} - h_{\text{с.ав}} , \quad (1.29)$$

где $Z_{\text{мин}}$ – минимальный уровень воды в реке;

$h_{\text{р.ав}}$ – потери напора при аварийном режиме работы водозабора, м;

$h_{\text{с}}$ – потери напора при аварийном режиме работы вращающейся сетки.

$$Z_{\text{вс.ав}} = 427,00 - 0,00033 - 0,0032 = 426,99647 \text{ м}$$

Определение максимальных отметок уровней воды во всасывающем отделении при работе чистой сетки вычисляется по формуле

$$Z_{\text{вс}} = Z_{\text{макс}} - h_{\text{р}} - h_{\text{с}} , \quad (1.30)$$

где $Z_{\text{макс}}$ – минимальный уровень воды в реке;

$h_{\text{р}}$ – потери напора при нормальной работе водозаборного сооружения для чистой решетки, м;

$h_{\text{с}}$ – потери напора для незагрязненной вращающейся сетки.

$$Z_{\text{вс}} = 440,00 - 0,00017 - 0,0016 = 439,99823 \text{ м}$$

Определение максимальных отметок уровней воды во всасывающем отделении при аварийном режиме вычисляется по формуле

$$Z_{\text{вс.ав}} = Z_{\text{макс}} - h_{\text{р.ав}} - h_{\text{с.ав}} , \quad (1.31)$$

где $Z_{\text{макс}}$ – максимальный уровень воды в реке;

$h_{\text{р.ав}}$ – потери напора при аварийном режиме работы водозабора, м;

$h_{\text{с}}$ – Потери напора при аварийном режиме работы вращающейся сетки.

$$Z_{\text{вс}} = 440,00 - 0,00033 - 0,0032 = 439,99647 \text{ м}$$

Далее определяю минимальную рабочую высоту фильтруемого через сетку слоя воды согласно формуле

$$H_{\text{мин}} = \frac{\varepsilon_{\text{с}}}{B_{\text{с}}} , \quad (1.32)$$

где $B_{\text{с}}$ – ширина сетки, принимаемая равным 0,4 м [26];

$\varepsilon_{\text{с}}$ – площадь размера отверстия 0,64 м.

$$H_{\text{мин}} = \frac{0,64}{0,4} = 1,6 \text{ м}$$

Далее определяю отметку верхней рабочей части полотна сетки, которая должна быть ниже минимального уровня воды во всасывающем отделении сетки на 0,15 м, и вычисляется согласно формуле

$$Z_{c.1} = Z_{вс.мин} - 0,15, \quad (1.33)$$

где $Z_{вс.мин}$ – минимальный уровень воды во всасывающем отделении сетки при аварии.

$$Z_{c.1} = 426,99967 - 0,15 = 426,849 \text{ м}$$

Вычисляю отметку нижней часть рабочей сетки по формуле

$$Z_{c.2} = Z_{c.1} - H_{мин}, \quad (1.34)$$

где $Z_{c.1}$ – отметка верхней рабочей части полотна сетки;
 $H_{мин}$ – минимальная рабочая высота фильтруемого через сетку слоя воды [3].

$$Z_{c.2} = 426,849 - 1,6 = 425,24 \text{ м}$$

Далее вычисляю отметку дна всасывающего отделения водозабора по формуле

$$Z_{дно} = Z_{c.2} - d_n, \quad (1.35)$$

где d_n – диаметр нижнего барабана, принимаю 0,15 м.

$$Z_{дно} = 425,24 - 0,15 = 425,09 \text{ м}$$

Следовательно, вычисляю отметку оси верхнего барабана по формуле

$$Z_{б.1} = Z_{макс} + c + \delta + A, \quad (1.36)$$

где $Z_{макс}$ – максимальный уровень воды в реке 440 мБС;
 c – коэффициент превышения перекрытия водозаборного сооружения над расчетным уровнем воды в источнике, м. Принимаю водозабор 2 категории- 0,8 м [3];
 δ – толщина перекрытия водозаборного сооружения равная 0,2-0,3 м;
 A – высота оси верхнего барабана сетки расположенная под полом сеточного помещения, принимается 0,8-1,2 м.

$$Z_{6,1}=440,00+0,8+0,2+1=442,00 \text{ м}$$

Следовательно, вычисляю отметку оси нижнего барабана по формуле

$$Z_{6,2}=Z_{\text{дно}}+0,5+\frac{d_{\text{н}}}{2}, \quad (1.37)$$

где $Z_{\text{дно}}$ – отметка дна всасывающего отделения водозабора, м;
 $d_{\text{н}}$ – диаметр нижнего барабана, принимаю 0,15 м;
 0,5 – высота порошка за стенкой, м.

$$Z_{6,2}=425,09+0,5+\frac{0,15}{2}=425,66 \text{ м}$$

1.14 Подбор насосов

Насосы подбирают за счет требуемой подачи воды на очистные сооружения.

Принимаю по одному насосу на каждую секцию.

Определяю напор для насосов по формуле

$$H_{\text{нас}}=Z_{\text{оч.с}} - Z_{\text{вс.мин}} + \frac{\gamma_{\text{н}} \cdot l_{\text{н}}}{n_{\text{в}}^2} \cdot Q_{\text{в}}^2 + \frac{\gamma_{\text{вс}} \cdot l_{\text{вс}}}{n_{\text{в}}^2} \cdot Q_{\text{в}}^2 + h_{\text{н}}, \quad (1.38)$$

где $Z_{\text{оч.с}}$ – отметка воды, принимаемая в смесителе 442 м;

$Z_{\text{вс.мин}}$ – минимальный уровень воды во всасывающем отделении 426,99823 м;

$\gamma_{\text{н}}$ – удельное гидравлическое сопротивление для напорного трубопровода, 0,009 с²/м⁶ [3];

$\gamma_{\text{вс}}$ – удельное гидравлическое сопротивление для всасывающего трубопровода, 0,003 с²/м⁶ [3];

$l_{\text{н}}$ – длина напорного водовода, 200 м;

$l_{\text{вс}}$ – длина всасывающего водовода, 800 м;

$n_{\text{в}}$ – число водоводов;

$Q_{\text{в}}$ – расход водозабора, м³/с;

$h_{\text{н}}$ – свободный напор, принимаемый 0,5-1,0 м [3].

$$H_{\text{нас}}=442 - 426,99823 + \frac{0,009 \cdot 200}{1^2} \cdot 0,25^2 + \frac{0,003 \cdot 800}{1^2} \cdot 0,25^2 + 0,6=15,86$$

Затем определяю марку насоса по расчетному напору, учитывая расход при аварийном режиме $0,175 \text{ м}^3/\text{с}$. Выбираю насос центробежный 1Д 630-125, с подачей $630 \text{ м}^3/\text{ч}$, напором 125 м .

Определяю диаметр всасывающего трубопровода по формуле

$$d_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{н}}}{\pi \cdot v}}, \quad (1.39)$$

где $Q_{\text{н}}$ – максимальный расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$;

v – скорость во всасывающем трубопроводе 1 м/с , согласно таблице

1.3.

$$d_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,175}{3,14 \cdot 1}} \approx 0,50 \text{ м}$$

Принимаю диаметр всасывающей стальной трубы 500 мм , с наружным диаметром $530 \times 8,0$.

