

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

Институт Архитектуры, строительства и энергетики им. Т.К. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

Ярцева Диана Владимировна

Использование доочищенных сточных вод в народном хозяйстве

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к дипломному проекту

Специальность 5В080500 – Водные ресурсы и водопользование

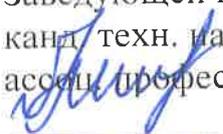
Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт Архитектуры, строительства и энергетики им. Т.К. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**  
Заведующей кафедрой ИСиС  
канд. техн. наук,  
ассоц. профессор  
  
Алимова К.К.  
“ 05 ” 05 2019 г.

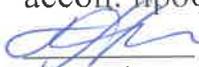
**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к дипломному проекту

На тему: “Использование доочищенных сточных вод в народном хозяйстве”

по специальности 5В080500 – Водные ресурсы и водопользование

Выполнила

Ярцева Д.В.

Руководитель  
канд. техн. наук,  
ассоц. профессор  
  
Сидорова Н.В.  
“ 05 ” 05 2019 г.

Алматы 2019

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт Архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

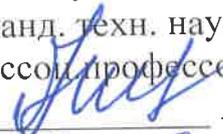
Кафедра Инженерные системы и сети

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Заведующей кафедрой

канд. техн. наук,

ассоц. профессор

 Алимова К.К.

“ 04 ” 03 2019 г.

## ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающейся Ярцевой Диане Владимировне

Тема: Использование доочищенных сточных вод в народном хозяйстве

Утверждена приказом Ректора Университета № 1210-б-п от “30” 10. 2018 г.  
Срок сдачи законченной работы “30” апреля 2019 г.

Исходные данные к дипломному проекту: климатические условия, численность населения города.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) выбор и расчет технологической схемы очистки сточных вод, расчет доочистки сточных вод, подготовка воды для использования в народном хозяйстве

в) вопросы безопасности жизнедеятельности и охраны труда

г) расчет экономической эффективности разработки

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):  
представлены 12 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: из 10 наименований

**ГРАФИК**  
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Технологический раздел	12.02.19 г. - 30.03.19 г.	
Технология строительства объектов водопользования	01.04.19 г. - 16.04.19 г.	
Экономическая эффективность проекта	16.04.19 г. - 30.04.19 г.	

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

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Технология строительства объектов водопользования	Сидорова Н.В. канд. техн. наук, ассоц профессор	10.05.19	
Экономическая эффективность проекта	Сидорова Н.В. канд. техн. наук, ассоц профессор	10.05.19	
Нормоконтролер	Хойшиев А.Н. канд. техн наук, лектор	10.05.19	

Руководитель \_\_\_\_\_  Сидорова Н.В.

Задание приняла к исполнению обучающаяся  Ярцева Д.В.

Дата "10" 05 2019 г.

## **АНДАТПА**

Дипломның тақырыбы: «Тазартылған сарқынды суларды халық шаруашылығында пайдалану». Жұмыс кіріспеден, үш тараудан, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады.

Кіріспе бөлімінде таңдалған тақырыптың өзектілігі анықталған, жұмыстың мақсаттары мен міндеттері сипатталған.

Бірінші тарауда Тараз қаласы туралы жалпы ақпарат келтірілген, тұрмыстық сарқынды суды және сарқынды суларды тазарту және тазарту қондырғыларын тұтынуды есептейді. Екінші тарау құрылыс техникасы мен су ресурстарын санитарлық қорғау аймақтарын есептеуге арналған. Үшінші тарау жалпы экономикалық тиімділік пен өтемділік кезеңін есептейді.

Қорытындыда жасалынған жұмыстар жалпыланып, жасалып жатқан жұмыс туралы қорытындылар жасалды.

## **АННОТАЦИЯ**

Дипломный проект на тему: «Использование доочищенных сточных вод в народном хозяйстве». Проект состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Во введение раскрывается актуальность выбранной темы, описываются цели и задачи проекта.

В первой главе изложены общие сведения о городе Тараз, рассчитаны расход хозяйственно-бытовых сточных вод и сооружения очистки и доочистки сточных вод. Вторая глава посвящена расчетам по технологии строительства и зонам санитарной охране водных ресурсов. В третьей главе подсчитаны общая экономическая эффективность и срок окупаемости.

В заключении обобщается проделанная работа и формулируются выводы по выполненной работе.

## **ABSTRACT**

Thesis on the topic: "The use of pre-treated wastewater in the national economy." The work consists of introduction, three chapters, conclusion, list of references and applications.

In the introduction reveals the relevance of the chosen topic, describes the goals and objectives of the work.

The first chapter sets out general information about the city of Taraz, calculates the consumption of household wastewater and the wastewater treatment and purification facilities. The second chapter is devoted to calculations on construction technology and zones of sanitary protection of water resources. The third chapter calculates the overall economic efficiency and payback period.

In the conclusion, the work done is generalized and conclusions on the work done are formulated.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	6
1 Технологический раздел	7
1.1 Характеристика объекта	7
1.2 Расчет расходов сточных вод	7
1.3 Расчет механической очистки сточных вод	10
1.4 Расчет биологической очистки сточных вод	13
1.5 Расчет сооружений доочистки	17
1.6 Использование доочищенных сточных вод	21
1.7 Зоны санитарной охраны водных ресурсов <sup>4</sup>	22
2 Технология строительства объектов водопользования	23
2.1 Определение объемов земляных работ	23
2.2 Выбор механизма для обратной засыпки	25
2.3 Выбор кранового оборудования	26
2.4 Охрана труда	27
3 Экономическая эффективность проекта	28
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	29
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	30
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	31

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня интенсивно увеличивается расход воды на различные нужды, вследствие чего, очистка сточных вод имеет большое экологическое значение. Качество очищенных стоков должно соответствовать нормам, достигаемым путем тщательной очистки.

В результате хозяйственно-бытовой деятельности людей сточные воды загрязняются всевозможными веществами, а промышленные предприятия выделяют в сточные воды различные технологические отходы.

Органические вещества, содержащиеся в бытовых и производственных сточных водах, вызывают загнивание и развитие бактерий и оказывают пагубное воздействие на здоровье людей и животных. Исходя из вышеизложенного, можно с уверенностью сказать: во-первых сточные воды несут опасность жизни людей; во-вторых канализационные стоки необходимо выводить за пределы жилой зоны; в третьих они требуют очистки и доочистки.

На данный момент в городе Тараз сточные воды прямиком поступают в отстойники, а затем сбрасываются на устаревшие и заполненные фильтрующие поля, из-за чего жители города и близ лежащих районов страдают от зловония, и проникновения канализационных стоков в грунтовые воды. Избежать это возможно построив сооружения полной очистки сточных вод, включающую в себя механическую, биологическую очистки, а также доочистку. Решение проблем со стоками в городе Тараз очень актуально в настоящее время.

Целью проекта является разработка технологической схемы доочистки сточных вод и возможность их дальнейшего применения в народном хозяйстве.

Задачами проекта является решение проблем очистки сточных вод в Таразе, что в значительной мере улучшит экологическое состояние города.

