

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

*Сариева Карина Ринатқызы*

«Перспективы развития биоэнергетики в Казахстане (на примере агропромышленного  
комплекса)»

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

6B05205 «Химическая и биохимическая инженерия»

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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


Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»  
Горно-металлургический институт  
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой  
«Химические процессы и  
промышленная экология»  
канд. тех наук, доцент

 Кубекова Ш.Н.  
«4» 06 2024 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Перспективы развития биоэнергетики в Казахстане (на примере  
агропромышленного комплекса)»


6B05205 - «Химическая и биохимическая инженерия»

Выполнил:

Сариева К.Р. 

Рецензент

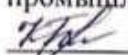
канд. тех. Наук, главный  
специалист отдела водных  
ресурсов и нормирования  
ТОО «КАПЭ»

 Дюсенова Ж.А.

«06» 06 2024 г.

Научный руководитель

Доктор ДВА, старший  
преподаватель кафедры  
«Химические процессы и  
промышленная экология»

 Кезембаева Г.Б.

«07» 06 2024г.

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра Химические процессы и промышленная экология

6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»



**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломной работы**

Обучающемуся: Сариевой Карине Ринатқызы

Тема: «Перспективы развития биоэнергетики в Казахстане (на примере агропромышленного комплекса)».

Утверждена приказом Ректора Университета № 548 от 4 декабря 2023 г.

Срок сдачи законченной работы « 7 » 06 \_\_\_\_\_ 2024 г.

Исходные данные к дипломной работе:

Краткое содержание дипломной работы:

- исследование законодательных и политических аспектов, касающихся поддержки и развития биоэнергетики в Казахстане;
- провели всесторонний анализ современного состояния биоэнергетики как в глобальном масштабе, так и на национальном уровне в Казахстане;
- оценили потенциал агропромышленного комплекса Казахстана для производства биоэнергии.;
- рассчитали эколого-экономическую эффективность внедрения биореакторов на промышленных предприятиях.

Перечень графического материала: представлен в виде презентации на 12 слайдов.

Рекомендуемая основная литература: из 18 наименований.


## ГРАФИК

подготовки дипломной работы

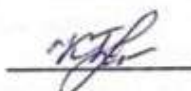
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечания
Введение	5 января 2024	выполнено
Обзор литературы и теоретические основы	12 февраля 2024	выполнено
Расчет эколого-экономической эффективности внедрения биореакторов на промышленных предприятиях	19 марта 2024	выполнено
Оценка потенциала агропромышленного комплекса Казахстана для производства биоэнергии	10 апреля 2024	выполнено
Заключение	5 мая 2024	выполнено

### Подписи


консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтроль	Кезембаева Г.Б.	07.06.24г.	

Научный руководитель

 Кезембаева Г.Б.

Задание принял к исполнению обучающийся

 Сариева К.Р.

Дата

«07» 06 2024 г

## АННОТАЦИЯ

Данное исследование посвящено изучению перспектив развития биоэнергетики в Казахстане, с упором на агропромышленный комплекс как ключевой источник биомассы. В контексте глобальных вызовов, связанных с изменением климата и необходимостью диверсификации энергетических источников, биоэнергетика представляет собой перспективное направление для страны, обладающей обширными аграрными ресурсами. В работе рассматриваются потенциалы различных видов биомассы, доступных в Казахстане, и анализируются технологические, экономические и экологические аспекты их использования в производстве биоэнергии. Дипломная работа состоит из 5 глав, таблиц, иллюстраций и диаграмм.

В первой главе было проведено исследование законодательных и политических аспектов, касающихся поддержки и развития биоэнергетики в Казахстане.

Во второй главе проводится всесторонний анализ современного состояния биоэнергетики как в глобальном масштабе, так и на национальном уровне в Казахстане.

В третьей главе проводится оценка потенциала агропромышленного комплекса Казахстана для производства биоэнергии.

В четвертой главе был проведен расчет эколого-экономической эффективности внедрения биореакторов на промышленных предприятиях.

В пятой главе были разработаны рекомендации по оптимизации процессов производства и использования биоэнергии в Казахстане с учетом специфики агропромышленного комплекса.

## АНДАТПА

Бұл зерттеу биомассаның негізгі көзі ретінде агроөнеркәсіптік кешенге баса назар аударып, Қазақстандағы биоэнергетиканың даму перспективаларын зерттеуге арналған. Климаттың өзгеруіне және энергия көздерін әртараптандыру қажеттілігіне байланысты жаһандық сын-қатерлер жағдайында биоэнергетика кең аграрлық ресурстарға ие ел үшін перспективалы бағыт болып табылады. Жұмыста Қазақстанда қолжетімді биомассаның әртүрлі түрлерінің әлеуеті қарастырылады және оларды биоэнергия өндірісінде пайдаланудың технологиялық, экономикалық және экологиялық аспектілері талданады. Дипломдық жұмыс 5 тараудан, кестелерден, иллюстрациялардан және диаграммалардан тұрады.

Бірінші тарауда Қазақстандағы биоэнергетиканы қолдау мен дамытуға қатысты заңнамалық және саяси аспектілерді зерттеу жүргізілді.

Екінші тарауда биоэнергетиканың жаһандық ауқымда да, Қазақстандағы ұлттық деңгейде де қазіргі жай-күйіне жан-жақты талдау жүргізіледі.

Үшінші тарауда биоэнергия өндірісі үшін Қазақстанның агроөнеркәсіптік кешенінің әлеуетін бағалау жүргізіледі.

Төртінші тарауда өнеркәсіптік кәсіпорындарда биореакторларды енгізудің экологиялық-экономикалық тиімділігінің есебі жүргізілді.

Бесінші тарауда агроөнеркәсіптік кешеннің ерекшелігін ескере отырып, Қазақстанда биоэнергияны өндіру және пайдалану процестерін оңтайландыру бойынша ұсыныстар әзірленді.

## ANNOTATION

This study is devoted to the study of the prospects for the development of bioenergy in Kazakhstan, with an emphasis on the agro-industrial complex as a key source of biomass. In the context of global challenges related to climate change and the need to diversify energy sources, bioenergy is a promising area for a country with extensive agricultural resources. The paper examines the potentials of various types of biomass available in Kazakhstan and analyzes the technological, economic and environmental aspects of their use in bioenergy production. The thesis consists of 5 chapters, tables, illustrations and diagrams.

In the first chapter, a study was conducted on legislative and policy aspects related to the support and development of bioenergy in Kazakhstan.

The second chapter provides a comprehensive analysis of the current state of bioenergy both globally and at the national level in Kazakhstan.

The third chapter evaluates the potential of the agro-industrial complex of Kazakhstan for the production of bioenergy.

In the fourth chapter, the calculation of the ecological and economic efficiency of the introduction of bioreactors in industrial enterprises was carried out.

In the fifth chapter, recommendations were developed to optimize the processes of production and use of bioenergy in Kazakhstan, taking into account the specifics of the agro-industrial complex.

## СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	9
1	Изучение законодательства и государственной политики в области поддержки и развития биоэнергетики в Казахстане	10
1.1	Законодательная база биоэнергетики в Казахстане	10
1.2	Международные соглашения и их влияние на развитие биоэнергетики в Казахстане	11
1.3	Государственная политика и программы поддержки биоэнергетики	11
2	Анализ современного состояния биоэнергетики в мире и в Казахстане	13
2.1	Общие тенденции и перспективы развития биоэнергетики в мире	13
2.2	Текущая ситуация и ключевые проекты биоэнергетики в Казахстане	13
2.3	Анализ развития биоэнергетики в Казахстане на 2020 год	13
3	Оценка потенциала агропромышленного комплекса Казахстана для производства биоэнергии	16
3.1	Экономические и экологические преимущества биогаза	16
3.2	Потенциал использования отходов агропромышленного производства для биоэнергетики	16
4	Расчет эколого-экономической эффективности внедрения биореакторов на предприятиях агропромышленного комплекса	22
4.1	Модели экономической эффективности внедрения биореакторов	22
4.2	Производственный цикл биогаза: технология, преимущества и недостатки	24
4.3	Расчет выбросов парниковых газов от агропромышленных комплексов	25
5	Разработка рекомендаций по оптимизации процессов производства и использования биоэнергии в Казахстане с учетом специфики агропромышленного комплекса	29
5.1	Оптимизация технологий производства биоэнергии	29
5.2	Расчет эколого-экономической эффективности биогазовой установки	30
5.3	Анализ экономической выгоды использования биомассы в энергетике	35
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	36
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	38

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире вопросы энергетики и экологии приобретают все большее значение, особенно в контексте стремительного развития технологий и растущего населения. В этой связи внимание уделяется поиску альтернативных источников энергии, способных удовлетворить потребности общества, сохраняя природные ресурсы и уменьшая негативное воздействие на окружающую среду. Одним из перспективных направлений в этой области является биоэнергетика – отрасль, основанная на использовании биологических ресурсов для производства энергии.

Казахстан, обладая огромными природными ресурсами и обширными территориями сельскохозяйственного использования, имеет потенциал для развития биоэнергетики. В настоящей дипломной работе рассматривается перспектива развития биоэнергетики в Казахстане на примере агропромышленного комплекса. Выбор данной темы обусловлен не только актуальностью проблемы, но и стратегическим значением развития агропромышленного сектора для экономики страны.