Вычисляю значение фактической скорости по формуле

$$v_{\text{ф}} = \frac{4 \cdot Q_{\text{н}}}{d^2 \cdot \pi}, \quad (1.40)$$

где $Q_{\text{н}}$ – максимальный расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$;

d – полученный диаметр всасывающей трубы, м .

$$v_{\text{ф}} = \frac{4 \cdot 0,175}{0,50^2 \cdot 3,14} = 0,89 \text{ м/с}$$

Вычисляю диаметр напорного трубопровода

$$d_{\text{нап}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{н}}}{\pi \cdot v}}, \quad (1.41)$$

где $Q_{\text{н}}$ – максимальный расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$;

v – скорость в напорном трубопроводе $1,5 \text{ м/с}$, согласно таблице 1.3.

$$d_{\text{нап}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,175}{3,14 \cdot 1,5}} \approx 0,40 \text{ м}$$

Таблица 1.3– Скорость движения воды насосных станций

Диаметр труб, мм	Для всасывающих труб	Для напорных труб
До 250 включительно	0,6-1,0	0,8-2,0
Свыше 250 до 800 включительно	0,8-1,5	1,0-3,0
Свыше 800	1,2-2,0	1,5-4,0

Для напорной трубы принимаю диаметр 400 мм, с наружным диаметром 426х6,0.

При этом необходимо вычислить фактическую скорость по формуле

$$v_{\phi} = \frac{4 \cdot Q_{\text{н}}}{d^2 \cdot \pi}, \quad (1.42)$$

где $Q_{\text{н}}$ – максимальный расход воды, м³/с;

d – полученный диаметр напорной трубы, м.

$$v_{\phi} = \frac{4 \cdot 0,175}{0,40^2 \cdot 3,14} = 1,39 \text{ м/с}$$

Отметка насосов вычисляется по формуле

$$Z_{\text{н}} = Z_{\text{вс.мин}} + H_{\text{вак}} \cdot \left(\gamma_{\text{вс}} \cdot l_{\text{вс}} + \frac{\sum \epsilon_{\text{м}}}{2 \cdot g \cdot \omega^2} \right) \cdot Q_{\text{нас}}^2 - \frac{v_{\text{вс}}^2}{2 \cdot g}, \quad (1.43)$$

где $Z_{\text{вс.мин}}$ – минимальный уровень воды во всасывающем отделении 426,99823 м;

$H_{\text{вак}}$ – вакууметрическая высота всасывания 4,78 м;

$\gamma_{\text{вс}}$ – удельное гидравлическое сопротивление для всасывающего трубопровода, 003 с²/м⁶ [3];

$l_{\text{вс}}$ – длина всасывающего водовода, 800 м;

$\sum \epsilon_{\text{м}}$ – сумма коэффициентов для местных сопротивлений - 1,26;

ω – площадь патрубка, 0,282 м²;

$Q_{\text{нас}}$ – максимальный расход воды, 0,175 м³/с;

ϑ – скорость во всасывающем трубопроводе 0,89 м/с.

$$Z_H = 426,99823 + 4,78 - \left(2,4 + \frac{1,26}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,282^2} \right) \cdot 0,175^2 - \frac{0,89^2}{2 \cdot 9,81} = 430,85 \text{ м}$$

Сумма коэффициентов для местных сопротивлений на устройстве вычисляется по формуле

$$\sum \varepsilon_M = \varepsilon_M + \varepsilon_3 + \varepsilon_{\text{ВЫХ}} \quad , \quad (1.44)$$

где $\varepsilon_{\text{ВХ}}$ – коэффициент сопротивления, равный на входе 0,15 [27];

ε_3 – коэффициент, равный в месте установки задвижки 0,11 [27];

$\varepsilon_{\text{ВЫХ}}$ – коэффициент, принимаемый на выходе 1,0 [27].

$$\sum \varepsilon_M = 0,15 + 0,11 + 1 = 1,26$$

2 Технология строительного производства

Технология строительного производства — это определение теоретических основ, методик и принцип осуществления строительных процессов.

Проект технологии строительного производства является неотъемлемой частью по организации производства монтажных работ и снижению стоимости работ и повышению производительности труда.

Технология строительного производства включает в себя: указания по производительности работ, калькуляцию трудовых затрат и заработной платы, календарный график производства работ.

2.1 Составление объемов работ

Объемы монтажных работ определяются на основе конструктивных решений. Также учитывают объемы как основных так и сопутствующих вид работ.

Таблица 2.1 – Ведомость объемов работ

Наименование	Единица измерения	Количество
Устройство временного ограждения	10 м	370,44
Срезка растительного слоя	1000 м ²	0,566
Разработка грунта в траншеи	100 м ³	82,44
Ручная подчистка дна траншеи	100 м ³	29,6
Укладка трубопроводов Ø 500 мм	1 м	157
Укладка трубопроводов Ø 400 мм	1 м	25,12
Обратная засыпка	100 м ³	72,11
Снятие ограждения	10 м	370,44
Устройство временного ограждения для котлована	10 м	9,2
Срезка растительного слоя под котлован	1000 м ²	1,69
Разработка грунта в котловане	100 м ³	1029,1
Ручная доработка грунта	100 м ³	2,64
Щебеночная подготовка	1 м ²	332,7
Монтаж арматуры вручную	10 т	2385,8
Установка плиты перекрытия	1 элем	1142,96

Продолжение таблицы 2.1

Наименование	Единица измерения	Количество
Установка опалубки	10 м ²	17801,33
Укладка бетонной смеси краном	1 м ³	22533
Разбор опалубки	10 м ²	17801,3
Окрасочная гидроизоляция горячим битумом	100 м ²	0,163
Разбор временного ограждения	10 м	9,2

2.2 Калькуляция затрат труда

Калькуляция трудовых затрат определяется исходя из рабочих чертежей монтажно-заготовительных работ. По Единым нормам и затратам определяю затраты на строительные работы. В номенклатуру включила как основные, так и вспомогательные виды работ.

Затраты труда процессов в чел-ч определила по формуле

$$Q_{\text{ч-час}} = V \cdot N_{\text{вр}}, \quad (1.45)$$

где V – объем работ;

$N_{\text{вр}}$ – норма времени.

$$Q_{\text{чел-дн}} = \frac{Q_{\text{ч-час}}}{8} \quad (1.46)$$

где 8 – рабочий день в одну смену.

Таблица 2.2 – калькуляция трудовых затрат

Наименование	Ед.изм.	Объем работ	На единицу измерения		На весь объем	
			норма времени, чел. час	расценка, тенге	затраты труда, чел.дней	стоимость затрат труда, тенге
Устройство временного ограждения	10 м	370,44	0,85	0,07	38,39	25,93

Продолжение таблицы 2.2

Наименование	Ед.изм.	Объем работ	На единицу измерения		На весь объем	
			норма времени, чел. час	расценка, тенге	затраты труда, чел.дней	Стоимость затрат труда, тенге
Срезка растительного слоя	1000 м ²	0,566	1,8	1,01	0,124	0,571
Разработка грунта в траншеи	100 м ³	82,44	0,53	0,05	5,328	4,122
Ручная подчистка дна траншеи	100 м ³	29,6	0,64	0,4	2,31	11,84
Укладка трубопроводов Ø500	1 м	157	0,145	1,02	2,776	160,14
Укладка трубопроводов Ø400	1 м	25,12	0,105	0,09	0,321	2,26
Обратная засыпка	100 м ³	72,11	0,77	0,77	0,07	6,771
Снятие ограждения	10 м	370,44	0,58	0,05	26,2	18,52
Устройство временного ограждения	10 м	9,2	0,85	0,07	0,953	0,644
Срезка растительного слоя под котлован	1000 м ²	1,69	1,8	1,01	0,37	1,706
Ручная доработка грунта	100 м ³	2,64	0,64	0,4	0,206	1,056
Щебеночная подготовка	1 м ²	332,7	0,27	0,04	10,95	13,308
Монтаж арматуры вручную	10 т	2385,8	1,2	0,9	349,15	2147,2

Продолжение таблицы 2.2

Наименование	Ед.изм.	Объем работ	На единицу измерения		На весь объем	
			норма времени, чел. час	расценка, тенге	затраты труда, чел.дней	стоимость затрат труда, тенге
Плита перекрытия	1элемент	1142	0,28	0,04	39,02	45,71
Установка опалубки	10 м ²	17801	0,24	1,7	521	30262
Укладка бетонной смеси	1 м ³	22533	0,24	12,2	659	49572
Разбор опалубки	10 м ²	17801	0,14	0,09	303,9	1602,1
Окрасочная гидроизоляция	100 м ²	0,163	0,16	0,03	0,003	0,004
Разбор временного ограждения	10 м	9,2	0,58	0,05	0,65	0,46

2.3 Календарный план и график движения рабочих

Календарный план представляет собой графическую модель технологии монтажа технологического оборудования и трубопроводов.