## **1 Технологический раздел**

### **1.1 Характеристика объекта**

Тараз один из древних городов Казахстана, административный центр Жамбылской области [1]. Численность населения города достигает 357 000 человек. Площадь города 150 км<sup>2</sup>.

Климат города резко континентальный, отличается крайней засушливостью, а также высокими температурами в летний период и холодными в зимний. Самая высокая температура наблюдается в июле - 25 °С, а самая низкая в январе – 4,6 °С. В августе выпадает наименьшее количество осадков – 5 мм, наибольшее количество осадков выпадает в апреле, в среднем 49 мм. Средняя температура в г.Тараз 11,3 °С, норма осадков в год – 327 мм.

Тараз разделен на 3 района, включающие 13 микрорайонов и множество жилых массивов: Акбулак, Байтерек, Каратау, Мынбулак и др.

Жамбылская область богата фосфоритовым сырьем, цветными металлами, строительными материалами, за счет чего развивается промышленность Тараза. На территории Тараза расположено 91 промышленное предприятие таких отраслей как: пищевая промышленность – производство муки, хлебобулочных и молочных продуктов и т.п; химическая промышленность – производство желтого фосфора, фосфорно-калийных удобрений, триполифосфата калия, азотных и фосфатных удобрений; легкая промышленность – выпуск швейной продукции, товары из пластмассы и резины, кожи.

Система канализации города работает с 1962 года [1]. Сегодня канализационные стоки поступают напрямую в отстойники, после чего сбрасываются на поля фильтрации. Площадь отстойников 14 га, а полей фильтрации 200 га. Фильтрационные поля устарели и заполнены слоем тины, бытовым мусором и фекалиями, который составляет 6 метров. Площадь фильтрации не вмещает объем отходов, поступающих ежедневно. Из-за отсутствия очистных сооружений и неудовлетворительного состояния полей фильтрации жители районов страдают от зловония, а также возникают проблемы от проникновения стоков в грунтовые воды.

### **1.2 Расчет расходов сточных вод**

Предлагается для очистки сточных вод города Тараз использовать следующие сооружения: решетка, горизонтальная песколовка, радиальный отстойник, аэротенк, а также сооружения для доочистки – барабанная сетка, двухслойный фильтр.

Суточный расход хозяйственно-бытовых сточных вод, м<sup>3</sup>/сут

$$Q_{\text{сут}} = \frac{n \cdot N}{1000}, \quad (1)$$

где  $n$  – норма водоотведения на одного жителя, л/сут, принимается по [2];  
 $N$  – число жителей.

Часовой расход хозяйственно-бытовых сточных вод в сутки среднего водоотведения, м<sup>3</sup>/ч

$$Q_{\text{час}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{24}. \quad (2)$$

Секундный расход хозяйственно-бытовых сточных вод, м<sup>3</sup>/с

$$q = \frac{Q_{\text{час}}}{3600}. \quad (3)$$

Расчетный расход хозяйственно-бытовых сточных вод в сутки наибольшего водопотребления, м<sup>3</sup>/сут

$$Q_{\text{сут.max}} = K_{\text{max}} \cdot Q_{\text{сут}}, \quad (4)$$

где  $K_{\text{max}}$  – максимальный коэффициент неравномерности [2].

Максимальный часовой расход хозяйственно-бытовых сточных вод, м<sup>3</sup>/ч

$$Q_{\text{час.max}} = K_{\text{max}} \cdot Q_{\text{час}}. \quad (5)$$

Максимальный секундный расход хозяйственно-бытовых сточных вод, м<sup>3</sup>/с

$$q_{\text{max}} = K_{\text{max}} \cdot q. \quad (6)$$

Результаты расчетов смотреть в таблице А.1.

### 1.3 Определение степени очистки сточных вод

*Вычисление меры очистки сточных вод от взвешенных веществ.*

Требуемая мера очистки по наличию взвешенных веществ

$$\mathcal{E}_{\text{взв}} = \frac{C_{\text{ст}}^{\text{взв}} - C_0^{\text{взв}}}{C_{\text{ст}}^{\text{взв}}} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{взв}}$  – устанавливаемая мера очистки, процент;

$C_{ст}$  – первичная концентрация взвешенных веществ в сточных водах до очистки, мг/л, смотреть в таблице А.2;

$C_0$  – расчетная концентрация взвешенных веществ в водах после очистки, мг/л.

$$\varepsilon_{взв} = \frac{134,2 - 7,2}{134,2} \cdot 100\% = 95\%.$$

Расчетная концентрация взвешенных веществ в очищенных сточных водах перед сбросом их в водоем, мг/л

$$C_0 = C_B - C_{доп}, \quad (8)$$

где  $C_B$  – содержание взвешенных веществ в реке до сброса сточных вод, мг/л;

$C_{доп}$  – разрешенное количество взвешенных веществ в водоеме после сброса сточных вод, мг/л,  $C_{доп} = 0,75$  мг/л – для рыбохозяйственных и культурно бытовых водоемов [3].

$$C_0 = 2,15 - 0,75 = 1,4 \text{ мг/л.}$$

*Вычисление меры очистки сточных вод по БПК.* Выброс сточных вод в водные объекты помогает протеканию разводнения и самоочищения, что вызывает уменьшение количества органических веществ.

Концентрацию сточных, мг/л, вод находят по формуле

$$L_0 = \frac{n - 1}{10^{-K_1 T}} (L_{доп} - L_B) + \frac{L_{доп}}{10^{-K_1 T}}, \quad (9)$$

где  $L_{доп}$  – максимально возможное значение БПК смеси сточной и речной воды, равное 4 мг/л [3];

$L_B$  – биологическая потребность кислорода речной воды до попадания стоков, мг/л;

$K_1$  – постоянная скорости потребления кислорода сточными водами;

$T$  – длительность течения воды от участка сброса до вычисленного створа, сут [2].

$$L_0 = \frac{2,12 - 1}{0,955} (4 - 7) + \frac{4}{0,955} = 0,09 \text{ мг/л.}$$

Постоянную скорости и длительность течения воды смотреть в таблицах 6.8 и 6.9 [3], охватывающие различные ситуации.

Необходимость биологической очистки определяется по значениям  $L_{СТ}$  и  $L_0$ . Когда  $L_{СТ}$  меньше значения  $L_0$ , в очистке нет необходимости, если  $L_{СТ}$  превышает  $L_0$ , очистка обязательна.

Требуемая мера очистки сточных вод и речной воды по БПК вычисляется по формуле

$$\text{Э}_{\text{БПК}} = \frac{L_{СТ} - L_0}{L_{СТ}} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где  $L_{СТ}$  – полная биохимическая потребность сточной воды в кислороде, мг/л.

$$\text{Э}_{\text{БПК}} = \frac{3 - 0,09}{3} \cdot 100\% = 97\%.$$

#### 1.4 Расчет механической очистки сточных вод

Благодаря механической очистки из сточной воды выделяются нерастворенные грубодисперсные частицы. Механическая очистка осуществляется путем процеживания, отстаивания и фильтрования.