Целью данного исследования является выявление потенциала и перспектив биоэнергетики в Казахстане на примере агропромышленного комплекса, а также анализ факторов, влияющих на его развитие и возможные пути оптимизации процессов производства и использования биоэнергии.

Для достижения поставленной цели в работе будут рассмотрены следующие задачи:

1. Проанализировать законодательство и государственную политику в области поддержки и развития биоэнергетики в Казахстане.
2. Исследовать современное состояние биоэнергетики в мире и в Казахстане.
3. Оценить потенциал агропромышленного комплекса Казахстана для производства биоэнергии.
4. Рассчитать эколого-экономическую эффективность по внедрению биореакторов на фермерских хозяйствах.
5. Разработать рекомендации по оптимизации процессов производства и использования биоэнергии в Казахстане с учетом специфики агропромышленного комплекса.

Исследование представляет практическую значимость для разработки стратегии развития биоэнергетики в Казахстане и может быть использовано в качестве основы для принятия решений как на уровне государственной политики, так и на уровне отдельных предприятий агропромышленного комплекса.



# **1. Изучение законодательства и государственной политики в области поддержки и развития биоэнергетики в Казахстане**

## **1.1. Законодательная база биоэнергетики в Казахстане**

В Казахстане нормативно-правовая база в области зеленой экономики и устойчивого развития строится на основе ряда законодательных актов и стратегических документов:

1. Кодекс Республики Казахстан об экологическом праве: Этот законодательный акт является основой для регулирования отношений в области охраны окружающей среды и управления природными ресурсами. Он устанавливает права и обязанности граждан, организаций и государственных органов в сфере охраны окружающей среды и обеспечивает механизмы ответственности за нарушение экологического законодательства.

2. Программа «Зеленая экономика»: Эта программа является ключевым стратегическим документом, направленным на развитие зеленой экономики в Казахстане. Она охватывает различные сектора экономики, такие как энергетика, транспорт, сельское хозяйство, промышленность и другие, и определяет меры по стимулированию инвестиций в экологически чистые технологии, повышению энергоэффективности и сокращению выбросов загрязняющих веществ.

3. Закон Республики Казахстан «О возобновляемой энергии»: Этот закон определяет правовые основы для развития отрасли возобновляемой энергии в стране. Он предусматривает механизмы поддержки и стимулирования проектов по использованию возобновляемых источников энергии, таких как ветроэнергетика, солнечная энергия, гидроэнергетика и биоэнергетика.

4. Национальная стратегия развития «Казахстан - 2050»: Этот стратегический документ содержит задачи и приоритеты развития страны в долгосрочной перспективе. В рамках этой стратегии уделяется внимание устойчивому развитию, включая развитие зеленой экономики, снижение выбросов парниковых газов и повышение энергоэффективности.

5. Национальный план действий по устойчивому развитию до 2030 года: Этот документ включает конкретные мероприятия и проекты по устойчивому развитию, включая развитие зеленой экономики, создание инфраструктуры для использования возобновляемых источников энергии и сокращение выбросов парниковых газов.

Эти нормативно-правовые акты и стратегические документы обеспечивают правовую и организационную базу для развития зеленой экономики в Казахстане и способствуют переходу страны к более устойчивой и экологически чистой модели развития. Они также создают условия для привлечения инвестиций в секторы, связанные с зелеными технологиями, и способствуют созданию рабочих мест и улучшению качества жизни населения.

Казахстан обладает значительным потенциалом в использовании возобновляемых источников энергии, он также выделяется среди государств Центральной Азии высокими показателями выброса парниковых газов.

Несмотря на экономические, социальные и экологические выгоды, присущие переходу к возобновляемым источникам энергии, их доля в производстве электроэнергии в стране остается невысокой, составляя лишь 1,1% в 2017 году. Правительство стремится увеличить этот показатель до 50% к 2050 году, но в настоящее время сталкивается с определенными трудностями в диверсификации экономики и источников энергии. Поэтому концепция зеленого роста, обеспечивающая включение всех слоев общества в процесс экологически устойчивого развития, представляет особую важность для страны.

## **1.2. Международные соглашения и их влияние на развитие биоэнергетики в Казахстане**

В контексте глобального стремления к всестороннему и устойчивому развитию, Казахстан принял ряд национальных программ и стратегий, направленных на создание условий для устойчивого прогресса. Став первой страной в Центральной Азии, которая установила организационно-правовую базу для перехода к "зеленому росту", Казахстан принял ряд ключевых законодательных актов, таких как Экологический кодекс (2007), Закон о поддержке использования возобновляемых источников энергии (2009) и Концепция перехода к "зеленой экономике" (2013). Органы власти активно сотрудничают с международными финансовыми учреждениями и стратегическими партнерами для поощрения и развития возобновляемой энергетики, чистых технологий и инфраструктуры. Казахстан также активно участвует в международном сотрудничестве по вопросам устойчивого развития, в частности, в рамках Партнерской программы "Зеленый мост" (GBPP).

## **1.3. Государственная политика и программы поддержки биоэнергетики**

Развитие и широкомасштабное внедрение принципов использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Казахстане сдерживается следующими факторами:

1. Высокие субсидии на традиционные источники энергии
2. Низкие цены на электроэнергию
3. Ограниченное долгосрочное финансирование
4. Высокие первоначальные инвестиционные затраты в связи с импортом используемых технологий
5. Ограниченная экспертиза в сфере ВИЭ
6. Отсутствие знаний

Концепция "зеленой экономики" Казахстана нацелена на повышение эффективности использования ресурсов и внедрение новых технологий для обеспечения устойчивого развития и передачи здоровой экологической среды будущим поколениям.

Сроки перехода Казахстана к зеленой экономике (2013-2050 гг.)



Рисунок 1.1 (Источник: министерство энергетики РК, ФНБ «Самрук-Казына»)

В Концепции рассматриваются семь ключевых направлений:

1. Развитие возобновляемых источников энергии
2. Энергосбережение и энергоэффективность
3. Развитие устойчивого и эффективного органического сельского хозяйства
4. Управление отходами
5. Рациональное использование водных ресурсов
6. Развитие «зеленого транспорта»
7. Сохранение и эффективное управление экосистемами

Ожидается, что внедрение зеленых технологий приведет к увеличению энергоэффективности экономики Казахстана на 40-60% и сократит потребление воды на 50%. Кроме того, переход к модели зеленого роста предполагает создание более 500 000 новых рабочих мест как в традиционных, так и в новых отраслях промышленности, улучшение условий жизни и обеспечение высокого качества жизни для всего населения страны, как указано в Концепции перехода РК к "зеленой экономике" (2013 г.).

## **2. Анализ современного состояния биоэнергетики в мире и в Казахстане**

### **2.1. Общие тенденции и перспективы развития биоэнергетики в мире**

В настоящее время самое большое количество биогазовых установок, приблизительно 15 миллионов, функционируют в Китае. На втором месте расположена Индия, где работает около 10 миллионов установок. Также строительство биогазовых установок активно развивается в Европе.

Сегодня первое место в Европе по количеству действующих биогазовых установок принадлежит Германии — в 2010 г. их насчитывалось более 9000.

С точки зрения масштабов применения биогаза лидирует Дания: данный вид топлива обеспечивает почти 20% энергопотребления страны. Среди других европейских стран с высокими темпами развития рынка биогаза стоит выделить Великобританию, Швецию, Норвегию, Италию, Францию, Испанию и Польшу.

Рынок биогаза в США развивается значительно медленнее, чем в Европе. Например, несмотря на наличие большого числа ферм, на территории страны действует всего около 200 биогазовых заводов, работающих на сельскохозяйственных отходах.

### **2.2. Текущая ситуация и ключевые проекты биоэнергетики в Казахстане**

В Казахстане реализовано несколько успешных проектов по производству электроэнергии из органических отходов. Например, в Жамбыльской области, в 7 км от села Когершин, расположен свиноводческий комплекс на площади 30 га, где ежедневно производится 5300 кубометров биогаза. (из 1 куб. м биогаза можно получить 2 кВт электроэнергии).

В Костанайской области на ферме "Караман-К" биогазовая установка работает с 2011 года и ежегодно генерирует более 100 тыс. киловатт электроэнергии.

В селе Привольное Восточно-Казахстанской области на базе к/х "Багратион" биогазовая установка ежедневно перерабатывает 10 тонн навоза, производя 400 кубометров газа.

В Актюбинской области, в селе Сазды, в ф/х "Болашак" ежедневно получают два кубометра биогаза.

По данным Министерства энергетики РК, предприятия "Ордабасы Кус" и "Шымкент Кус" в ЮКО также рассматривают возможность использования биогазовых установок для переработки органических отходов.

### **2.3. Анализ развития биоэнергетики в Казахстане на 2020 год**

По результатам исследования на территории Казахстана действуют 6 биогазовых электрических станций, 5 из которых расположены в Карагандинской области и 1 в Алматинской области (Таблица 2.1.)