Последовательность разработки календарного плана:

- рассчитываются данные в номенклатура монтажных процессов согласно калькуляции трудовых затрат;

- определяется трудоемкость по процессам работы

- определяют продолжительность выполнения каждого процесса работы

С помощью графика движения рабочих, предусматривается равномерное использования рабочих во все время монтажа.

Коэффициент неравномерности движения рабочих определяется по формуле

$$K = \frac{N_{\text{макс}}}{N_{\text{ср}}}, \quad (1.47)$$

где $N_{\text{макс}}$ – максимальная численность рабочих на объекте, чел;

N_{cp} – средняя численность рабочих.

$$K = \frac{6}{5,4254} = 1,1$$

При правильном составлении графика коэффициент неравномерности должен составлять не более 1,5.

Средняя численность рабочих определяется по формуле

$$N_{cp} = \frac{Z_{з.тр}}{T_{cp}}, \quad (1.48)$$

где $Z_{з.тр}$ – суммарные затраты труда на возведение объекта, чел-дн;
 T – срок строительства.

$$N_{cp} = \frac{2066,54}{380,9} = 5,425$$

3 Экономический раздел

Сметная стоимость строительства – это денежные средства, сумма которых определяется на основе проектных материалов. Сметная стоимость строительства является основой для определения размера инвестиционных средств на строительство, формирования цен на строительную продукцию, служит ориентиром при осуществлении закупок подрядных строительных услуг заказчиком с целью заключения договора подряда, расчетов за выполненные подрядные работы согласно действующему законодательству Республики Казахстан.

Для определения сметной стоимости строительства используют локальные сметные расчеты.

Локальные сметные расчеты являются первичными сметными документами и составляются на отдельные виды работ и затрат по зданиям и сооружениям или общеплощадочным работам на основе объемов. Локальные сметные расчеты также составляют на отдельные виды работ в тех случаях, когда объемы работ и размеры затрат окончательно не определились и подлежат уточнению.

В экономической части рассчитана локальную смету на строительство водозабора и прокладку трубопровода.

Таблица 3.1 – Локальная смета

Наименование	Измерение	Количество	Общая стоимость, тг
Труба стальная прямошовная диаметром 500	м	157	190800
Труба стальная прямошовная диаметром 400	м	25,12	118000
Электроды	т	50,30	450000
Обратный клапан с концами под приварку 600 мм	шт	2	70700
Щебень для строительных работ	м ³	45,91	249994,11
Болт с гайкой и шайбой	т	0,2305	253000
Краска перхлорвиниловая фасадная	кг	571,48	345745
Проволока для сварки	кг	30,974	32646

Продолжение таблицы 3.1

Наименование	Измерение	Количество	Общая стоимость, тг
Битум нефтяной строительный	т	0,05053	9912,77
Временное ограждение установка и снятие	м ²	7408,8	868800
Срезка растительного слоя	м ²	506	134000
Разработка грунта в траншеи	м ³	8244	2827600
Подчистка дна	м ³	2960	1961880
Временное ограждение установка и снятие	м ²	9200	900000
Срезка растительного слоя под котлован	м ²	1690	400530
Разработка грунта в котловане	м ³	102910	900100
Доработка вручную	м ³	264	845000
Щебеночное основание	м ³	39,924	475310
Сетки арматурные	т	23858,8	557000
Плита перекрытий	м ³	11429,6	3450200
Вращающая сетка	шт	2	8000000
Центробежный насос 1Д-630-125	шт	3	3300000
Задвижка d=500	шт	4	108000
Задвижка d=400	шт	2	137640
Укладка стальных труб диаметром 500	км	0,157	2200100
Сталь арматурная гладкого профиля	т	238,1	8981024
Фундаменты общего назначения	м ³	17,8	9125630

Продолжение таблицы 3.1

Наименование	Измерение	Количество	Общая стоимость, тг
Отвод бесшовный крутоизогнутый 90°	шт	4	1084520
Опалубка демонтаж	м ²	17,8	9123890
		Итого	61772031,88

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В завершении дипломной работы, создано полноценное сооружение для забора воды на питьевые нужды населения. В дипломной работе привела ряд санитарных мер по воздействию бережной охраны водозабора и природной фауны.

В основном разделе расчет производительности составил – 0,25 м³/с, с дальнейшим делением его по двум секциям. Также определила условный диаметр всасывающих труб – 500 мм и напорных трубопроводов – 400 мм. Ввиду проникновения шуги в водозаборное сооружение использовала относительно малую скорость всасывания и плавучие сооружения, так как водозабор является малой производительности. С целью бесперебойной работы определила потери напора при нормальной и аварийной работы водозабора. Согласно требуемой площади водоприемных решеток, выбрала решетку со стандартными размерами окон 600×400.

В технологии строительного производства рассчитала календарный план производства работ и калькуляцию затрат машинного времени, затрат труда и заработной платы.

В экономическом разделе рассчитала локальную смету на строительство водозабора и прокладки трубопроводов. Таким образом, входе исследования локальной сметы было затрачено 61772031,88 тенге.

Данный дипломный проект создан для увеличения потребности воды и улучшения качества питьевой воды.

Из данной дипломной работы можно проследить, значимость данной темы, а также актуальность в построении данного водозаборного сооружения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Акименко И.Ю., Медведева Г.Г. Водоснабжение и водоотведение.-Издательство ТОГУ, 2018. – С. 23-25.
- 2 СП РК 2.04-01-2017* Строительная климатология. АО «КазНИИСА», разработано Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан,2017. – 25с.
- 3 СН РК 4.01-03-2011 Наружные сети и сооружения.
- 4 ГОСТ10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные. Издательство стандартов, 2014– 4с.
- 5 ГОСТ 9698-86. Задвижки. Основные параметры.
- 6 Курганов А.М. водозаборное сооружение систем коммунального водоснабжения.-Москва, Санкт-Петербург,2016. –С 102-108.
- 7 Белецкий Б.Ф. Технология строительного производства.-Издательство Ассоциации строительных вузов (Издательство АСВ),2001. – С10
- 8 Саргин Ю.Н., Друскин Л.И., Покровская И.Б. Водопровод и канализация.-Стройиздат,2020. – С 100-110.
- 9 Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. М:ООО «Ид «БАСТЕТ»,2019. – С.36.
- 10 СН РК 4.01-02-2009 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.-Проектная академия «KAZGOR»,2015– .С.12.
- 11 Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т.-Т1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения/ Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. М.Г. Журбы Вологда-Москва: ВоГТУ,2019. –С.209.
- 12 Коптев Д.В., Орлов Г.Г. Безопасность труда в строительстве.-М АСВ, 2013. – С.352.
- 13 СН РК 1.03.05-2011 «Охрана труда и техники безопасности в строительстве».
- 14 Абрамов Н.Н. Водоснабжение.-Стройиздат, 2021. – С.371.
- 15 В.Д., Завгородняя И.В. Проектирование и расчет системы водоснабжения сельского населенного пункта.-Краснодар,2014. – С.112.
- 16 А.М. Шейко. Расчет водозаборных сооружений из поверхностных и подземных источников.-Минск БНТУ, 2014. – С.47.
- 17 Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции: «Учеб. Для вузов.-2-е изд., перераб. И доп.-Москва, 2014 г. – С.186.
- 18 Тоғабаев, Тойбаев. «Сумен қамтамасыз ету».-Алматы,2016. –С.10.
- 19 Жұмағұлов. «Водоснабжение», 2019. – С.14.
- 20 В.С. Терещенко и И.В. Терещенко «Воопровод и канализация»
- 21 В.Н. Зацепин «Курсовое и дипломное проектирование водопроводных и канализационных сооружений»-Стройиздат, 2021– С.20.