*Расчет решеток.* Решетки – первая ступень очистки сточных вод, на которой происходит удержание крупного мусора.

Если производительность больше 10000 м<sup>3</sup>/сут рекомендуется применять грабельные и многоступенчатые решетки.

В современных решетках высока степень самоочищения, поэтому вероятность засорения очень низкая.

Необходимое число прозоров всех решеток, шт,

$$n_{\text{пр}} = \frac{q}{B \cdot H_{\text{max}} \cdot V_p} \cdot K, \quad (11)$$

где  $B$  – ширина прозоров в решётках, 0,01 м [4];

$H_{\text{max}}$  – глубина воды впереди решёток, 0,9 м [4];

$V_p$  – скорость движения сточных вод в решётках, 1 м/с (взято из таблицы 28 [5]).

$K$  – коэффициент, характеризующий стеснение потока механическими граблями, 1,05-1,11 [4].

Общая ширина всех решеток, мм,

$$B_p = S \cdot (n_{\text{пр}} - 1) + B \cdot n_{\text{пр}}, \quad (12)$$

где  $S$  – толщина пластины фильтрации, 3 мм [5].

Необходимое количество решеток:

$$n_p = \frac{B_p}{B_{\text{тип}}} \quad (13)$$

Результаты расчетов приведены в таблице А.3.

Приняты 2 рабочих решетки и 1 резервная.

*Песколовки.* На всех очистных сооружениях устанавливаются песколовки независимо от их производительности. На песколовках происходит выделение мелких примесей, в основном песка.

В горизонтальной песколовке имеется две части: рабочая, в которой происходит перемещение потока и осадочная, где осаждаются и хранится песок.

Длину проточной части песколовки, м, определяют по формуле

$$L = \frac{1000vh}{u}, \quad (14)$$

где  $v$  - скорость горизонтального течения жидкости в песколовке, равная 0,3 м/с согласно [5];

$h$ - глубина проточной части песколовки, м;

$u$ - средняя скорость осаждения частиц песка заданной крупности, которые должны быть выделены в песколовке, м/с.

Ширину песколовки, м, вычисляют по формуле

$$B = \frac{q}{Vh}, \quad (15)$$

где  $q$  – расход воды, м<sup>3</sup>/с.

Ширина одного отделения песколовки, м, равна

$$b = \frac{B}{n}, \quad (16)$$

где  $n$  – количество отделений песколовки.

Объем осадочной части, м<sup>3</sup>

$$W_{\text{ос}} = \frac{pTN}{1000}, \quad (17)$$

где  $T$  – число суток между двумя чистками.

Объем песочной камеры не должен быть больше двухсуточного объема выпадающего песка.

Результаты расчетов смотреть в таблице А.4.

*Первичный радиальный отстойник.* Первичные отстойники предназначены для снижения нагрузки на сооружения биологической очистки,

для сокращения объемов аэротенков и уменьшения капитальных затрат. Радиальный отстойник – резервуар, в плане показанный в круглой форме. Сточная вода в данный вид отстойника попадает в центр и движется к периферии. В центре отстойника скорость движения воды достигает максимума, а к периферии минимума. Основным элементом – скребковый механизм. Отстойник необходимо изготавливать из нержавеющей стали, которые устойчивы к коррозии.

Расчет отстойника позволяет определить минимальную гидравлическую крупность, обеспечивающая 50 процентный эффект осветления.

Гидравлическая крупность частиц, мм/с, определяется по формуле

$$U_0 = \frac{1000 \cdot H_{set} \cdot k_{set}}{t_{set} \cdot \left( \frac{H_{set}}{h_1} \cdot k_{set} \right)^{n_2}}, \quad (18)$$

где  $H_{set}$  – глубина проточной части отстойника, м, определяется по таблице 31 [6];

$k_{set}$  – показатель использования объема, определяемый по таблице 31 [2];

$h_1$  – глубина отстаивания в лабораторном цилиндре, 0,5 м;

$t_{set}$  – необходимая длительность отстаивания, с, принимается по таблице 30 [6];

$n_2$  – показатель степени, зависящий от агломерации взвеси в процессе осаждения, для городских сточных вод принимается по чертежу 2 [6].

$$U_0 = \frac{1000 \cdot 3,5 \cdot 0,45}{900 \cdot \left( \frac{3,5 \cdot 0,45}{0,5} \right)^{0,33}} = 1,2 \text{ мм/с.}$$

Производительность первичного отстойника, м<sup>3</sup>/ч, определяется по формуле

$$q_{set} = 2,8 \cdot k_{set} \cdot (D_{set}^2 - d_{en}^2) \cdot (U_0 - V_t), \quad (19)$$

где  $D_{set}$  – диаметр отстойника, м;

$d_{en}$  – диаметр впускного устройства, м;

$V_t$  – величина турбулентной составляющей гидравлической крупности, принимается по таблице 32 [6].

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 3^2) \cdot (1,2 - 0) = 857,3 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Количество отстойников

$$n_{\text{set}} = \frac{Q_{\text{max.час}}}{q_{\text{set}}}, \quad (20)$$

$$n_{\text{set}} = \frac{3919,6}{857,3} = 4.$$

Принято 4 радиальных отстойника. Параметры отстойника: диаметр – 24 м; глубина – 3,4 м; объем зоны отстаивания – 1400 м<sup>3</sup>, осадка – 210 м<sup>3</sup>; пропускная способность при времени отстаивания 1,5 ч – 930 м<sup>3</sup>/ч [7].

Количество осадка по сухому веществу, т/сут

$$P_{\text{ос}} = \frac{C_{\text{см}}^{\text{БВ}} \cdot \Xi \cdot Q_{\text{сут}}}{10^8}, \quad (21)$$

$$P_{\text{ос}} = \frac{134,2 \cdot 50 \cdot 60690}{10^8} = 4,07 \text{ т/сут.}$$

Количество осадка по объему, м<sup>3</sup>/сут, при влажности W=94% составит

$$V_{\text{сыр}} = \frac{P_{\text{ос}} \cdot 100}{(100 - W) \cdot \rho'}, \quad (22)$$

$$V_{\text{сыр}} = \frac{4,07 \cdot 100}{(100 - 94) \cdot 1,03} = 65,86 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

### 1.5 Расчет биологической очистки сточных вод

Биологическая очистка необходима, поскольку сточные воды содержат большое количество патогенных бактерий и вирусов. В основу биологической очистки входят процессы жизнедеятельности микроорганизмов, способствующие окислению или восстановлению веществ, являющихся источником питания для микроорганизмов.

*Аэротенк.* Аэротенк – сооружение, где благодаря жизненным процессам аэробных микроорганизмов происходит окисление загрязнений и образование активного ила. Данное сооружение имеет прямоугольную форму резервуара, в котором медленно течет сточные воды, смешанные с активным илом.