Таблица 2.1 - Объекты ВИЭ - биогазовые электрические станции

№	Область, район, месторасположение	Установленная мощность, МВт	Тип объекта по использованию ВИЭ
Северная зона			
1	Карагандинская область, Бухар-Жырауский район	1	Биогазовая электрическая станция (БЭС)
2	Карагандинская область, Абайский район	1,067	БЭС
3	Карагандинская область, в районе г. Жезказган	5	БЭС
4	Карагандинская область, в районе г. Караганды	4	БЭС
5	Костанайская область, Карасуский район	0,35	БЭС
Южная зона			
6	Алматинская область, Илийский район	6,4	БЭС

Согласно закону «Зеленой экономике», доля выработке электрической энергии от ВИЭ к 2030 году должна составить 30% и к 2050 году 50%. Согласно данным Агентства по статистике доля ВИЭ в 2020 году составила 3 %. В таблице 2.2 представлены данные по производству электрической энергии объектами ВИЭ за 2020 год.

Таблица 2.2 - Производство электрической энергии объектами ВИЭ за 2020год.

Показатели	За 2020 год
1	2
Установленная мощность (МВт)	1634,7
Ветровые электростанции	486,3
Малые ГЭС	229,04
Солнечные электростанции	911,6

1	2
Биоэлектростанции	7,82
Выработка электроэнергии (млн.кВтч)	3245,1
Ветровые электростанции	1076,7
Малые ГЭС	812,1
Солнечные электростанции	1349,7
Биоэлектростанции	6,6
Доля вырабатываемой электроэнергии ВИЭ в общем объеме производства электрической энергии	3
Увеличение выработки электрической энергии объектами ВИЭ за 2020 год по сравнению с 2019 годом составляет – 74%	

Согласно данным КЕГОК (Kazakhstan Electricity Grid Operating Company «КЕГОС»), на с2020 год одна станция, использующая БРО, реализует вырабатываемую электроэнергию - ТОО «Агрофирма Курма». Это птицефабрика, которая находится в Абайском районе, Карагандинской области. Станция установленной мощностью в 1.07 МВт была введена в эксплуатацию в 2018 году, средняя годовая выработка – 4800 тыс. кВт/ч. На момент 2020 года в Казахстане существовало лишь несколько предприятий, использующих биогазовые станции для переработки навоза или ила очистных сооружений.

ТОО «Водные ресурсы-Маркетинг» (г. Шымкент) использует установки биогаза на Шымкентском водоканале и получает около 400 кВт/ч энергии.

Агропромышленный комплекс «Волынский» (Карагандинская область) использует биогазовые установки для переработки стоков свиноводческого хозяйства. В год из отходов получают свыше 2 млн кубометров биогаза, 3650 МВт электрической и 4197 МВт тепловой энергии, а также 10 тонн микробиологических удобрений в сутки. Вся вырабатываемая электроэнергия идет на собственные нужды свинокомплекса.

ТОО «Караман-К» (Костанайская область) использует навоз, заявленная мощность 0,35 МВт

(Отчет «Биоразлагаемые отходы в Республике Казахстан, оценка нормативно-правовой базы и инфраструктуры для управления бытовыми отходами»). Ербол Оразбеков

### **3. Оценка потенциала агропромышленного комплекса Казахстана для производства биоэнергии**

#### **3.1. Экономические и экологические преимущества биогаза**

Биогаз возникает в результате анаэробного разложения разнообразных органических материалов без доступа кислорода. Основными его составляющими являются метан (от 55% до 70%) и углекислый газ (от 28% до 43%), а также незначительные количества других газов, включая сероводород. Эффективное использование отходов сельского хозяйства является актуальной проблемой современности. Оно включает в себя перспективы использования биомассы для производства как жидкого, так и газообразного топлива, а также необходимость предотвращения загрязнения водоемов и почвы патогенными микроорганизмами и гельминтами, содержащимися в сточных водах сельскохозяйственных предприятий.

В Казахстане значительным источником биомассы для производства энергии являются отходы от животноводства. Стоимость производства электроэнергии из биогаза составляет всего 0,025–0,075 доллара за киловатт-час, в то время как электроэнергия от традиционных источников обходится в 0,1–0,15 доллара за киловатт-час, что делает биогаз на 2–4 раза экономичнее.

#### **3.2. Потенциал использования отходов агропромышленного производства для биоэнергетики**

Перспективы развития биоэнергетики тесно связаны с увеличением численности скота в животноводстве. Анализ статистических данных о количестве скота и птицы в Казахстане за период с 1998 по 2021 год позволяет сделать прогноз относительно динамики их роста. Представленные на рисунке данные о численности скота за указанный период позволяют провести анализ и прогнозирование тенденций в данной области.







						
	Крупный рогатый скот	Овцы и козы	Свиньи	Лошади	Верблюды	Птица, млн. голов
1998	3 957,9	9 526,5	891,8	986,3	95,8	17 000,0
1999	3 998,2	9 656,7	984,2	969,6	96,1	18 000,0
2000	4 106,6	9 981,1	1 076,0	976,0	98,2	19 700,0
2001	4 293,5	10 478,6	1 123,8	989,5	103,8	21 100,0
2002	4 559,5	11 273,0	1 229,8	1 019,3	107,5	23 800,0
2003	4 871,0	12 247,1	1 368,8	1 064,3	114,9	24 800,0
2004	5 203,9	13 409,1	1 292,1	1 120,4	125,7	25 600,0
2005	5 457,4	14 334,5	1 281,9	1 163,5	130,5	26 200,0
2006	5 660,4	15 350,3	1 304,9	1 235,6	138,6	28 200,0
2007	5 840,9	16 080,0	1 352,7	1 291,1	143,2	29 500,0
2008	5 991,6	16 770,4	1 347,3	1 370,5	148,3	30 100,0
2009	6 095,2	17 369,7	1 326,3	1 438,7	155,5	32 700,0
2010	6 175,3	17 988,1	1 344,0	1 528,3	169,6	32 800,0
2011	5 702,4	18 091,9	1 204,2	1 607,4	173,2	32 900,0
2012	5 690,0	17 633,3	1 031,6	1 686,2	164,8	33 500,0
2013	5 851,2	17 560,6	922,3	1 784,5	160,9	34 200,0
2014	6 032,7	17 914,6	884,7	1 937,9	165,9	35 000,0
2015	6 183,9	18 015,5	887,6	2 070,3	170,5	35 600,0
2016	6 413,2	18 184,2	834,2	2 259,2	180,1	36 900,0
2017	6 764,2	18 329,0	815,1	2 415,7	193,1	39 900,0
2018	7 150,9	18 699,1	798,7	2 646,5	207,6	44 300,0
2019	7 436,4	19 155,7	813,3	2 852,3	216,4	45 041,4
2020	7 850,0	20 057,6	816,7	3 139,8	227,7	43 335,0
2021	8 192,4	20 876,8	776,1	3 489,8	243,4	47 884,7

Рисунок 3.1 - Численность скота и птицы

Данные таблицы указывают на увеличение численности скота и птицы. Для проведения анализа выбраны крупный рогатый скот (КРС), овцы, козы и птица. На рисунке 3.2 представлена динамика роста поголовья по указанным видам животных.



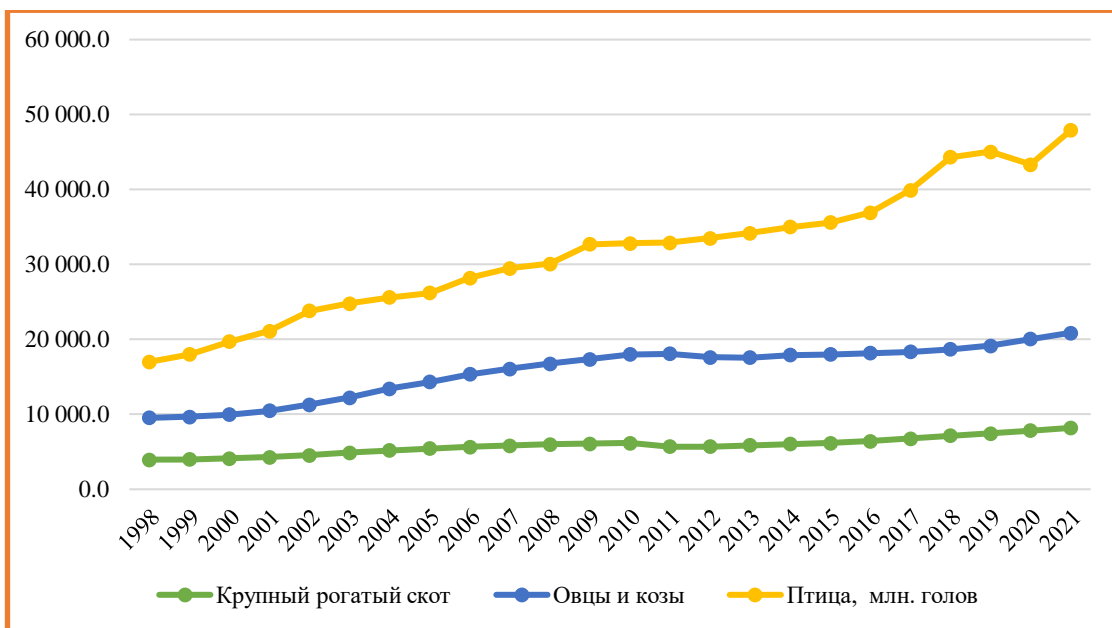


Рисунок 3.2 – Динамика роста численности скота и птицы за 1998-2021 годы.