22 Б.М. Басин «Организация и планирование строительно – монтажных работ», 2013. – 19 с.

23 Технология строительных и монтажно-заготовительных процессов в курсовом и дипломном проектировании. Методическое пособие.— Алматы, КАЗГАСА, 2015. –60 с.

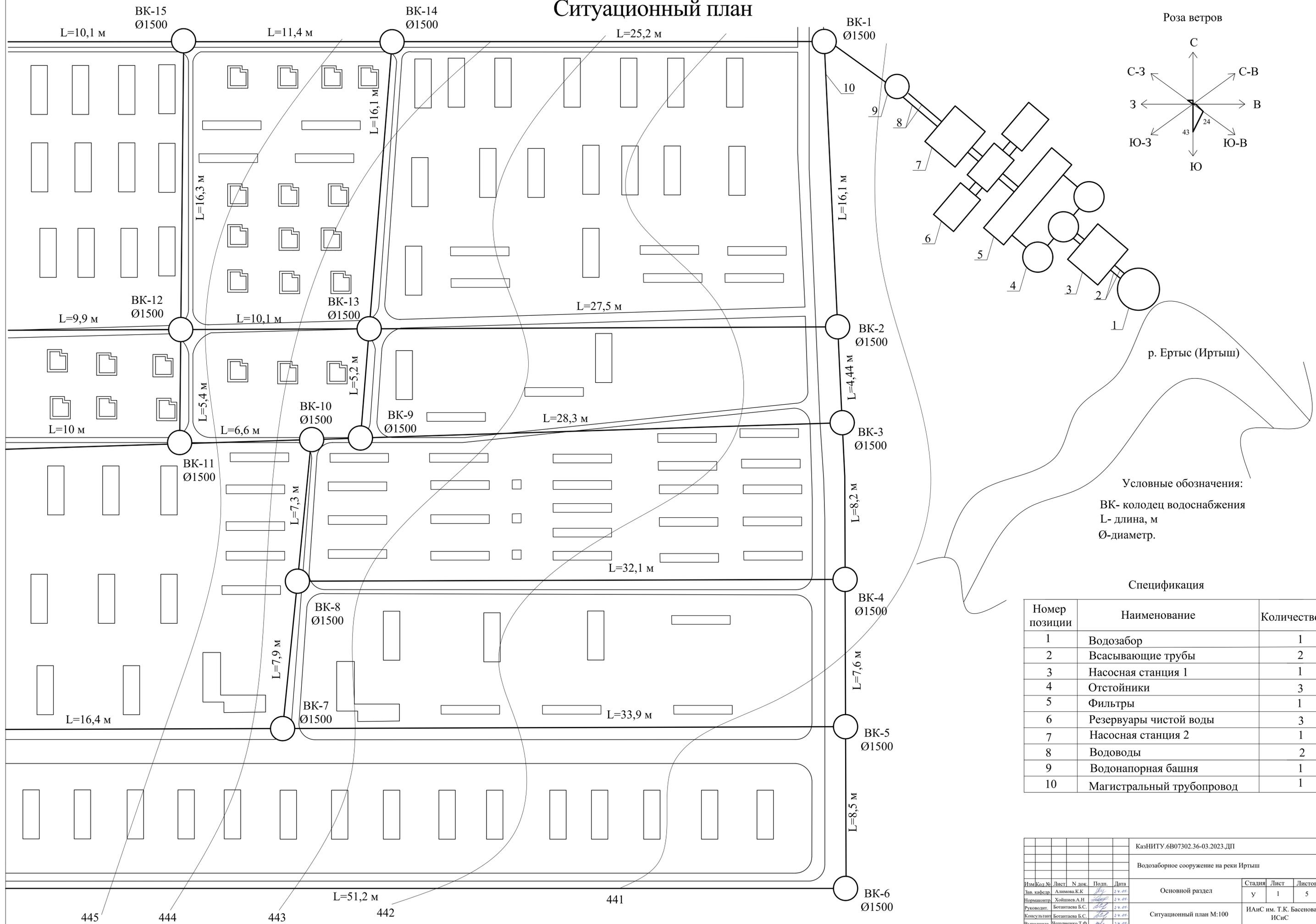
24 Пособие к СНиП РК 1.-3-06-2013* по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ.

25 СН РК 8.02-02-2013 Порядок определения сметной стоимости строительства в Республики Казахстан, 2014 – 33 с.

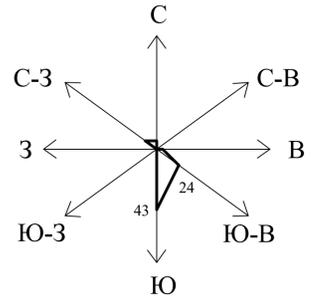
26 Грузинова В.Л. Водозаборные сооружения из поверхностных источников – Гомель: БелГУТ, 2011 – 92с.

27 СТ РК ИСО 6002-2010 Задвижки стальные.

Ситуационный план



Роза ветров



р. Ертыс (Иртыш)

Условные обозначения:
 BK- колодец водоснабжения
 L- длина, м
 Ø- диаметр.

Спецификация

Номер позиции	Наименование	Количество
1	Водозабор	1
2	Всасывающие трубы	2
3	Насосная станция 1	1
4	Отстойники	3
5	Фильтры	1
6	Резервуары чистой воды	3
7	Насосная станция 2	1
8	Водоводы	2
9	Водонапорная башня	1
10	Магистральный трубопровод	1

				КазНИТУ. 6В07302.36-03.2023.ДП		
				Водозаборное сооружение на реки Иртыш		
Изм.Код.№	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Основной раздел	Страницы
Зав. кафедр.	Алимова К.К.	24		24.07.23	у	1 5
Нормоконтр.	Хойтшев А.Н.			24.07.23		
Руководит.	Богачева Б.С.			24.07.23		
Консультант	Богачева Б.С.			24.07.23	Ситуационный план М:100	ИИС им. Т.К. Басенова ИСиС
Выполнила	Чепурченко Т.Ф.			24.07.23		