Время аэрации, ч

$$t_{\text{atm}} = \frac{L_{\text{en}} - L_{\text{ex}}}{a_i(1 - s) \cdot \rho'}, \quad (23)$$

где  $L_{en}$  – биологическая потребность в кислороде сточной воды, поступающей в аэротенк, мг/л;

$L_{ex}$  – биологическая потребность в кислороде воды, прошедшей очистку, мг/л;

$a$  – порция ила в аэротенке применяется 2-4 г/л [4];

$s$  – зольность ила, принимается по таблице 40 [5];

$p$  – удельная скорость окисления, мг БПК<sub>полн</sub>/(г·ч), определяется по формуле

$$p = p_{\max} \frac{L_{ex} \cdot C_0}{L_{ex} \cdot C_0 + K_1 \cdot C_0 + K_0 \cdot L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot \alpha_i}, \quad (24)$$

где  $p_{\max}$  – наибольшая скорость окисления, указана в таблице 40 [5], мг/(г·ч);

$C_0$  – концентрация растворенного кислорода, мг/л;

$K_1$  – показатель, указывающий на свойства органических загрязняющих веществ, принимается по таблице 38 [5], мг БПК<sub>полн</sub>/л;

$K_0$  – показатель влияния кислорода, указан в таблице 38 [5], мг O<sub>2</sub>/л;

$\varphi$  – показатель, характеризующий распад активного ила, указан в таблице 26 [6], л/г.

$$p = 200 \frac{15,83 \cdot 2}{15,83 \cdot 2 + 24 \cdot 2 + 1,66 \cdot 15,83} \cdot \frac{1}{1 + 0,158} = 45 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/(\text{г} \cdot \text{ч}),$$

$$t_{\text{atm}} = \frac{750 - 15,83}{3(1 - 0,3)45} = 7,8 \text{ ч.}$$

Длительность аэрации должна быть не меньше 2 ч.

Время нахождения сточных вод в аэротенке, ч

$$t_{\text{at}} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}}, \quad (25)$$

$$t_{\text{at}} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \lg \frac{750}{15,83} = 2,4 \text{ ч.}$$

Уровень распада активного ила,

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i}, \quad (26)$$

где  $J_i$  – иловой индекс, рекомендуется до 175 см<sup>3</sup>/г [7].

$$R_i = \frac{3}{\frac{1000}{125} - 3} = 0,6.$$

Вместительность регенератора зависит от расхода сточных вод,  $Q_{\text{час}}$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , периода обработки и находится по формуле (40) [6]

$$W_{\text{at}} = t_{\text{at}}(1 + R_i)Q_{\text{час}}, \quad (27)$$

$$W_{\text{at}} = 2,4(1 + 0,6) \cdot 2528,7 = 9710,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Аэротенки обладают следующими параметрами: число секций - не меньше двух; рабочая глубина - 3...6м; отношение ширины коридора к рабочей глубине - от 1:1 до 2:1 [8].

Количество аэраторов вычисляется по формуле

$$N_{\text{ma}} = \frac{q_0(L_{\text{en}} - L_{\text{ex}})W_{\text{at}}}{1000K_t K_3 \left(\frac{C_a - C_o}{C_a}\right) t_{\text{at}} \cdot Q_{\text{ma}}}, \quad (28)$$

где  $W_{\text{at}}$  – вместительность сооружений,  $\text{м}^3$ ;

$Q_{\text{ma}}$  – производительность аэратора по кислороду,  $\text{кг}/\text{ч}$ , смотреть в паспортных данных;

$t_{\text{at}}$  – время нахождения жидкости в сооружении, ч;

$K_t$  – показатель, определяемый по температуре сточных вод;

$K_3$  – показатель, характеризующий качество воды, для городских сточных вод 0,85 [5].

$$N_{\text{ma}} = \frac{1,25(750 - 15,83) \cdot 9710,2}{1000 \cdot 1 \cdot 0,85 \left(\frac{13,5 - 2}{13,5}\right) 2,4 \cdot 130} = 40.$$

Аэраторы из фильтросных труб принимаются по таблице 3.23 [8].

*Вторичные отстойники.* Вторичные отстойники располагаются за аэротенками и предназначены для разделения активного ила от сточной воды. Они по строению соответствуют первичным отстойникам.

Гидравлическая нагрузка для аэротенков,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , рассчитывается по формуле (67) [9]

$$q_{\text{ssb}} = \frac{4,5K_{\text{ss}}H_{\text{set}}^{0,8}}{(0,1I_{\text{aj}})^{0,5-0,01a_t}}, \quad (29)$$

где  $K_{ss}$  – показатель использования зоны отстойника, для радиальных отстойников - 0,4;

$a_i$  – средняя порция ила [10];

$a_t$  – количество ила в воде, рекомендуется не менее 10 мг/л, [5];

$H_{set}$  – рабочая глубина отстойника, указана в таблице 31 [5] зависит от его типа.

$$q_{ssb} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3^{0,8}}{(0,1 \cdot 115 \cdot 3)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,4 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

Вторичных отстойников следует применять не меньше трех и все рабочие. Площадь одной секции отстойника,  $\text{м}^2$ , вычисляется по формуле

$$F_{set} = \frac{q_w}{n \cdot q_{ssb}}, \quad (30)$$

где  $q_w$  - расчетный расход сточных вод,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$n$  - число вторичных отстойников.

$$F_{set} = \frac{14625}{4 \cdot 1,4} = 2612 \text{ м}^2.$$

## 1.6 Расчет сооружений доочистки

Для применения сточных вод в народном хозяйстве необходимо задействовать доочистку. Сооружения доочистки дополняют механическую и биологическую очистку, и предназначены лучшего эффекта выделения органических загрязнений и взвешенных веществ из стоков. Благодаря доочистке происходит снижение различных веществ, содержащихся в сточных водах: взвешенные и органические вещества до 3-5 мг/л, азот и фосфат до 0,5 мг/л и до 0,02 мг/л нитриты [11]. Доочистка может осуществляться различными методами.

Методы доочистки:

- процеживание – выполняется на микрофильтрах и барабанных сетках
- фильтрование – осуществляется на фильтрах с зернистой загрузкой
- флотация – основана на способности соединения частиц с пузырьками газа, которые всплывают на поверхность, образуя пену
- сорбция – применение активированного угля для удаления остаточных растворенных органических соединений.

Станция доочистки состоит из следующих сооружений: приемный резервуар, насосная станция, барабанная сетка, двухслойный фильтр.

Сточные воды, прошедшие биологическую очистку самотеком поступают в приемный резервуар, далее насосами подаются на фильтрующие сооружения.

*Приемный резервуар.* Приемный резервуар используется для приема стоков, прошедших все этапы механической и биологической очистки.