Для прогнозирования будущего количества крупного рогатого скота (КРС), овец, коз и птиц использовался метод анализа динамических рядов на основе трендовых моделей. Прогноз был рассчитан до 2030 года, учитывая обязательства Казахстана по достижению доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в 10% и сокращению выбросов парниковых газов на 15% в соответствии с Парижским соглашением. Результаты прогноза представлены на рисунках 3.3-3.5.

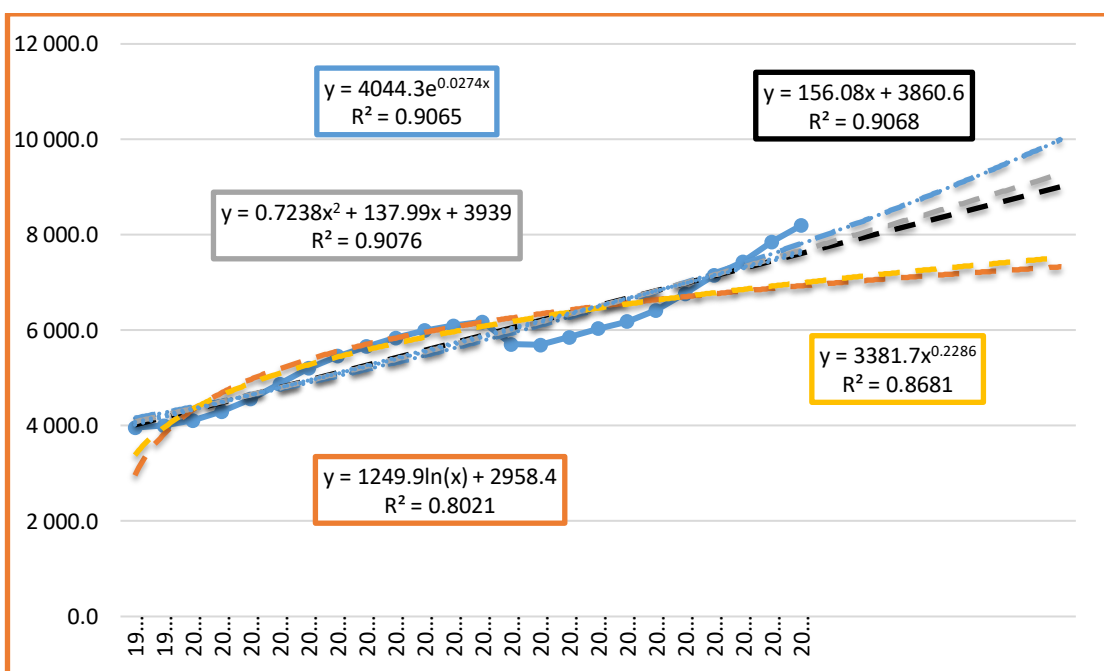


Рисунок 3.3 – Динамика роста КРС

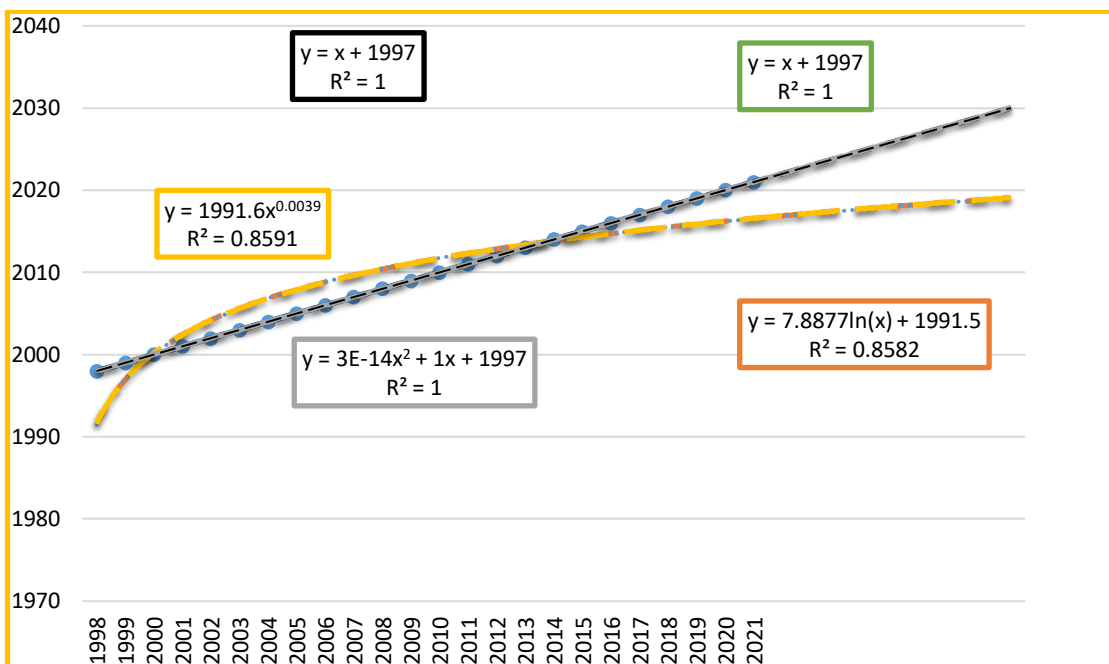


Рисунок 3.4 – Динамика роста овцы и козы

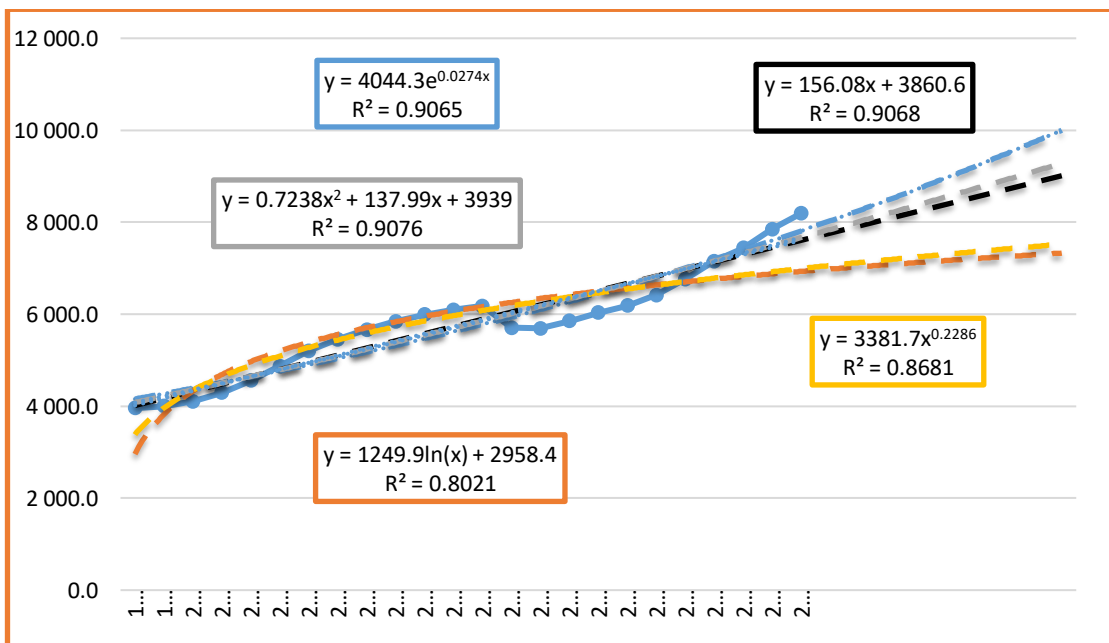


Рисунок 3.5 – Динамика роста птиц

Прогнозное количество скота и птицы представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Прогнозное количество скота и птицы до 2030 года (тысяч голов).

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Крупный рогатый скот	9280,9	9467,4	9655,3	9844,7	10035,5	10227,8	10421,5	10616,7	10813,3
Овцы и козы	21797,2	21985,6	22170,1	22350,9	22528,2	22702,0	22872,7	23040,2	23204,8
Птицы	56335,9	57543,2	58750,5	59957,8	61165,1	62372,4	63579,7	64787	65994,3

При количестве перерабатываемого сырья до 1 тонны в сутки отходов КРС при влажности 85% выход биогаза составляет 40 м<sup>3</sup> в сутки, а количество вырабатываемой электроэнергии - 80 кВт.ч. В таблице 3.2 показаны данные по определению выхода биомассы и объема биогаза на 1 кг отходов [1].

Таблица 3.2 - Данные по определению выхода биомассы и объема биогаза на 1 кг отходов.

Источник биогаза	Биомасса (тонн/год на единицу)	Объем биогаза, получаемого из 1 кг биомассы (м <sup>3</sup> )
Крупный рогатый скот	8,00	0,04
Лошади	7,00	0,04
Овцы и козы	1,00	н/д
Птица	0,06	0,07

Рассчитаем объем выработки биогаза по прогнозным данным увеличения численности скота в Казахстане на период до 2030г. (таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Прогнозное количество биогаза на период 2022 - 2030 годы.

