



УДК 631.95

МРНТИ 68.01.94

DOI 10.37238/2960-1371.2960-138X.2025.97(1).43

Михайличенко А.Д.

ИП «Экоэкспертсервис», ТОО «Эколinessport»

E-mail: ecolinessport@list.ru

АРГУМЕНТЫ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ БИООТХОДОВ В КАЗАХСТАНЕ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ И УДОБРЕНИЙ

Аннотация. Современная энергетика Казахстана в значительной степени зависит от использования невозобновляемых источников энергии, таких как нефть, природный газ, каменный уголь, уран и другие минеральные ресурсы, добыча которых оправдана с экономической и технологической точек зрения. Однако их эксплуатация не может продолжаться бесконечно. Поэтому Казахстан сегодня держит курс на развитие альтернативных источников энергии (строительство АЭС, развитие сети ветровых и солнечных электростанций). Казахстан – аграрный регион, сельскохозяйственная деятельность которого сопровождается образованием отходов, количество которых с каждым годом увеличивается. Растет не только их размещение в окружающей среде, но и объемы выбросов парниковых газов, которые, как полагают ученые, являются причиной климатических изменений в мире. Современные способы сокращения сельхоз отходов без их переработки неактуальны. Поэтому стоит обратить внимание на развитие локальных биоэлектростанций, перерабатывающих отходы с получением биогаза и минеральных удобрений с последующей генерацией электроэнергии. Развитие локальных биогазовых станций сегодня актуально в связи с тем, что Казахстан, как и большинство стран, держит курс на достижение углеродной нейтральности. Государство сфокусировало свое внимание на развитие данной отрасли, появились механизмы поддержки. В данной статье описываются объемы сельскохозяйственных отходов, подсчитаны объемы парниковых газов от отрасли сельского хозяйства, предложены альтернативные способы обращения с данными отходами в виде их переработки, описан опыт уже работающих станций в нашей стране, приведены виды государственной поддержки и имеющиеся барьеры.

Ключевые слова: биогазовая установка; парниковые газы; углеродная нейтральность; эквивалент CO₂; навоз; биогаз; биотопливо; удобрения; биоэтанол; метан, навозохранилище, помехохранилище, отходы сельского хозяйства, возобновляемые источники энергии.

Введение

Растениеводство и животноводство как ключевые отрасли экономики сопровождаются образованием отходов, которые могут служить источником энергии уже в ближайшем будущем. Казахское сельское хозяйство является источником выбросов парниковых газов. Приблизительные расчеты показали



годовой объем выбросов парниковых газов в эквиваленте CO₂ в количестве 40,7 млн тонн парниковых газов, из них 8,8% приходятся на выбросы от размещенного навоза [1, с. 102-103]. В любом сельском хозяйстве за год накапливается определенное количество навоза, растительных остатков и прочих отходов. Обычно их используют после разложения в качестве органического удобрения. В Казахстане согласно статистических данных за пятилетний период накоплено 9 млн тонн птичьего навоза (таблица 1), который просто размещается в окружающей среде [2, с. 224-227]. Статистика объемов отходов предположительно больше, так как в аккумулируемых сведениях нет объемов навоза КРС, лошадей, овец, свиней. Поэтому емкость биомассы оценивается расчетным путем исходя из засеваемых площадей земель, поголовья птицы и скота.

Таблица 1 - Объемы сельскохозяйственных отходов, тыс. тонн

Объемы сельскохозяйственных отходов, тыс. тонн	2018	2019	2020	2021	2022
Птичий навоз	1473,9	1589,1	1361	2222,2	2384,2

Под размещение отходов животноводства и птицеводства выделяются гектары земельных участков, нередко вырубается зеленые насаждения. Например, для размещения 83,6 тыс. тонн куриного помета одной из птицефабрик в Казахстане выделено 28 га прилегающих земель. Другой птицефабрике для хранения 76 тыс. тонн помета предусмотрено 11,6 га земли. Согласно космоснимков размер навозохранилища одной из птицефабрик за десятилетний период вырос с 8,5 га (рис. 1) до 38,4 га (рис. 2) [3].

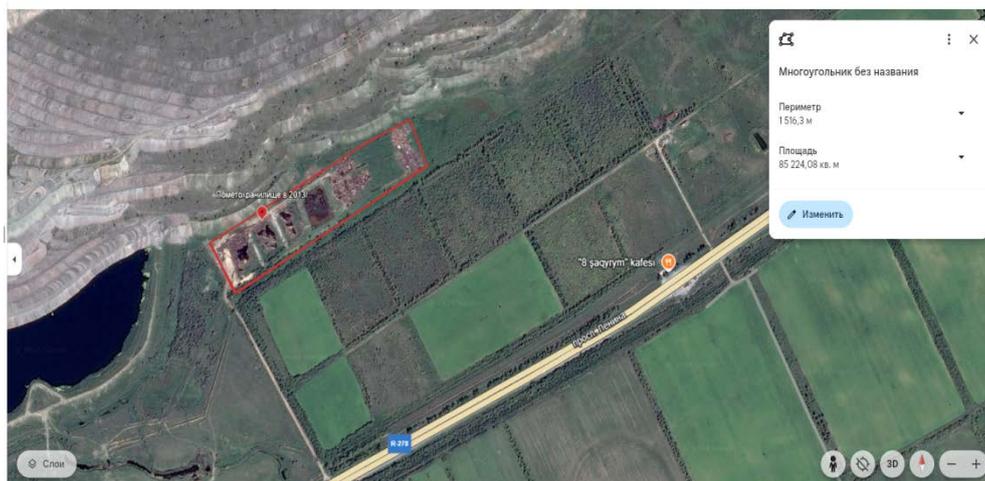


Рисунок 1 - Размер помехохранилища в 2013 г.