Резервуар рассчитывается на количество воды, поступающей в течение 15 мин. Вместимость, м<sup>3</sup>

$$W_{\text{пр}} = \frac{1,1Q_w}{24} \cdot 0,25, \quad (31)$$

где  $Q_w$  – производительность станции в сутки, м<sup>3</sup>/сут;

1,1 – коэффициент, учитывающий расход очищенных сточных вод на собственные нужды станции [9].

$$W_{\text{пр}} = \frac{1,1 \cdot 40460}{24} \cdot 0,25 = 463,6 \text{ м}^3.$$

*Насосный агрегат.* Насосы подбираются по подаче, м<sup>3</sup>/с

$$Q_n = \frac{1,1Q_w}{86400}, \quad (32)$$

$$Q_n = \frac{1,1 \cdot 40460}{86400} = 0,5 \text{ м}^3/\text{с},$$

и напору, м

$$H_n = Z_2 - Z_1 + 0,5, \quad (33)$$

$$H_n = 5,2 - 0,3 + 0,5 = 5,4 \text{ м}.$$

*Барабанные сетки.* Барабанные сетки устанавливаются в схемах доочистки перед фильтрами и способствуют выделению крупных примесей, которые не оседают во вторичных отстойниках.

Барабанные сетки следует подбирать по производительности. Если количество барабанных сеток составляет от 1 до 6 штук, следует применять одну резервную, а более 6 – две.

Сетки располагаются в камерах, стенки камеры устанавливаются на расстоянии 0,5-0,7 м от барабана, от торцевых подшипников на 0,-1,0 м, от стенок днища камеры до барабана на 0,4-0,5 м [10].

Производительность сеток, м<sup>3</sup>/ч

$$q_c = \frac{1,1Q_w}{24}, \quad (34)$$

$$q_c = \frac{1,1 \cdot 40460}{24} = 1854,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Принято 2 рабочих сеток и 1 резервная типоразмерами 32,8. Характеристики барабанных сеток изложены в таблице Б.1. Эффект доочистки на барабанных сетках составляет: по ХПК и БПК<sub>полн</sub> — 5-10 процентов, по экстрагируемым веществам — 15 процентов, по взвешенным — 20 процентов.

Концентрация загрязнений после барабанных сеток: БПК<sub>полн</sub> = 9 мг/л, взвешенные вещества = 5,76 мг/л.

*Фильтры.* В процессе фильтрации вод, прошедших биологическую очистку происходит спад количества взвешенных веществ, за счет уничтожения элементов активного ила и его частей из фильтрующей загрузки.

При проектировании фильтров с двухслойной загрузкой предусматриваются:

- наличие барабанных сеток впереди фильтрами;
- водяная промывка;
- устройство гидравлического культивирования верхнего слоя загрузки;
- дренажные системы сопротивления.

При доочистке используются фильтры с двумя слоями загрузки. Особенностью данного сооружения является то, что вода в них движется сверху-вниз, а загрузка состоит из антрацита (верхний слой – 0,4 м), кварцевого песка (нижний слой – 0,6 м) и поддерживающего слоя – гравия (0,6 м) [9]. Высота слоя воды над поверхностью загрузки принимается  $h = 2,5 \text{ м} > 2 \text{ м}$  [9].

Общая площадь фильтров без учета промывки, м<sup>2</sup>

$$F_{\text{общ}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{\vartheta_{\text{ф}} \cdot 24}, \quad (35)$$

$$F_{\text{общ}} = \frac{40460}{10 \cdot 24} = 168,6 \text{ м}^2.$$

Количество фильтров, шт

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{F}, \quad (36)$$

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{168,6} = 7 \text{ шт.}$$

Скорость фильтрации в рабочем нормальном режиме, м/ч

$$v_p = v_{\text{ф}} \frac{N - n_p}{N}, \quad (37)$$

где  $n_p$  – число фильтров, находящихся в ремонте, 2.

$$v_p = 10 \cdot \frac{7 - 2}{7} = 7 \text{ м/ч.}$$

Суммарная площадь фильтров,  $\text{м}^2$

$$F = \frac{Q}{24 \cdot v_p - n \cdot v_p \cdot T} \quad (38)$$

где  $n$  – число промывок,  $n=2$ ;

$T$  – продолжительность промывки,  $T=12$  мин = 0,2 ч.

$$F = \frac{40460}{24 \cdot 7 - 2 \cdot 7 \cdot 0,2} = 244,9 \text{ м}^2.$$

Площадь одного фильтра,  $\text{м}^2$

$$f = \frac{F}{N}, \quad (39)$$

$$f = \frac{244,9}{7} = 34,9 \text{ м}^2.$$

Принят фильтр размером 6х6 м ( $f = 36 \text{ м}^2$ )

Эффект доочистки после фильтров: по БПК<sub>полн</sub> = 40 процентов, по взвешенным веществам = 50 процентов.

Концентрация загрязнений: БПК<sub>полн</sub> = 5,4 мг/л, взвешенные вещества = 2,88 мг/л.

*Расчет хлораторной установки.* Обеззараживание сточных вод выполняют с целью удаления оставшихся в них патогенных бактерий. Наиболее распространенный метод обеззараживания – метод хлорирования. Расчетный часовой расход хлора для хлорирования воды, кг/ч

$$Q_{\text{Cl}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot D_{\text{Cl}}}{24 \cdot 1000} \quad (40)$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – расход воды в сутки,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$D_{\text{Cl}}$  – доза хлора, мг/л.

$$Q_{\text{Cl}} = \frac{40460 \cdot 3}{24 \cdot 1000} = 5,05 \text{ кг/ч.}$$

Производительность хлораторной, кг/ч

$$Q_{\text{пр}} = 1,5 \cdot Q_{\text{cl}}, \quad (41)$$

$$Q_{\text{пр}} = 1,5 \cdot 5,05 = 7,5 \text{ кг/ч.}$$

Принимается 2 хлораторной АХВ1000/Р12. Размер хлораторной 12x21 м [9].

Необходимый расход хлорной воды, м<sup>3</sup>/ч, определяется по формуле

$$q_{\text{max}} = Q_{\text{cl}} \cdot q_0, \quad (42)$$

где  $q_0$  – удельный расход воды для приготовления хлорного раствора,  $q_0=0,7 \text{ м}^3/\text{кг}$  [9].

$$q_{\text{max}} = 5,05 \cdot 0,7 = 3,5 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

### 1.7 Использование доочищенных сточных вод

Применение доочищенных сточных вод – это энергосберегающая опция, служащая для повышения водообеспеченности. Эксплуатация сточных вод после доочистки дает шанс сократить потребление пресной воды, а также снижает сброс очищенных городских сточных вод в водоемы, что улучшит их экологическое состояние. Остро испытывающие дефицит в воде страны уже используют очищенные сточные воды. Качество доочищенных сточных вод для сфер их использования разное, для этого необходимо применение разных схем, методов и сооружений доочистки. Санитарные, технические и экономические показатели указывают на возможность использования вод после глубокой очистки.

Сточные воды, прошедшие доочистку можно использовать в трех основных категориях:

- системы орошения: полив растений, которые предназначены для потребления людьми и животными, полив спортивных объектов, парков и озелененных участков;

- производственное назначение: системы пожаротушения, моечные системы, термические циклы и т.п.;

- системы водосбережения зданий: вода, прошедшая необходимую биологическую очистку и доочистку, не содержащая микробов, может применяться в качестве технической воды для слива туалетов, мойки автомобилей, стирки в стиральных машинах [12].