	Общая выработка биогаза, (млн м <sup>3</sup> / год)								
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Крупный рогатый скот	2969,8	3029,6	3089,7	3150,3	3211,4	3272,2	3334,9	3397,3	3460,3
Овцы и козы	6103,2	6156	6207,6	6258,3	6307,9	6356,6	6404,3	6451,3	6497,4
Птица	236,61	241,7	246,8	251,8	256,9	262	267,03	272,1	277,2
Итого по годам	9309,7	9427,2	9544,1	9660,4	9776,1	9891,4	10006,3	10120,7	10234,8

В Казахстане важно активизировать усилия по снижению выбросов парниковых газов, особенно в секторе сельского хозяйства. Для этого необходимо расширить использование технологий по улавливанию биогаза при переработке отходов АПК. Хотя законодательство уже предусматривает поддержку возобновляемых источников энергии, включая биогазовые технологии, их приоритетность следует увеличить.

Рекомендуется внести изменения в законодательство, чтобы биогаз включили в список возобновляемых источников энергии. Это позволит ускорить развитие биогазовых технологий и повысить их конкурентоспособность на рынке энергетики. Кроме того, целесообразно включить биогазовые станции в концепцию перехода к "зеленой" экономике как один из показателей, что подчеркнет их важность в контексте устойчивого развития.

Эти шаги помогут увеличить долю биоэнергетики в общей энергетической структуре страны, сократить выбросы парниковых газов и сделать Казахстан более экологически устойчивым.

## 4. Расчет эколого-экономической эффективности внедрения биореакторов на промышленных предприятиях

### 4.1. Модели экономической эффективности внедрения биореакторов

В течение года в любом агропромышленном комплексе накапливается значительное количество органических материалов, таких как навоз. Обычно эти материалы используются как органическое удобрение после их разложения. Однако не всем известно, что в процессе ферментации этих материалов выделяется биогаз и тепло, которые могут быть использованы для выделения энергии.

Например, 15 м<sup>3</sup> биогаза в сутки способны обеспечить потребности в отоплении и горячем водоснабжении семьи из 4–5 человек, проживающей в доме площадью 60 м<sup>2</sup>. Один кубометр биогаза эквивалентен 0,4 литра керосина, 1,6 кг угля, 0,4 кг бутана, 2,5 кг навозных брикетов или 5,31 литра газа. Это позволяет использовать энергию в качестве эффективного и экологически чистого источника тепла и энергии.

Фермерские хозяйства часто сталкиваются с проблемами утилизации отходов, особенно в контексте выращивания скота. Традиционные методы утилизации, такие как выгребные ямы или сброс навоза в лагуны, могут оставлять негативный экологический след на окружающей среде. Однако существует более эффективное и экологически чистое решение - использование биогазовых установок (БГУ).

Биогазовая установка преобразует органические отходы, такие как навоз, в биогаз, предоставляя возможность не только для утилизации отходов, но и для получения полезной энергии. Такой подход помогает снизить негативное воздействие на окружающую среду и использовать ресурсы более эффективно.

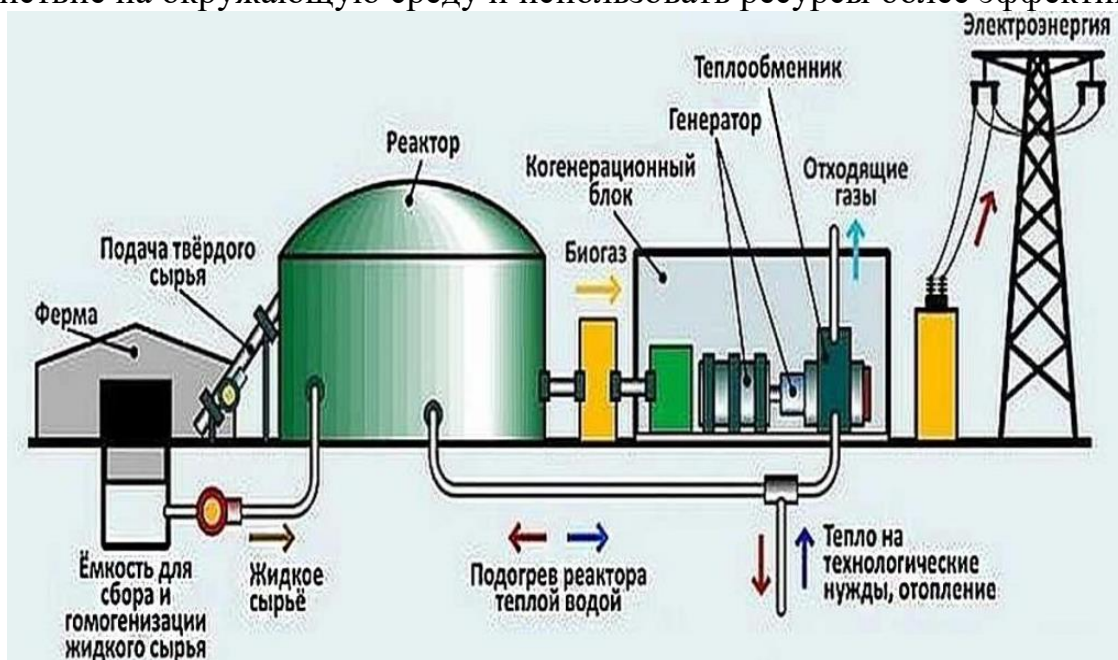


Рисунок 4.1 – Схема биогазовой установки

Производительность биогазовых установок варьирует в зависимости от условий эксплуатации. Например, установка объемом 10 м<sup>3</sup> может выдавать от 3 до 5 м<sup>3</sup> метана в день. Биогаз состоит примерно из 60% метана (СН<sub>4</sub>) и 40% углекислого газа. Его также называют канализационным, шахтным или болотным газом, а также газом-метаном.

Оборудование для переработки навоза окупается в течение 2-3 лет. Помимо непосредственных финансовых выгод, строительство биогазовой установки предполагает также и косвенные плюсы. Например, затраты на нее оказываются ниже, чем на прокладку газопроводов, электропередачи, приобретение резервных дизель-генераторов и создание лагун. Кроме того, такая установка решает проблему переработки и утилизации органического мусора. Таблица 4.1 представляет данные о выработке газа из различных типов сырья.

Побочный продукт биогазовых установок, так называемый остаточный шлам, является ценным органическим удобрением. Он широко используется в сельском хозяйстве, садоводстве, тепличных комплексах и других областях. Кроме того, его также применяют в качестве корма для рыб, кур и других животных, обогащая его соответствующими витаминными добавками.

Таблица 4.1 – Источники сырья для БГУ

Тип сырья	Выход газа м <sup>3</sup> на тонну сырья
Навоз коровий	38-52
Навоз свиной	52-88
Помет птичий	47-94
Отходы бойни	250-500
Жир	1300
Зерно	400-500
Силос	200-400
Трава	300-500
Свекольный жом	30-40
Глицерин технический	400-600
Дробина пивная	40-60

Принцип работы биогазовых установок заключается в том, что органическое сырье, попавшее в реактор, подвергается воздействию температуры и специальных видов бактерий, таких как метанообразующие, кислотообразующие и гидролизные. Этот процесс приводит к началу брожения и разложения органического материала, в результате чего выделяется биогаз. Биогаз представляет собой смесь углекислого газа с метаном и незначительными примесями азота, сероводорода и аммиака.

## 4.2 Производственный цикл биогаза: технология, преимущества и недостатки.

Как происходит процесс извлечения биогаза из органического сырья, произведенное в процессе производства. Емкости для накопления заполняются органическим сырьем, таким как навоз. При необходимости сырье подвергается измельчению и перемещается в переходную емкость, где его нагревают. Затем сырьевая масса готова для обработки в герметичном реакторе, где при необходимости она подогревается до 40 градусов и регулярно перемешивается. Процесс превращения сырьевой массы в биоудобрение и биогаз происходит в реакторе, причем время обработки зависит от типа сырья. Биоудобрения собираются в самом реакторе и извлекаются только после завершения процесса. Затем они направляются в накопительную емкость, где разделяются на твердые и жидкие фракции для последующего использования. Биогаз собирается под низким давлением в газгольдере, проходит очистку и затем либо используется непосредственно, либо направляется на дальнейшую переработку для производства тепловой или электрической энергии.

### *Преимущества Биогазовых установок:*

1. Энергетическая эффективность: Биогазовые установки предоставляют возможность производства энергии из органических отходов, таких как навоз, остатки растений и пищевые отходы.
2. Утилизация отходов: Установки обрабатывают органические отходы, которые могут быть иначе невостребованными или приводить к загрязнению окружающей среды.
3. Снижение выбросов парниковых газов: Процесс биогазовой ферментации снижает выбросы парниковых газов, таких как метан, который в противном случае мог бы быть выброшен в атмосферу.
4. Улучшение почвы: Остаточный шлам, получаемый в результате процесса, может быть использован в качестве органического удобрения, улучшая плодородие почвы.
5. Местные источники энергии: Биогазовые установки могут быть развернуты на местах производства отходов, что позволяет сократить транспортные расходы и использовать местные ресурсы для производства энергии.
6. Диверсификация источников энергии: Использование биогаза помогает диверсифицировать энергетическое смешивание, снижая зависимость от традиционных источников энергии, таких как уголь и нефть.
7. Экономические выгоды: Биогазовые установки могут принести экономическую выгоду, включая снижение расходов на утилизацию отходов и сокращение затрат на энергию.