Конструкция водозаборного узла

Поперечный профиль в точке проектируемого водозабора и насосной станции

Продольный профиль водоводов

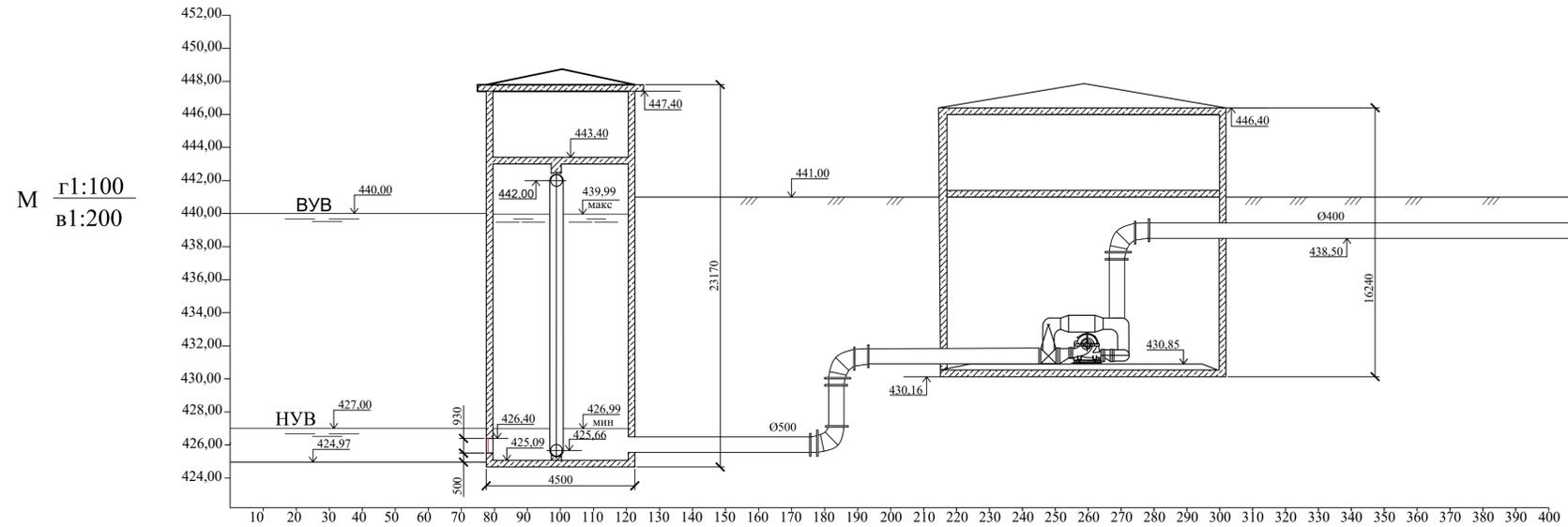
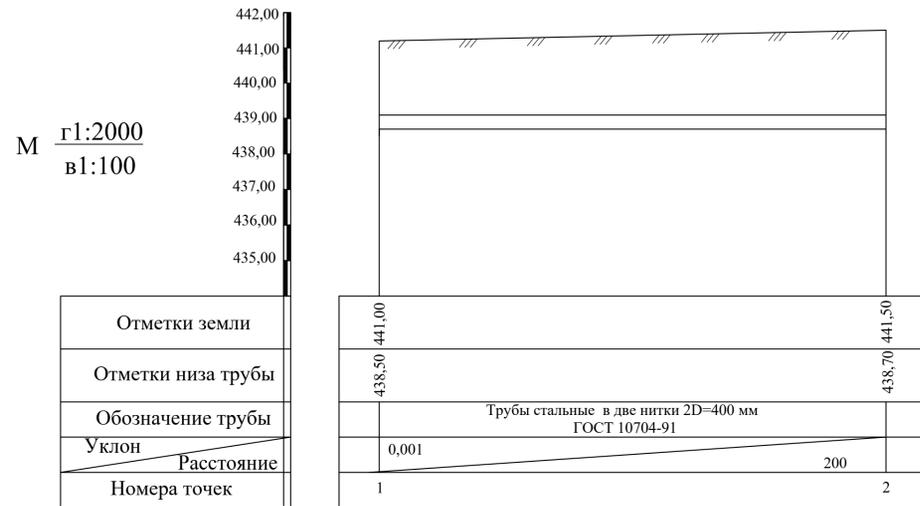
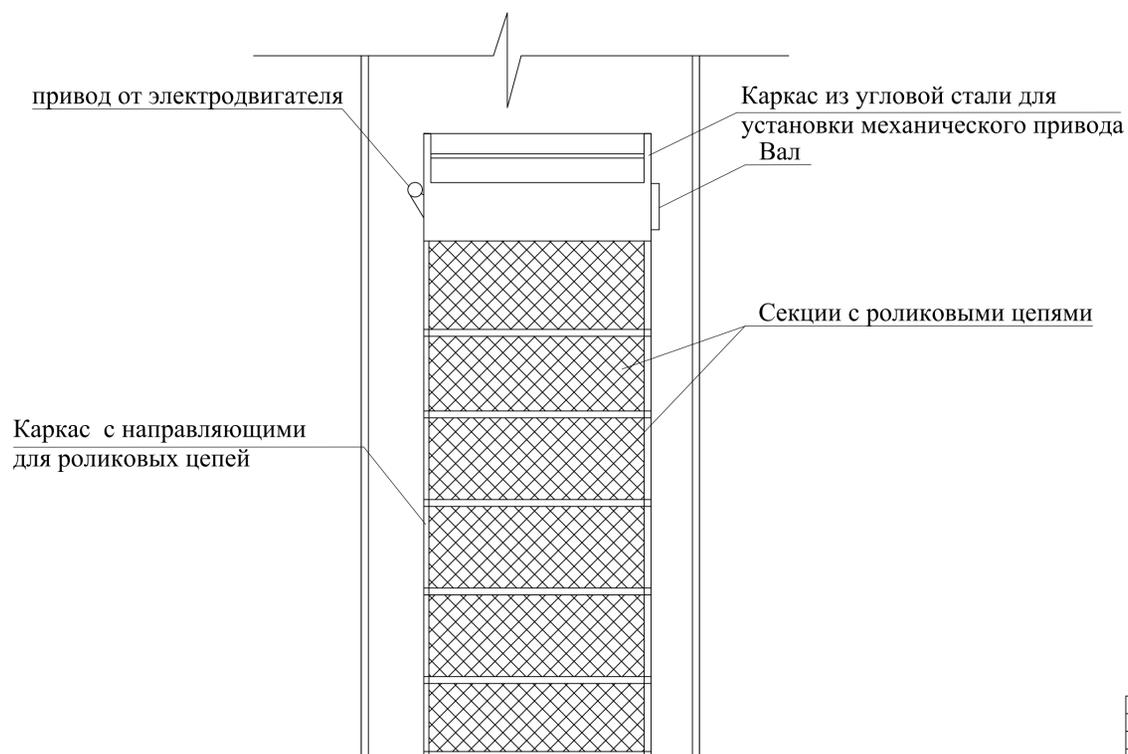
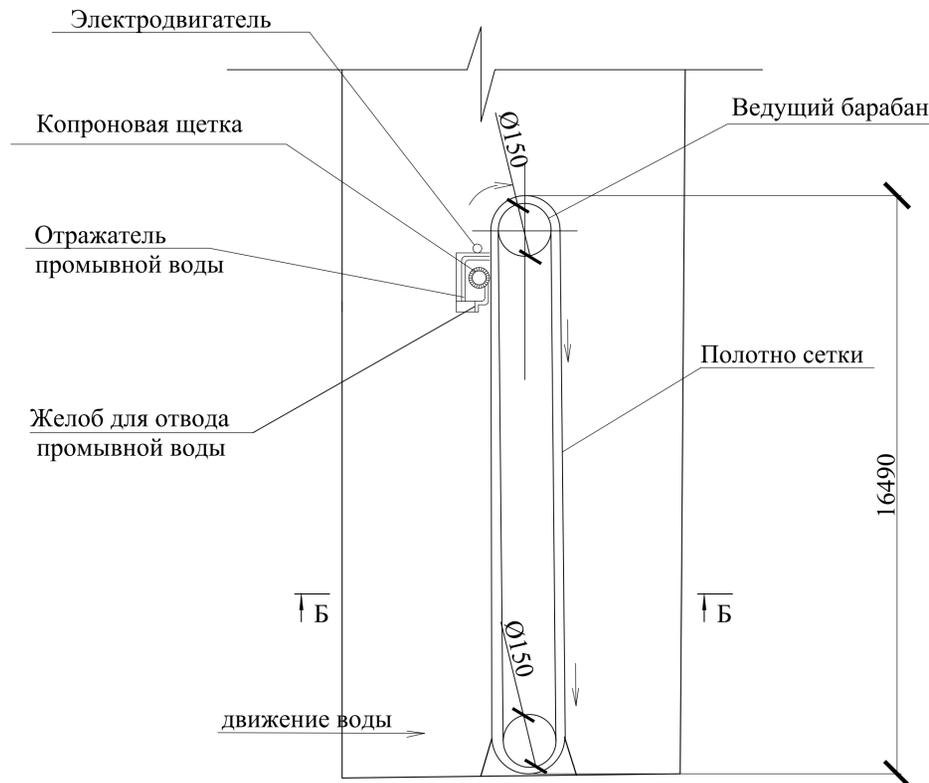