Доочищенные сточные воды широко используются во многих странах мира: США, Кувейт, Намибия, Австралия, Тунис. Примеры использования доочищенных вод в данных странах приведены в таблице В.1.

*Предложения по использованию доочищенных сточных вод в Таразе.* Сточные воды города Тараза, прошедшие механическую и биологическую очистку не пригодны для использования, поэтому часть их сбрасывается, а часть идет на доочистку. Качественная доочистка сточных вод позволяет в дальнейшем применять их в разных отраслях народного хозяйства.

Таблица 2 – Применение доочищенных сточных вод в Таразе

Промышленность	Орошение	Подпитка	Рыбное хоз-во
- повторное и последовательное пополнение охлаждающих систем - питание котлов - тушение кокса	культурные и технические культуры: - яровой ячмень - озимая пшеница - сахарная свекла - кукуруза (на зерно)	- подпитка подземных вод	- сброс в маломощные водоемы, имеющие значение для рыбного хозяйства

### 1.8 Зоны санитарной охрана водных ресурсов

Охрана водных ресурсов – это мероприятия, проводимые для сохранения качества воды в природных источниках. Канализационные стоки оказывают пагубное воздействие на водные объекты, загрязняя их и нарушая гидрологические параметры. Для предотвращения данных явлений во время проектирования необходимо произвести оценку негативных последствий проектируемых систем на водные источники, а также разработать мероприятия для защиты природных объектов. Инженерно-технические мероприятия по охране водных объектов:

- прогноз и оценка воздействия действующих и проектируемых систем на водные объекты;
- своевременное обнаружение и исправление процессов, приводящих к загрязнению воды;
- создание мероприятий для защиты водных объектов;
- совершенствование технологических и инженерных решений исходя из минимального ущерба.

Для защиты вод от пагубного воздействия органами власти устанавливаются зоны санитарной охраны.

## 2 Технология строительства объектов водопользования

Строительная площадка для очистных сооружений выбирается с учетом проекта и общими требованиями. Она должна располагаться под уклоном, тем самым обеспечивая самотечное движение.

Требования к расположению очистных сооружений:

- маленькая протяженность коммуникаций внутри станций;
- возможность ремонта и обслуживания;
- обеспечение свободного подъезда транспорта ко всем сооружениям;
- допустимость поочередного строительства.

### 2.1 Определение объемов земляных работ

Объемы земляных работ для участков. Участки безнапорной водоотводящей сети сделаны из стеклопластиковых труб. Значения труб:  $d=800$  мм, уклон  $i=0,0013$ , длина 12 м [13]. Масса 1 трубы при толщине стенки 14,8 мм равна 936 кг. Длина участка – 3 км.

Средняя глубина траншеи, м

$$h_{\text{cp}} = \frac{h_1 + h_2}{2}, \quad (43)$$

где  $h_1$  – глубина заложения трубы в начале участка, м;

$h_2$  – глубина заложения трубы в конце участка, м.

$$h_{\text{cp}} = \frac{2,5 + 3,48}{2} = 2,99 \text{ м.}$$

Средняя площадь поперечного сечения траншеи,  $\text{м}^2$

$$F_{\text{cp}} = \frac{h_{\text{cp}} \cdot (B + E)}{2} = h_{\text{cp}} \cdot (B + m \cdot h), \quad (44)$$

где  $h_{\text{cp}}$  – глубина траншеи, м;

$B$  – ширина траншеи по дну, м;

$E$  – ширина траншеи поверху, м;

$m$  – коэффициент заложения откоса траншеи.

$$F_{\text{cp}} = 2,99 \cdot (2,04 + 0,50 \cdot 2,97) = 10,54 \text{ м}^2.$$

Ширина траншеи по дну в зависимости от наружного диаметра, материала и типа труб, м

$$B = D_{\text{нар}} + 1,2, \quad (45)$$

где  $D_{\text{нар}}$  – наружный диаметр.

$$B = 0,84 + 1,2 = 2,04 \text{ м.}$$

Ширина траншеи по верху ( в начале траншеи), м

$$E_1 = B + 2 \cdot m \cdot h_1, \quad (46)$$

$$E_1 = 2,04 + 2 \cdot 0,50 \cdot 2,5 = 4,54 \text{ м.}$$

Ширина траншеи по верху ( в конце траншеи), м

$$E_2 = B + 2 \cdot m \cdot h_2, \quad (47)$$

$$E_2 = 2,04 + 2 \cdot 0,50 \cdot 3,48 = 5,52 \text{ м.}$$

Средняя ширина траншеи, м

$$E_{\text{ср}} = \frac{(E_1 + E_2)}{2}, \quad (48)$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{4,54 + 5,52}{2} = 5 \text{ м.}$$

Объем разрабатываемого грунта при трапецеидальном сечении траншеи,  
 $\text{м}^3$

$$V = F_{\text{ср}} \cdot L, \quad (49)$$

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

$L$  – длина траншеи, м.

$$V = 10,54 \cdot 3000 = 31620 \text{ м}^3.$$

Объем трубы,  $\text{м}^3$

$$V_{\text{тр}} = \pi \cdot d \cdot L, \quad (50)$$

$$V_{\text{тр}} = 3,14 \cdot 0,80 \cdot 3000 = 7536 \text{ м}^3.$$

Объем обратной засыпки, м<sup>3</sup>

$$V_{\text{обр.з}} = V - V_{\text{изл.гр}}, \quad (51)$$

$$V_{\text{обр.з}} = 31620 - 24443 = 7177 \text{ м}^3.$$

Объем недобора грунта, м<sup>3</sup>

$$V_{\text{нед.гр}} = h_{\text{нед.гр}} \cdot B \cdot L, \quad (52)$$

где  $h_{\text{нед.гр}}$  – глубина недобора грунта, равна 0,1.

$$V_{\text{нед.гр}} = 0,1 \cdot 2,04 \cdot 3000 = 612 \text{ м}^3.$$

Площадь поверхности среза грунта, м<sup>2</sup>

$$S = B \cdot L \cdot 1,05, \quad (53)$$

$$S = 2,04 \cdot 3000 \cdot 1,05 = 6426 \text{ м}^2.$$

По окончании земляных работ по отрывке траншеи и котлованов под колодцы осуществляется монтаж трубопровода, заделка стыков труб, установка колодцев. Когда прокладывают самотечные канализационные трубопроводы, подводящие и отводящие трубы колодца заделываются в стенки до их внутренней поверхности.

## 2.2 Выбор механизма для обратной засыпки траншеи

После успешно прошедших предварительных испытаний трубопровод засыпается грунтом. Засыпка осуществляется бульдозером. Используется грунт, извлеченный из траншеи.