8. Содействие устойчивому развитию: Использование биогазовых установок способствует устойчивому развитию, обеспечивая энергетическую безопасность и сокращая негативное воздействие на окружающую среду.

*Недостатки биогазовых установок:*

1. Установка всегда должна размещаться поблизости от источников сырья, например, возле животноводческих ферм.

2. В процессе работы установки образуется газ с неприятным запахом, поэтому приходится располагать ее на достаточном расстоянии от жилья. Также в биогазовой ферментации могут выделяться вредные газы, такие как аммиак и сероводород, что может представлять опасность для здоровья человека и окружающей среды.

3. Строительство и поддержание биогазовых установок требует значительных инвестиций в инфраструктуру и технологии.

4. В некоторых ситуациях биогазовые установки могут столкнуться с конкуренцией других источников энергии, таких как солнечная или ветровая энергия, что может снизить их экономическую эффективность.

#### **4.3 Расчет выбросов парниковых газов от агропромышленных комплексов**

Расчет выбросов метана и закиси азота по методике Методика расчета выбросов парниковых газов от домашнего скота: внутренняя ферментация и навоз.

При расчете выхода навоза для других животных поступают следующим образом. К 1 голове крупного рогатого скота приравнивают 2 рабочие лошади, 4 взрослые свиньи, 4 теленка, 10 овец, 2 головы молодняка крупного рогатого скота.

Значительно удобнее пользоваться при расчетах примерными нормами выхода навоза. Например, принято считать, что при длине стойлового периода 220 - 240 дней при соломенной подстилке можно получить в год: от 1 головы крупного рогатого скота - 8 - 10 т навоза, от 1 лошади - 7 - 8 т., от 1 взрослой овцы - 1 т навоза.

Исходя из данного расчета, при получении 15000т навоза на ферме должно содержаться 1500 голов КРС. Тогда, согласно методике, выбросы метана и закиси азота составят:



Таблица 4.1.1 - Расчет эмиссий метана от кишечной ферментации и навоза

Тип животных	Число животных (голов)	Коэффициент эмиссии от внутренней ферментации (кг/гол.год), табл. 4.1.2	Эмиссия от внутренней ферментации (кг/год)	Коэффициент эмиссии от навоза (кг/гол.год), табл. 4.1.3	Эмиссия от навоза (кг/год)	Общая эмиссия от скота (т/год)
	A	B	C	D	E	F
			$C=(A \times B)$		$E=(A \times D)$	$F=(C+E)/1000$
Молочный КРС	840	56	47040	4,6	216384	263,4
Немолочный КРС	660	44	29040	2,67	76665,6	105,7
ВСЕГО			76080		293049,1	369,1

Таким образом, общая эмиссия метана составит 369,1т метана в год. В пересчете на CO<sub>2</sub> –эквивалент, умножив полученную сумму на коэффициент ПГП для метана (28), это будет равняться 10334,8 тонн CO<sub>2</sub>–эквивалента в год.

Таблица 4.1.2 – Коэффициенты эмиссии метана для расчетов в подкатегории кишечная ферментация

Группы домашних животных	Коэффициент эмиссии метана от внутренней ферментации скота, кг CH <sub>4</sub> /гол.год
Молочный скот	56
Немолочный скот	44
Овцы	8
Верблюды	46
Лошади	18
Свиньи	1,5

Таблица 4.1.3 – Коэффициенты эмиссии метана от навоза

Домашний скот	Коэффициент эмиссии метана от навоза для сельскохозяйственных животных, кг CH <sub>4</sub> /гол.год
Молочный скот	4,6
Немолочный скот	2,64

Овцы	0,19
Верблюды	1,59
Лошади	1,39
Свиньи	3,89

Расчет эмиссий метана от систем хранения и использования навоза производится в два этапа Таблица 4.1.4.

Таблица 4.1.4 – Расчет эмиссий закиси азота, содержащегося в навозе

Тип животных	Число животных (голов)	Образование азота, содержащегося в навозе (кг N/гол в год), табл. 4.7	Общая годовая эмиссия, кг N в год
	A	B	$C=(A \times B)$
Молочный КРС	840	89,64	752976
Немолочный КРС	660	53,56	353496

Таблица 4.1.5 – Расчет эмиссий закиси азота от систем хранения и использования отходов животных

Тип животных	Образование азота, содержащегося в данной системе хранения, кг N в год (табл.4.1.4, колонка C)	Коэффициент эмиссии для различных систем хранения навоза, (кг азота в год), 4.1.7	Общая годовая эмиссия N <sub>2</sub> O (кг)
	D	E	$F=(A \times B \times E) \times 44/28$
Молочный КРС	752976	0,001	118,3
Немолочный КРС	353496	0,02	1111
Итого			1229,3

Для перевода эмиссий закиси азота в эквивалент CO<sub>2</sub>, умножим полученную сумму на 265 получим 325764,5 кг эквивалента CO<sub>2</sub>, или 325,8 тонн. Общий выброс CO<sub>2</sub>-экв. составил 10660,6 тонн.

Коэффициенты эмиссии закиси азота от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета можно получить из Таблицы 4.1.6

Таблица 4.1.6 – Коэффициенты эмиссии закиси азота от навоза

Домашний скот	Потоки азота от навоза животных кг N <sub>2</sub> O/гол. год
1	2
Молочный КРС	89,64
Немолочный КРС	53,56
Овцы	16
Свины	22,35

Таблица 4.1.7 – Величины коэффициента эмиссий азота для различных систем хранения навоза

Системы хранения отходов животных	Коэффициент эмиссии
Жидкостные системы	0,001
Хранение в твердом виде	0,02
На пастбищах и выпасах	0,02

## **5. Разработка рекомендаций по оптимизации процессов производства и использования биоэнергии в Казахстане с учетом специфики агропромышленного комплекса**

### **5.1. Оптимизация технологий производства биоэнергии**

Из выше перечисленного можно вывести некоторые рекомендации по оптимизации процессов производства и использования биоэнергии в Казахстане с учетом специфики агропромышленного комплекса представляет собой важную задачу с точки зрения устойчивого развития и энергетической безопасности страны. Здесь представлены несколько рекомендаций, которые можно учитывать:

1. Развитие инфраструктуры для сбора и переработки биомассы: Создание современных установок для сбора и переработки сельскохозяйственных отходов и растительных остатков может стать ключевым фактором в повышении эффективности использования биомассы для производства биоэнергии.

2. Финансовые стимулы для агропроизводителей: Государственные субсидии или налоговые льготы могут стимулировать агропроизводителей к использованию биомассы для производства энергии, например, через установку биогазовых установок на фермах.

3. Обучение и консультирование: Обучение сельскохозяйственных предпринимателей и специалистов агропромышленного сектора по методам сбора, переработки и использования биомассы для производства энергии может повысить их осведомленность и заинтересованность в данной области.

4. Стимулирование исследований и разработок: Поддержка исследовательских проектов в области биоэнергетики поможет разработать новые технологии и методы производства, которые будут более эффективными и экологически чистыми.

5. Партнерство с частным сектором: Сотрудничество с частными компаниями, включая производителей оборудования и инженерных компаний, может способствовать разработке инновационных решений и их внедрению на практике.

6. Формирование региональных и национальных стратегий: Разработка стратегий по развитию биоэнергетики с учетом специфики каждого региона и общенациональных потребностей поможет оптимизировать использование биомассы в энергетическом секторе.

7. Экологические аспекты: важно учитывать экологические последствия использования биоэнергии и принимать меры по минимизации негативного воздействия на окружающую среду, например, через соблюдение норм экологической безопасности и внедрение технологий для снижения выбросов и загрязнений.

8. Эти рекомендации могут стать отправной точкой для разработки конкретных стратегий и мероприятий по оптимизации процессов производства

и использования биоэнергии в Казахстане с учетом его агропромышленного комплекса.

## 5.2 Расчет эколого-экономической эффективности биогазовой установки

Существуют различные биоэнергетические технологии, к ним относятся технологии по получению биогаза, биотоплива и биоудобрений. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. Экономическая эффективность технологии переработки отходов ( $\mathcal{E}_{\text{эф}}$ ) определяется как разность между полученной прибылью ( $\Pi_{\text{T}}$ ) и расходами ( $P_{\text{T}}$ ), связанными с внедрением и реализацией данной технологии:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = \Pi_{\text{T}} - P_{\text{T}}, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{эф}}$  - экономическая эффективность технологии переработки отходов;  
 $\Pi_{\text{T}}$  – прибыль, полученная в результате внедрения биоэнергетической технологии;  
 $P_{\text{T}}$  – расходы, связанные с внедрением и реализацией биоэнергетической технологии.

Для определения эколого-экономической эффективности необходимо рассчитать платежи за переработанные отходы и предотвращенный ущерб за недоразмещение отходов в окружающей среде.