Схема работы вращающей сетки



Вращающие сетки

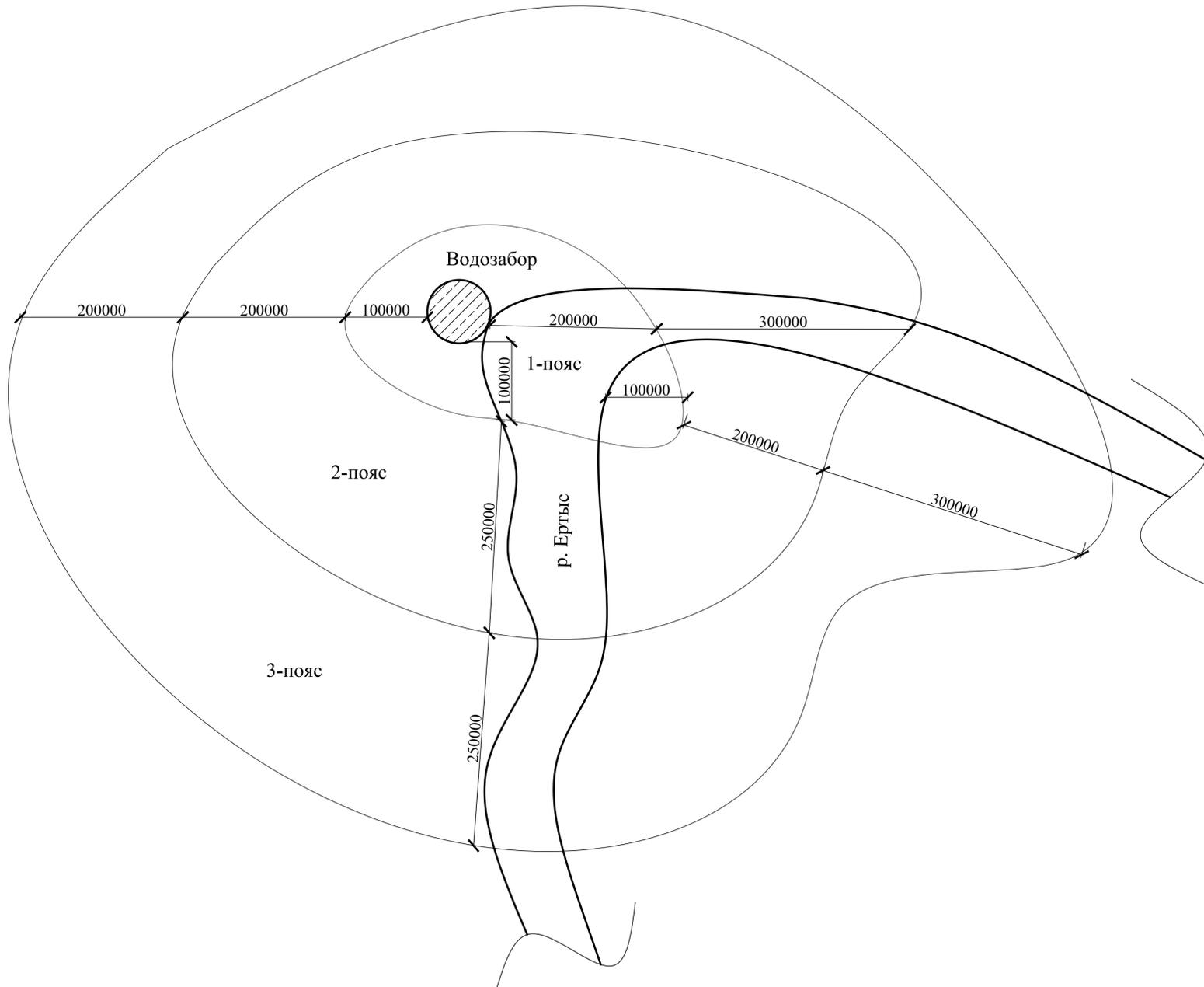
Вращающие сетки предназначены для очистки воды от плавающего мусора. Их устанавливают на водозаборах большой производительности.

Сетка состоит из втулочно-роликовых цепей, на которых укреплены секции сеток. Цепи приводят в движение электроприводом. Частота промывки ленты с сетками регулируется при помощи датчиков рахности уровня поступающей и очищенной воды. Возможен автоматический режим эксплуатации.

					КазНИТУ.6В07302.36-03.2023.ДП			
					Водозаборное сооружение на реки Иртыш			
Изм/Код №	Лист	№ док.	Полн.	Дата	Основной раздел	Страница	Лист	Листов
Зав. кафедр.	Алимова К.К.		И.И.	24.07.		у	2	5
Нормоконтр.	Хойшишев А.Н.		И.И.	24.07.				
Руководит.	Ботантаева Б.С.		И.И.	24.07.				
Консультант	Ботантаева Б.С.		И.И.	24.07.				
Выполнил	Чепурченко Т.Ф.		И.И.	24.07.	Конструкция водозаборного узла М 1:100	И.АнС им. Т.К. Басенова ИСиС		

Зона санитарной охраны

Зоны санитарной охраны



Зона санитарной охраны

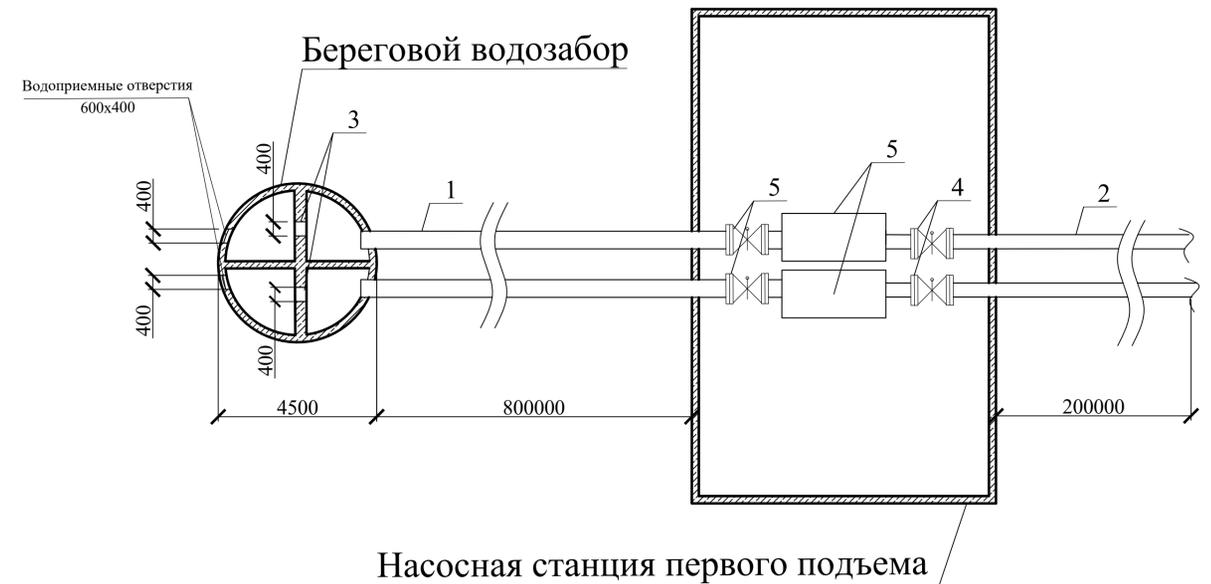
Зона санитарной охраны (ЗСО) – специально выделенная территория вокруг источника водоснабжения, на которой должен соблюдаться специальный режим с целью охраны водисточника и окружающей территории от загрязнения.

Границу первого пояса санитарной охраны следует принимать от водозабора в пределах, вверх движения воды на 200 м, вниз движения на 100 м, берег на котором расположен водозабор на 100 м, противоположный берег вся прилегающая вода и противоположный берег с охватом не менее чем 100 м, при том что ширина реки более 100 м.