Продолжительность работ бульдозера по обратной засыпке, планировке траншеи и отвала, см

$$T_{\text{в}} = \frac{F_{\text{пл}} \cdot H_{\text{вр}}}{1000 \cdot t_{\text{см}}}, \quad (54)$$

где  $F_{\text{пл}}$  – общая площадь планируемой поверхности на месте траншеи и вывоза избыточного грунта, м<sup>3</sup>;

$H_{\text{вр}}$  – норма времени на планирование единицы поверхности, 1,2 [14];

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

$$T_B = \frac{36935,6 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8} = 5,5 \text{ см.}$$

Общая площадь планируемой поверхности, м<sup>2</sup>

$$F_{\text{пл}} = F_{\text{пл1}} + F_{\text{пл2}}, \quad (55)$$

где  $F_{\text{пл1}}$  – площадь поверхности, планируемой на месте траншеи, м<sup>2</sup>;  
 $F_{\text{пл2}}$  – площадь поверхности, на которую вывозится избыточный грунт, м<sup>2</sup>.

$$F_{\text{пл1}} = [E_{\text{ср}} + B + h_2 \cdot (1 - m)] \cdot L, \quad (56)$$

$$F_{\text{пл1}} = [5 + 2,04 + 3,48 \cdot (1 - 0,50)] \cdot 3000 = 26340 \text{ м}^2,$$

$$F_{\text{пл2}} = \frac{V_{\text{отв}}^B}{h}, \quad (57)$$

$$F_{\text{пл2}} = \frac{2119,12}{0,2} = 10595,6 \text{ м}^2,$$

$$F_{\text{пл}} = 26340 + 10595,6 = 36935,6 \text{ м}^2.$$

### 2.3 Выбор кранового оборудования

При укладке труб и сборке элементов колодцев и арматуры, располагающейся в колодцах используют автомобильные краны. Крановое оборудование выбирают опираясь на массу самого тяжелого элемента и требуемого вылета стрелы. Самым тяжелым элементом является днище камеры с массой  $m = 936$  кг.

Требуемая грузоподъемность крана, кг, определена по формуле

$$G = Q \cdot K_{\text{гр}}, \quad (58)$$

где  $Q$  – масса самого тяжелого элемента при монтаже трубопровода, кг;  
 $K_{\text{гр}}$  – коэффициент, учитывающий массу грузозахватных приспособлений, 1,1 [14].

$$G = 936 \cdot 1,1 = 1029 \text{ кг.}$$

Перед определением вылета стрелы намечается рабочее положение крана

по отношению к траншее.

Кран располагается на свободной от отвала стороне траншеи. На этой же стороне траншеи перед краном располагают заготовки труб элементов колодцев и арматуру.

Требуемый вылет стрелы крана, м

$$L_c = \frac{b_1}{2} + 1,2 \cdot m \cdot h_2 + \frac{B_{кр}}{2}, \quad (59)$$

где  $b_1$  – ширина котлована под колодец по низу, м;

$m$  – заложение откосов;

$h_2$  – максимальная глубина траншеи, м;

$B_{кр}$  – ширина базы крана, 2,5 м.

$$L_c = \frac{3,7}{2} + 1,2 \cdot 0,50 \cdot 3,48 + \frac{2,5}{2} = 5,18 \text{ м.}$$

По грузоподъёмности подобран кран марки крана КС-3562Б:

Максимальная грузоподъёмность – 10 т;

Грузоподъёмность при максимальном вылете стрелы – 1,2 т;

Вылет стрелы 4-10 м;

Марка базового автомобиля КамАЗ – 5334.

## 2.4 Охрана труда

Охрана труда – система, в которую входят: охрана жизни и здоровья работников, санитарно-гигиенические нормы, правовые акты, организационно-технические аспекты, лечение и реабилитация людей, пострадавших на производстве.

Требования охраны труда при эксплуатации очистных сооружений:

- наличие спецодежды и спецобуви, а также средств индивидуальной защиты у работников;

- помещения хлораторных должны быть оборудованы искусственной вентиляцией;

- на территории очистных сооружений необходимо иметь противопожарную сигнализацию;

- следить за состоянием помещения, оборудованием и территорией очистных сооружений (очищать от грязи и снега) [12].

### 3 Экономическая эффективность проекта

Оценка экономической эффективности – это измерение затрат на необходимое оборудование и его эксплуатацию. К основным показателям экономической эффективности относятся удельные капиталовложения, включающие затраты на оборудование, изложенные в таблице Г.1, транспортные расходы, затраты на монтаж и эксплуатационные расходы.

*Полный экономический эффект.* Полный экономический эффект вычисляется по формуле

$$\mathcal{E}_1 = \frac{(\sum \Delta \Pi - C)}{K}, \quad (60)$$

где  $\sum \Delta \Pi$  – полный среднегодовой экономический эффект, тыс. тг.;

$C$  – эксплуатационные расходы, тыс. тг.;

$K$  – капиталовложения, смотреть в таблице Г.2., тыс. тг.

$$\mathcal{E}_1 = \frac{(12693176,8 - 59400,452)}{717828,2} = 17,6 \text{ млн. тг.}$$

Общая экономическая эффективность

$$\mathcal{E} = \frac{\sum \mathcal{E}_1}{(K \cdot E_n + C)}, \quad (61)$$

где  $\sum \mathcal{E}_1$  – полный экономический эффект от природоохранных мероприятий, тыс. /год;

$K$  – капиталовложения в строительство основных фондов, тыс.тг.;

$E_n$  – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности капиталовложений, равный 0,12 [15];

$C$  – годовые эксплуатационные расходы смотреть в таблице Г.3, тыс. тг./год.

$$\mathcal{E} = \frac{17,6}{(717828,2 \cdot 0,12 + 59400,452)} = 0,2 \text{ тыс. тг.}$$

Срок окупаемости

$$T_{\text{ок}} = \frac{(K \cdot E_n + C)}{\sum \mathcal{E}_1}, \quad (62)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{717828,2 \cdot 0,12 + 59400,452}{17,6} = 2,5 \text{ года .}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проекте было рассмотрено состояние очистки сточных вод в городе Тараз. В городе отсутствует комплексная очистка сточных вод, выполняется лишь не полная механическая очистка на отстойниках, после которых вода сбрасывается в основном на фильтрующие поля. Данные сооружения устарели, а фильтрующие сооружения заполнены мусором и тиной, что способствует возникновению зловония и проникновения канализационных стоков в грунтовые воды. Все эти моменты пагубно сказываются на экологическом состоянии города.

Для решения проблем с очисткой сточных вод в городе в проекте предложено осуществление полной механической и биологической очистки, а для дальнейшего использования сточных вод применение доочистки. Очистные сооружения в проекте рассчитываются по формулам нормативных и специальных источников. Определив основные размеры применяются близкие по производительности сооружения. Подбор необходимых сооружений основывается на расходе сточных вод города, который на население численностью 357 тысяч человек составляет 94069,5 м<sup>3</sup>/сут. В результате проделанной работы были подобраны очистные сооружения: решетки, песколовки, радиальный отстойник, аэротенк, вторичный отстойник, барабанная сетка и двухслойный фильтр. В проекте предложены методы использования сточных вод, прошедших доочистку на барабанных сетках и двухслойных фильтрах для полива сельскохозяйственных культур и зеленых насаждений, для рыбного хозяйства и промышленных нужд. Осуществлены расчеты по земляным работам, а также выбраны механизмы для обратной засыпки траншеи и крановое оборудование. В экономическом разделе подсчитана сумма необходимая для строительства сооружений – 777,23 млн. тенге и срок окупаемости – 2,5 лет.