Плата за эмиссии в окружающую среду определяется по формуле:

$$C_{\text{отх}}^i = H_{\text{отх}}^i \cdot M_{\text{отх}}^i, \quad (2)$$

где  $C_{\text{отх}}^i$  - плата за размещение  $i$ -го вида отходов производства и потребления (МРП);  
 $H_{\text{отх}}^i$  - ставка платы за размещение 1 тонны  $i$ -го вида отходов производства и потребления, установленная в соответствии с налоговым законодательством Республики Казахстан (МРП/тонн), устанавливается по таблице 3;  
 $M_{\text{отх}}^i$  - масса  $i$ -го вида отходов производства и потребления, размещенного природопользователем в процессе производственной деятельности за отчетный период (тонн, Гбк – для радиоактивных отходов).

Согласно методике, предотвращенный ущерб за размещения в окружающей среде отходов производства и потребления равен произведению

норматива платы за размещение отхода с учетом их токсичности, абсолютной массы отходов и коэффициента кратности К:

$$\Delta Y_i = H_i \cdot M_i \cdot K, \quad (3)$$

$\Delta Y_i$  - предотвращенный ущерб от размещения  $i$ -го вида отходов, де млн. тенге/год;

$H_{отх.}^i$  - ставка платы за размещение 1 тонны  $i$ -го вида отходов производства и потребления, установленная в соответствии с налоговым законодательством Республики Казахстан (МРП/тонн), устанавливается по таблице 3;

К - повышающий коэффициент, равен 10

$$M_i = M_i^{\phi} - M_i^H, \quad (4)$$

где:  $M_i^H$  - объем размещения отходов  $i$ -го вида после внедрения биоэнергетической технологии, т/год;

$M_i^{\phi}$  - фактический объем отходов до внедрения биоэнергетической технологии, т/год.

МРП = 3692 тенге. С учетом регионального экологического коэффициента для города Алматы и Алматинской области ставка платы составит:  $3692 \times 2 = 7384$  тенге.

В качестве примера в данной работе рассматривается биоэнергетическая технология по переработке органических отходов фермерских хозяйств. В основу технологии положена многофазная анаэробная ферментация. Технология позволяет получить экологически чистые биоудобрения, биологически активный раствор и биогаз. В качестве сырья используется бесподстилочный навоз животных и птиц. Оценка экономической эффективности выбираемого варианта биоэнергетической технологии крайне важна для успеха проекта в целом. Поэтому такой расчет должен быть достоверным и учитывать все возможные расходы и доходы (таблица 5.2.1), связанные с технологией.

Таблица 5.2.1 Статьи расходов и доходов биоэнергетической технологии получения биогаза и биоудобрения из отходов животноводства.

Расходы на внедрение биоэнергетической технологии	Прибыль от внедрения биоэнергетической технологии
Закупка субстрата	Замена тепловой и электроэнергии
Транспортировка субстрата	Реализация электроэнергии

Хранение субстрата	Реализация тепловой энергии
Предварительная обработка субстрата (при необходимости)	Реализация топлива
Инвестиции в установку в целом, включая планирование и помещение, все хранилища и передвижное оборудование/автомобили	Замена удобрений
Разрешения, экспертизы (если необходимо)	Торговля сертификатами, полученными за снижение выбросов
Работники для обслуживания установки	
Техническое обслуживание	
Ремонт, запасные части	
Энергия для работы установки	
Производственные ресурсы (для стационарного и передвижного оборудования)	
Обработка отходов	
Хранение отходов	
Транспортировка отходов	
Утилизация отходов (при необходимости)	
Стоимость финансирования (например, проценты)	

Приведенные ниже значения затрат являются ориентировочными и позволяют получить предварительные данные о масштабах затрат. При технико-экономической оценке необходимо учитывать:

1. капитальные затраты;
2. сумму процентов по кредитам (приблизительно 12% от суммы капиталовложений), в среднем ставки процента по кредитам в Казахстане варьируются в пределах от 10,5 до 23%;
3. энергопотребление (для биоэнерго установок составляет приблизительно 3% от производимой электроэнергии);
4. техническое обслуживание (для биоэнерго установок 2700/МВт·ч произведенной энергии; для другого оборудования 2% в год от суммы капиталовложений);
5. прочие затраты (около 2% в год от суммы капиталовложений).
6. затраты на сырье и материалы оцениваются исходя из объема потребления как первичных материалов, так и вторичного сырья.
7. транспортные расходы оцениваются на основании экспертной оценки либо в размере 5-10% от стоимости сырья и материалов, либо принимается тариф на одну перевозку 35000 тенге (для Алматинской области).
8. затраты на энергоресурсы рассчитываются исходя из количества часов работы оборудования, коэффициента использования оборудования,

установленной мощности. Стоимость электроэнергии в расчетах приняты в размере 20 тенге./кВтчас.

9. фонд оплаты труда (ФОТ) определяется как произведение численности работающих, средней зарплаты (120000 тенге) и числа месяцев работы (12). Отчисления и налоги от ФОТ приняты в размере 31%.

10. расходы на содержание и эксплуатацию оборудования оценивали включая амортизацию оборудования, затраты на аренду помещения (1500 тенге/м<sup>2</sup>) и затраты на ремонт (15% от амортизации).

11. налоги НДС принимаем в размере 12% от цены реализации. Суммарные налоги на реализацию продукции приняты в размере 4%. Налог на прибыль принят в размере 20%.

Таблица 5.2.2 - Данные для оценки эффективности биоэнергетической технологии переработки отходов животноводства

	Параметры	Стоимость, тенге
1	Объем переработки отходов (вл.90%)	15000
	Производительность биогазовой установки:	30
	Биоудобрение	607,4
	Биологически активный раствор	10622
	Биогаз, тыс.куб.м	560,0
2	Установленная мощность, кВт	30
3	Численность персонала, чел.	5
4	Производственная площадь, кв. м	1500
5	Капитальные затраты, млн. тенге.	95,5
6	Расчетный срок окупаемости капитальных затрат, лет	1

В таблице 5.2.3 представлены ставки платы за размещение 1 тонны i-го вида отходов производства и потребления, установленные в соответствии с налоговым кодексом Республики Казахстан. В соответствии с данной таблицей ставка платы для отходов сельского хозяйства составит 0,009 МРП.

Таблица 5.2.3 - Ставки платы за размещение отходов производства и потребления

Виды отходов	Ставки платы (МРП)	
	за 1 тонну	За 1 гигабеккерель(Гбк)
1	2	3
За размещение отходов производства и потребления на полигонах, в накопителях, санкционированных свалках и специально отведенных местах:		



1	2	3
Отходы, по которым для целей исчисления платы учитываются свойства опасности, за исключением отходов, указанных в строке 1.2 настоящей таблицы:	0,19	
опасные отходы	4,005	
Неопасные отходы	0,53	
Отдельные виды отходов, по которым для целей исчисления платы свойства опасности не учитываются:		
Коммунальные отходы (твердые бытовые отходы, ил канализационных очистных сооружений)	0,19	
Отходы горнодобывающей промышленности и разработки карьеров (кроме добычи нефти и природного газа):		
вскрышные породы	0,002	
вмещающие породы	0,013	
отходы обогащения	0,01	
шлаки, шламы	0,019	
зола и золошлаки	0,33	
отходы сельхозпроизводства, в том числе навоз, птичий помет	0,001	
Радиоактивные отходы, в гигабеккерелях (Гбк):		
Трансурановые		0,38
Альфа-радиоактивные		0,19
Бета-радиоактивные		0,02
Ампульные радиоактивные источники		0,19

Результаты оценки эффективности биоэнергетической технологии переработки органических отходов представлены в таблице 5.2.4.

Таблица 5.2.4 - Расчет себестоимости биоэнергетической технологии переработки отходов животноводства

Статьи затрат и характеристики производства	Стоимость, Тys. тенге.
1	2
1. Сырье и материалы	-

1	2
2. Транспортные расходы	100,0
3. Энергоресурсы	152,0
4. Фонд оплаты труда	7200,0
5. Начисления на ФОТ (31%)	2232,0
6. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	765,2
7. Себестоимость производства	11003,6
8. Себестоимость переработки 1 т навоза	0,74
9. Цена с НДС за 1 т продукции удобрения биоактивный раствор	50,0 10
10. Объем реализации	136590
В том числе НДС	16390,8
11. Объем реализации без НДС	120199,2,0
12. Налоги с реализации (4%)	4808,0
13. Прибыль, всего	109195,6
14. Налог на прибыль (20%)	21839,12
15. Всего налоги (НДС, на прибыль, с реализации)	43037,92
16. Прибыль предприятия	82548,48
17. Срок окупаемости кап.затрат, лет	1,2
18. Экономия затрат на платежах по размещению отходов.	535140
19. Предотвращенный экологический ущерб	5351400,0

### 5.3 Анализ экономической выгоды использования биомассы в энергетике

Анализ экономической эффективности биоэнергетических технологий показал, что подобные проекты экономически эффективны, особенно при учете уменьшения платежей за размещение отходов и предотвращенного ущерба окружающей среде. Основная статья затрат — это расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Рассчитанный срок окупаемости капитальных затрат составил 1,2 года, в действительности данный проект может окупиться через 4-5 лет, так как реализация готовой продукции биоудобрения и биоактивного раствора будет проходить сезонно.