Второй пояс ограждающей части включает в себя всю территорию, которой возможно оказать негативное влияние на качество воды. Границы 2 зоны санитарной охраны принимаются вверх по течению 100-400 м. Принимаю 400 м, так как течение в реки большое. При этом вниз по течению принимается не меньше 250 м, боковые границы для горной местности принимаю 200 м при пологом склоне гор.

Третью ограждающую зону принимаю такую же как вторую зону санитарной охраны.

Разрез 1-1 М 1:100



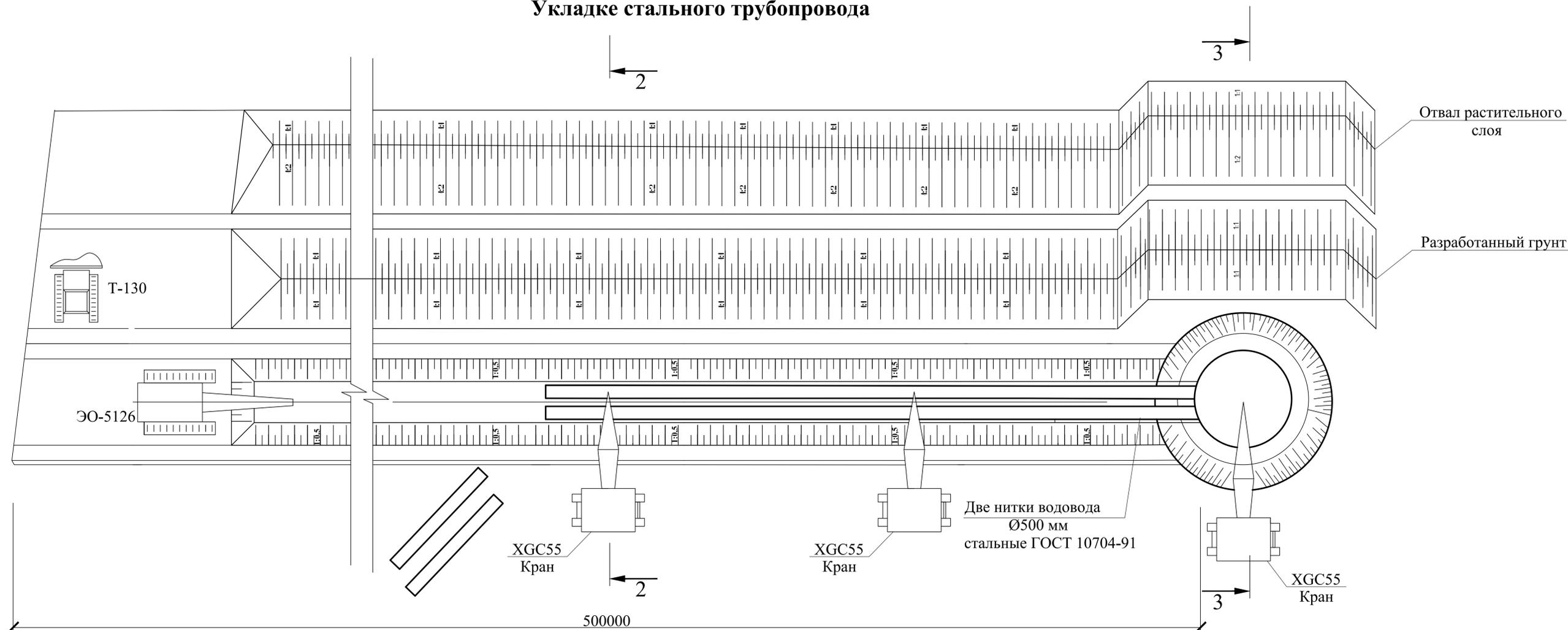
Спецификация оборудования

Поз.	Наименование	Кол. шт.	Длина, мм	Примечание
1	Стальной трубопровод d=500мм	2	800	ГОСТ 10704-91
2	Стальной трубопровод d=400мм	2	200	ГОСТ 10704-91
3	Вращающая сетка	2		стальная
4	Задвижка d=400мм, L=300мм, Ру=2,5МПа	2	300	
5	Задвижка d=500, L=800мм, Ру=2,5МПа	2	800	
6	Центробежный насос 1Д-630-125	2		

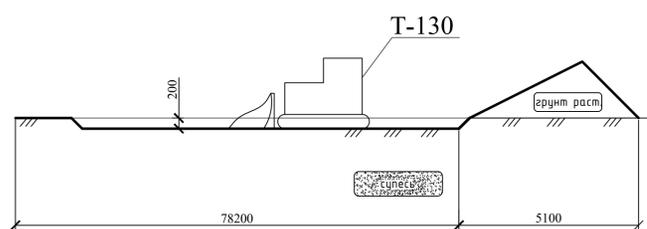
					КазНИТУ.6В07302.36-03.2023.ДП			
					Водозаборное сооружение на реки Иртыш			
Изм/Код №	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Основной раздел	Страница	Лист	Листов
Зав. кафедр.	Алимова.К.К.			24.07.		у	3	5
Нормоконтр.	Холшев.А.Н.			24.07.	Зона санитарной охраны М 1:3000 М 1:100	ИАиС им. Т.К. Басенова ИСиС		
Руководит.	Ботантаева.Б.С.			24.07.				
Консультант	Ботантаева.Б.С.			24.07.				
Выполнил	Чепуренко.Т.Ф.			24.07.				