Предлагаемая очистка сточных вод в Таразе улучшит экологическое состояние города, а в результате повторного использования сточных вод сократиться объем воды, изымаемый из природных источников.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 <http://www.zhambyl.kz/>;
- 2 Воронов Ю. В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных сточных вод. М: ИАСВ, 2006-704 с.
- 3 Водоотведение и очистка сточных вод. Водоотведение поверхностного стока с территории населенных пунктов и площадок промышленных предприятий: учебно-методическое пособие: Л. В. Приймак, О. Г. Дубровская.- Электрон. текстовые дан.- Красноярск: СФУ, 2015.- 43 с.
- 4 Адельшин А.Б., Селюгин А.С., и др. Расчет сооружений механической очистки сточных вод населенных пунктов. Учеб. пособие.- Казань:КГАСУ,2010.-57с.
- 5 СН РК 4.01.-03-2011 Канализация. Наружные сети и сооружения. - Астана, 2012
- 6 СН РК 4.01.-02-2009 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - Астана, 2010
- 7 Е.В. Николаенко, В.В. Авдин, В.С. Сперанский. Проектирование очистных сооружений канализации. Учебное пособие. Челябинск, ЮУрГУ, 2000.
- 8 Принципы расчета систем биологической очистки сточных вод". Морозова К.М. № 5, Москва : "Издательство ВСТ", 2009 г. г.Николаенко Е.В., Авдин
- 9 Расчет сооружений по очистке городских сточных вод и обработке осадков. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности – «Водоснабжение и водоотведение»; сост. А. Ф. Колова, А. Г. Пчелкин, Е. Н. Тимофеева / КрасГАСА. – Красноярск, 2001. – 95 с.
- 10 М.Хенце, П.А.Армоэс, Й.Ля-Кур-Янсен, Э.А.Арван. Очистка сточных вод . Москва : «Мир», 2004 г
- 11 «Сточные воды –Очистка сточных вод»; Заочные курсы «Вода и окружающая среда», Курс ВВ 52;. Москва : МГСУ; Bauhaus Universitat Weimar, 2001 г.
- 12 «Николаенко Е.В., Авдин В.В. Водоснабжение и водоотведение, охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Учебное пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. - 2004. - 46 с
- 13 Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых водопроводных труб – М; Стройиздат. 2014
- 14 Гурковский Г.М. Технология строительства водопроводно-канализационных сооружений. Проектирование: Учебное пособие для вузов. – Киев: Вища школа, 1980, - 200 с.
- 15 Рекомендации по расчету экономической эффективности технических решений в области организации, технологии механизации строительных работ. – М: 2005. - 129 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение А

Таблица А.1 – Результаты расчета расходов сточных вод

Средний суточный расход	$Q_{сут}$	60690 м <sup>3</sup> /сут
Средний часовой расход	$Q_{час}$	2528,75 м <sup>3</sup> /ч
Средний секундный расход	$q$	0,70 м <sup>3</sup> /с
Расчетный расход	$Q_{сут.мах}$	94069,5 м <sup>3</sup> /сут
Максимальный часовой расход	$Q_{час.мах}$	3917,6 м <sup>3</sup> /ч
Максимальный секундный расход	$q_{мах}$	1,08 м <sup>3</sup> /с

Таблица А.2 – Качественный состав сточных вод

Вещества	До очистки
Взвешенные вещества, мг/л	134,2
БПК <sub>полн</sub> , мг/л	92,9
Азот аммонийный, (NH <sub>4</sub> ), мг/л	23,3
Фосфаты, мг/л	6
Хлориды, мг/л	39,1
Прозрачность, см	2,6
Сухой остаток	351
ХПК, мг/л	149,3
Сульфаты, мг/л	52,5
СПАВ, мг/л	1,06
Нефтепродукты, мг/л	0,4
Нитриты, (NO <sub>2</sub> ), мг/л	0,25
Нитраты, (NO <sub>3</sub> ), мг/л	0,13
рН	7,7

Таблица А.3 – Результаты расчета решеток

Требуемое число прозоров всех решеток, $n_{пр}$	Общая ширина всех решеток, $B_p$	Требуемое кол-во решеток, $n_p$
82	1,06	2,12

Таблица А.4 – Результаты расчета горизонтальной песколовки

Длину проточной части песколовки, L	Ширину песколовки, B	Ширина одного отделения, b	Объем осадочной части, $W_{ос}$
14,09 м	2,7 м	1,35 м	7,1 м <sup>3</sup>

## Приложение Б

Таблица Б.1 – Характеристика барабанных сеток

Типоразмер, м	1,51,9	1,52,8	1,53,7	32,8	33,7	34,6
Производительность, м <sup>3</sup> /с	420	620	840	1500	2000	2500
Масса, т	2,2	2,57	2,86	3,1	3,4	3,8

## Приложение В

Таблица В.1 – Яркие примеры использования доочищенных сточных вод

Страна	Сфера использования			
	хозяйственные нужды	промышленность	орошение	подпитка подземных вод
Австралия	В засушливые периоды очищенная вода смешивается с сырой водой и подается как водопроводная	Используется в промышленности и коммерческих предприятиях для кондиционирования воздуха		
США		Промышленное использование	Сельскохозяйственное орошение и ландшафтное орошение	В г. Оранж подпитывают подземные воды
Япония		Используется на металлургических, стекольных и нефтезаводах		
Тунис			Орошение кормовых, зерновых, citrusовых, виноградников и орошение ландшафтных полей	

## Приложение Г

Таблица Г.1 – Затраты на строительство сооружений

Сооружения	Стоимость, тыс.тг.
Решетка	6580
Песколовка	28200
Радиальный отстойник 4 шт.	75200
Аэротенк	23500
Вторичный отстойник	2350
Приемная камера	5170
Насосы	3000
Барабанная сетка	35580
Фильтр 7 шт.	354830
Емкости для сбора осадка	9400
Суммарные затраты на строительство сооружений, $K_{общ}$	543810

Таблица Г.2 – Суммарные капиталовложения

Затраты на строительство, тыс. тг	Транспортные затраты, тыс. тг	Затраты на монтаж, тыс. тг	Складские затраты, тыс. тг	Сумма капиталовложений, тыс. тг
$K_{общ}$	$K_{тр}$	$K_{м}$	$K_{с}$	$K$
543810	43504,8	97885,8	32628,6	717828,2

Таблица Г.3 – Эксплуатационные работы

Эксплуатационные расходы		Цены, тыс. тг/год
Заработная плата ( $Z_{общ}$ )	Рабочие (10 чел.)	7800
	ИТР (1 чел.)	1800
	МОТ (1чел.)	1200
	Служащие (1 чел.)	1200
Энергозатраты ( $Z_{эл}$ )		3000
Амортизационные затраты (А)		35891,46
Текущий ремонт ( $P_{тек}$ )		7178,292
Прочие расходы ( $P_{пр}$ )		1330,7
Итого (С)		59400,452