Экономическая эффективность биоэнергетических установок особенно велика при переработке большого непрерывного потока отходов. Неубыточны и малые предприятия при правильном техническом решении. Использование энергии биомассы в агропромышленном комплексе позволит получить дополнительный источник энергии на основе местного возобновляемого сырья, концентрированные органические удобрения, биоактивный раствор. А также неоценим вклад биоэнергетических технологий в сохранение экологического равновесия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной дипломной работы были решены следующие задачи:

1. Изучение законодательства и государственной политики в области поддержки и развития биоэнергетики в Казахстане. Был проведен анализ правовой базы Казахстана в сфере биоэнергетики, что позволило выявить основные направления государственной политики, направленной на стимулирование развития этого сектора. Выяснено, что законодательство предоставляет различные льготы и субсидии для внедрения биоэнергетических проектов, что создает благоприятные условия для инвестиций и развития новых технологий.

2. Анализ современного состояния биоэнергетики в мире и в Казахстане. Выполнен сравнительный анализ развития биоэнергетики в мире и в Казахстане. Обнаружено, что несмотря на мировой тренд к увеличению доли биоэнергетики в энергобалансе, Казахстан пока отстает в этом направлении. Основными барьерами являются недостаточное финансирование, отсутствие инфраструктуры и нехватка квалифицированных кадров. В то же время, отмечены положительные примеры успешных проектов, что свидетельствует о потенциале дальнейшего роста.

3. Оценка потенциала агропромышленного комплекса Казахстана для производства биоэнергии. Проведенная оценка показала, что агропромышленный комплекс Казахстана обладает значительным потенциалом для производства биоэнергии. Большие площади сельскохозяйственных угодий и значительное количество отходов агропромышленного производства могут быть эффективно использованы для генерации биогаза и биотоплива. Это открывает перспективы для создания дополнительных источников энергии и повышения экологической устойчивости региона.

4. Рассчитать эколого-экономическую эффективность по внедрению биореакторов на промышленных предприятиях. В результате расчетов было установлено, что внедрение биореакторов на промышленных предприятиях является экономически выгодным и экологически целесообразным. Использование биореакторов позволяет значительно сократить выбросы парниковых газов, улучшить утилизацию отходов и снизить затраты на энергию. Это подтверждает необходимость и целесообразность внедрения таких технологий на уровне промышленных предприятий.

5. Разработка рекомендаций по оптимизации процессов производства и использования биоэнергии в Казахстане с учетом специфики агропромышленного комплекса. Разработаны практические рекомендации по оптимизации процессов производства и использования биоэнергии в Казахстане. В их числе: создание специализированных образовательных программ для подготовки кадров, улучшение системы субсидирования и кредитования биоэнергетических проектов, а также развитие инфраструктуры для сбора и переработки агропромышленных отходов. Также рекомендовано активное

внедрение инновационных технологий и сотрудничество с международными организациями для обмена опытом и привлечения инвестиций.

Таким образом, выполненные задачи позволили не только выявить текущие проблемы и барьеры в развитии биоэнергетики в Казахстане, но и предложить конкретные меры для их преодоления, что в перспективе может способствовать устойчивому развитию биоэнергетического сектора и улучшению экологической ситуации в стране.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 <https://inbusiness.kz/ru/post/gde-eshe-v-kazahstane-rabotayut-biogazovye-ustanovki>.
- 2 Исследование ЕБРР «Биоэнергетический потенциал агропромышленного сектора Казахстана», 2019 год.
- 3 <https://greda.kz/p59616395-biogazovye-ustanovki-dlya.html>.
- 4 Е. Оразбеков. Отчет «Биоразлагаемые отходы в Республике Казахстан, оценка нормативно-правовой базы и инфраструктуры для управления бытовыми отходами».
- 5 <https://old.stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/8>.
- 6 <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1300000577>.
- 7 <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z090000165>.
- 8 <https://www.infobio.ru/analytics/2438.html>.
- 9 Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года.
- 10 «Самрук-Казына» Зеленая экономика: реалии и перспективы в Казахстане.
- 11 Правительство РК, 2013. Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» к 2050 году.
- 12 Правительство РК. Стратегия развития Казахстана-2050.
- 13 Марат Каратаев, Michèle L. Clarke, 2016. Обзор существующих энергетических систем и зеленого энергетического потенциала в Казахстане.
- 14 . Методика расчета платы за эмиссии в окружающую среду. Приказ министра охраны окружающей среды РК от 27 апреля 2007 года № 124-п.
- 15 Ералиева А.А. Эколого-экономическая оценка эффективности природоохранных мероприятий: методика и практика при транспортировке нефти по магистральным нефтепроводам: Учебное пособие. – Алматы: Гылым, - 2002. – 183с.
- 16 Биогазовые технологии: курс лекций// Казань 2013г. / Исследовательский центр проблем энергетики /Караева Ю.В.
- 17 Анализ эффективности технологий переработки типовых отходов, создающих одинаковые проблемы во всех регионах, и рекомендаций по их внедрению/Мытищи, 2000г.
- 18 Кодекс Республики Казахстан «О налогах и других обязательных платежах в бюджет».

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

## РЕЦЕНЗИЯ

на Дипломную работу

Сариевой Карины Ринатқызы

6B05205– «Химическая и биохимическая инженерия»

На тему: «Перспективы развития биоэнергетики в Казахстане (на примере агропромышленного комплекса)».

Выполнено:

- а) графическая часть на 17 листах  
б) пояснительная записка на 38 страницах

## ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Дипломная работа посвящена перспективам развития биоэнергетики в Казахстане на примере агропромышленного комплекса (АПК). Тема является актуальной, учитывая глобальные тенденции к снижению зависимости от ископаемых видов топлива и переходу на возобновляемые источники энергии. Казахстан, обладая значительными аграрными ресурсами, имеет потенциал для развития биоэнергетики, что делает выбранную тему крайне важной и своевременной.

Цель работы четко определена, поставленные задачи выполнены.

Автор провел всесторонний анализ состояния биоэнергетики в Казахстане, рассмотрел мировой опыт и выделил ключевые факторы, влияющие на развитие данной отрасли. В процессе ознакомления с работой, выделены следующие замечания:

в тексте дипломной работы встречаются ошибки стилистического характера.

## Оценка работы

Дипломная работа актуальна, содержит научную новизну и глубокий анализ. Структура логична и результаты имеют практическую значимость. Оформление соответствует требованиям. Работа заслуживает оценки «отлично» (95 баллов, А, 95%).

## Рецензент:

канд. тех. наук,  
главный специалист отдела водных ресурсов  
и нормирования ТОО «КАПЭ»

 Дюсенова Ж.А.

«06» 06 2024 г

*Формальность подписи Дюсенова Ж.А. завершено.  
Менеджер по персоналу Исмаилов С.Ш.*



**ОТЗЫВ**

**НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

На Дипломную работу

Сариевой Карины Ринаткызы

6B05205– «Химическая и биохимическая инженерия»

Тема: «Перспективы развития биоэнергетики в Казахстане (на примере агропромышленного комплекса)»

Перед дипломантом были поставлены следующие задачи: проанализировать законодательство Казахстана в области поддержки и развития биоэнергетики; провести исследования современного состояния биоэнергетики в мире и в Казахстане; оценить потенциал агропромышленного комплекса Казахстана для производства биоэнергии; рассчитать эколого-экономическую эффективность по внедрению биореактора на фермерских хозяйствах и разработать рекомендации по оптимизации процессов производства и использования биоэнергии в Казахстане в секторе АПК.


Данное исследование является актуальным в связи с принятием Казахстаном Парижского соглашения. Биоэнергетика является перспективным направлением в Казахстане учитывая его сельскохозяйственное развитие. Дипломант успешно справился с заданием. В работе рассмотрен потенциал различных видов биомассы, проведен расчет выбросов парниковых газов от животноводческой фермы и эколого-экономическая эффективность внедрения биореакторов.

По результатам исследования опубликована статья на международной конференции:

1. Кезембаева Г.Б., Сариева К.Р. Перспективы получения биоэнергии из отходов животноводства в Казахстане. Безопасность жизнедеятельности и климатические риски развития территории Енисейской Сибири: материалы и тезисы докладов / Международная научная конференция (Красноярск, 16–20 октября 2023 года); науч. ред. Т. А. Кулагина. – Красноярск: СФУ, 2023. – с. 64-66. ISBN 978-5-906477-47-7

Оценка отлично 95 баллов.

**Научный руководитель**  
старший преподаватель, ДВА

  
Кезембаева Г.Б.  
«07» \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2024 г.

## Протокол

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

Автор: Сариева Карина Ринатқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Перспективы развития биоэнергетики в Казахстане (на примере апк)

Научный руководитель: Гульмира Кезембаева

Коэффициент Подобия 1: 11

Коэффициент Подобия 2: 6.9

Микропробелы: 2

Знаки из других алфавитов: 0

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 7.06.2024 г.

Заведующий кафедрой Кудиева Ш.Н.



## Протокол

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

Автор: Сариева Карина Ринатқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Перспективы развития биоэнергетики в Казахстане (на примере апк)

Научный руководитель: Гульмира Кезембаева

Коэффициент Подобия 1: 11

Коэффициент Подобия 2: 6.9

Микропробелы: 2

Знаки из других алфавитов: 0

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: *Уровень подобия не превышает допустимого предела*

*Дата 08.06.2024*

*Сарсенбаев С.Д.* проверяющий эксперт

*Сарсенбаев С.Д.*