Технологическая карта

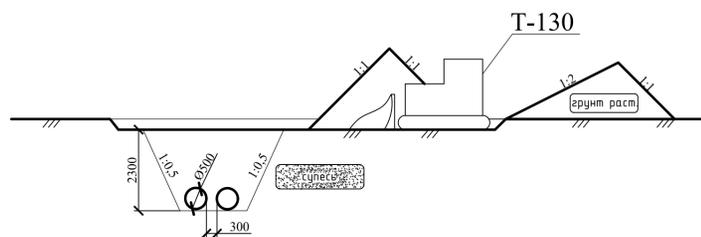
Укладке стального трубопровода



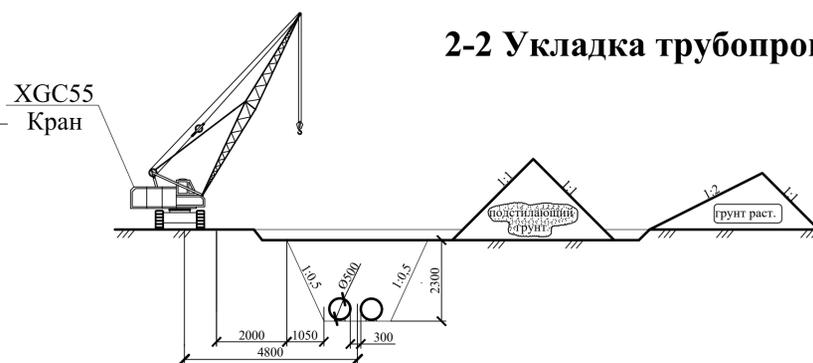
1-1 Разработка растительного грунта



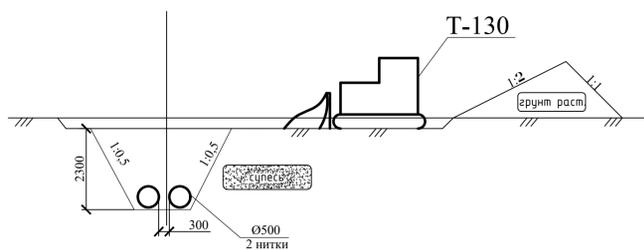
Засыпка траншеи



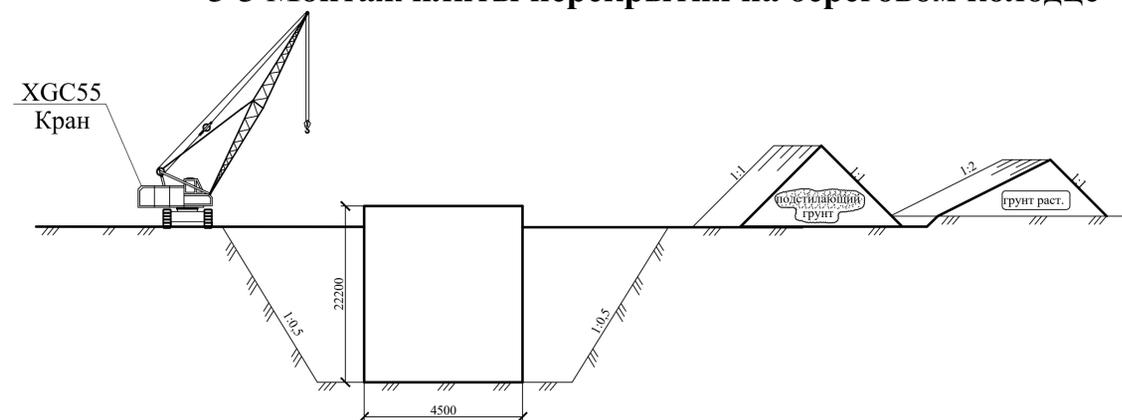
2-2 Укладка трубопровода



Рекультивация растительного грунта



3-3 Монтаж плиты перекрытия на береговом колодце



					КазНИТУ.6B07302.36-03.2023.ДП			
					Водозаборное сооружение на реки Иртыш			
Изм/Код №	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Технология строительного производства	Стадия	Лист	Листов
Зав. кафедр.	Алмова К.К.		И.И.	24.07.		у	4	5
Нормоконтр.	Хойшишев А.Н.			24.07.				
Руководит.	Ботагаева Б.С.			24.07.				
Консультант	Ботагаева Б.С.			24.07.				
Выполнила	Чепурченко Т.Ф.			24.07.	ИИиС им. Т.К. Басенова ИСиС			

Технологическая карта

Календарный план производства работ

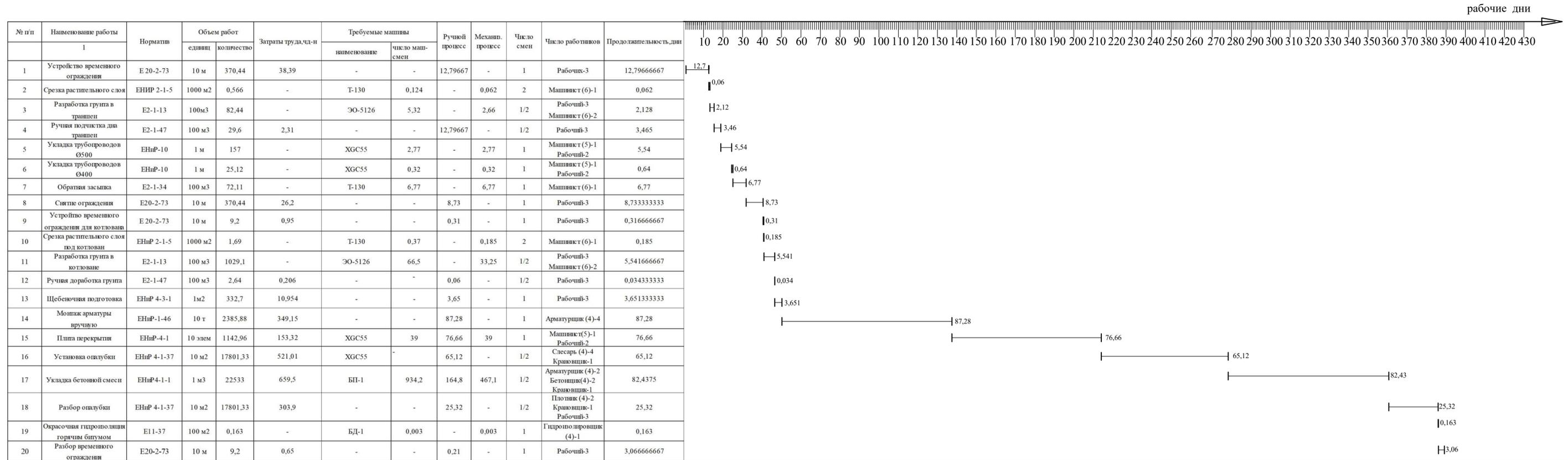


График движения рабочей силы

Коэффициент неравномерности движения рабочих

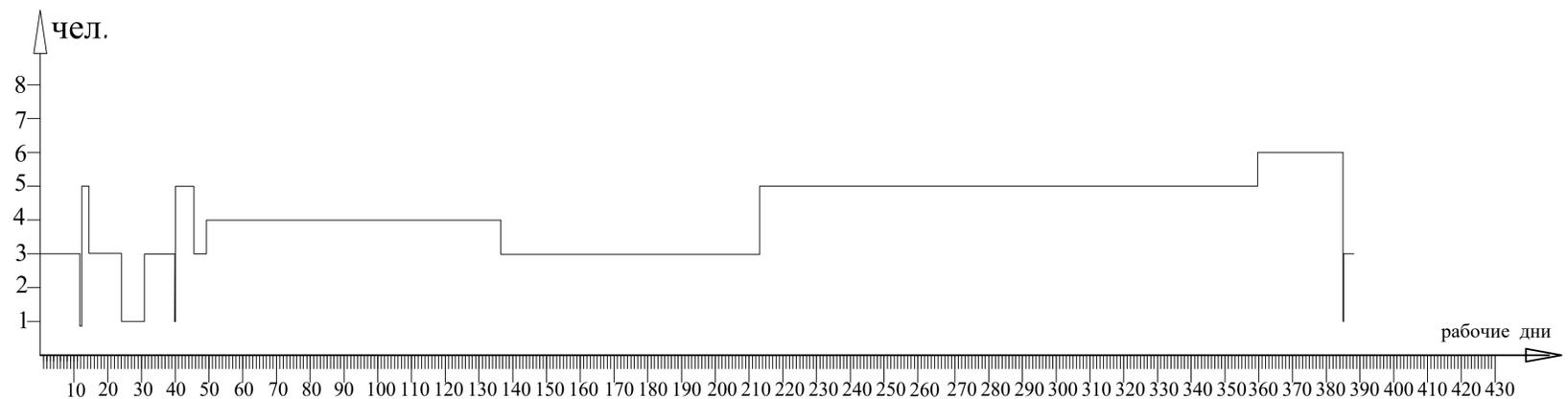
При правильном составлении графика коэффициент неравномерности должен составлять не более 1,5

$$K = \frac{N_{\max}}{N_{\text{ср}}} = \frac{6}{5,4254} = 1,1$$

где N макс- максимальная численность рабочих на объекте, чел;
Nср-средняя численность рабочих

$$N_{\text{ср}} = \frac{Зз.тр}{T_{\text{стр}}} = \frac{2066,54}{380,9} = 5,425$$

где Зз.тр- суммарные затраты труда на возведения объекта, чел-дн;;
Т-срок строительства



КазНИТУ.6В07302.36-03.2023.ДП					
Водозаборное сооружение на реки Иртыш					
Изм.Код №	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Технология
Зав. кафедр.	Алимова.К.К.	144	24.07.	24.07.	Строительно-монтажных работ
Нормоконтр.	Хойшишев.А.Н.	144	24.07.	24.07.	у
Руководит.	Ботаганбаева.Б.С.	144	24.07.	24.07.	5
Консультант	Ботаганбаева.Б.С.	144	24.07.	24.07.	5
Выполнитель	Чепурченко.Т.Ф.	144	24.07.	24.07.	5
Технологическая карта					
ИИС им. Т.К. Басенова ИСИС					