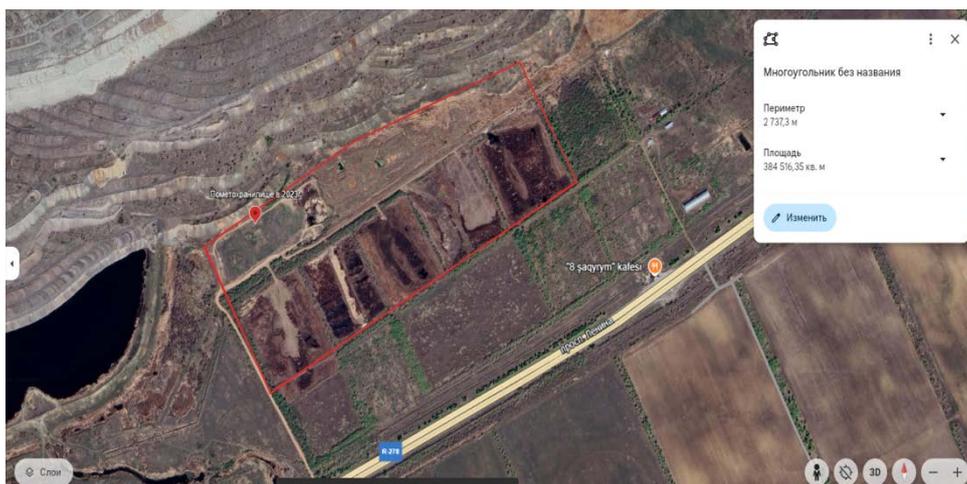


Рисунок 2 - Размер помехохранилища в 2023 г.

Сельское хозяйство является вторым по величине источником выбросов парниковых газов после энергетического сектора, его вклад составляет 11,9% от всего объема парниковых газов от всех отраслей экономики Казахстана. Основными источниками парниковых газов в сельском хозяйстве остаются метан (CH₄), выделяемый в результате ферментации у животных (56,8 % в 2022 году), закись азота (N₂O), образующаяся в обрабатываемых почвах (33,1 %), а также выбросы метана и закиси азота от хранения и использования навоза (8,5 %). Применение мочевины добавляет еще 1,6 % к общей эмиссии. В 2022 году общий объем выбросов парниковых газов составил 32,998 млн тонн в эквиваленте CO₂, что на 21 % меньше по сравнению с 1990 годом (снижение на 8,770 млн тонн). По сравнению с 2021 годом выбросы сократились на 15 % (на 5,611 млн тонн). Минимальные значения были зафиксированы в 1997 году - 24,463 млн тонн. Эмиссия метана от систем хранения и использования навоза в 2022 году составила 24,235 тыс. тонн, что на 39 % (или 15,662 тыс. тонн) меньше уровня 1990 года. При этом максимальный уровень поголовья животных был зафиксирован именно в 1990 году. По сравнению с 2021 годом выбросы снизились на 16 % (или 4,741 тыс. тонн). Наименьший объем эмиссии отмечен в 1998 году — 14,840 тыс. тонн [4, 332-333, 352].

Сосредоточение большого количества скота на ограниченных территориях и использование гидравлических систем для уборки отходов приводят к накоплению огромных объёмов жидкого навоза. Вместе с этим увеличивается выброс вредных летучих веществ, неприятных запахов и уровня шума, что создаёт значительное экологическое и санитарное давление на окружающую среду.

Современные предприятия по выращиванию и содержанию животных сталкиваются с серьёзными экологическими вызовами. Основная проблема — преобладание неорганизованных выбросов, таких как испарения из прудов-отстойников, навозохранилищ и очистных сооружений, которые составляют до



99,5% всех выделений. Процессы загрязнения носят нерегулярный характер и зависят от активности микроорганизмов-деструкторов, которая определяется температурными условиями и окружающей средой. Санитарные условия на фермах поддерживаются в основном с использованием воды, необходимой для мытья животных, очистки и дезинфекции помещений, подготовки кормов и гидросмыва навоза. Однако рост потребления воды приводит к увеличению сбросов навозосодержащих сточных вод в водоёмы. Даже небольшие объёмы таких сбросов вызывают массовую гибель рыбы и наносят значительный экономический ущерб. Интенсивное сельское хозяйство оказывает комплексное воздействие на окружающую среду. Оно требует всё больше природных ресурсов, необходимых для роста аграрного производства, и одновременно генерирует значительные объёмы отходов, загрязняя воду, почву и воздух.

В нашей стране отходы животноводства и птицеводства чаще всего используют как удобрения, но при неправильном применении они становятся источником серьёзных экологических проблем. Патогенные микроорганизмы, семена сорняков и избыточные питательные вещества загрязняют почву, сельскохозяйственные растения и водоёмы. Поверхностные стоки уносят биогенные элементы, такие как фосфор и азот, в водоёмы, что приводит к их эвтрофикации — обогащению питательными веществами. Это вызывает цветение воды, массовое разрастание водорослей и прибрежной растительности, что со временем приводит к заболачиванию. Кроме того, снижение уровня кислорода в воде приводит к гибели рыбы. Наиболее нежелательными последствиями эвтрофикации является чрезмерное развитие водорослей в водоемах, что вызывает их цветение. Происходит также разрастание прибрежной флоры, что постепенно приводит к сокращению площади и заболачиванию водоемов. Оптимальный рост водорослей происходит при концентрации фосфора 0,09 - 1,8 мг/л, нитратного азота - 0,9 - 3,5 мг/л, “цветение” воды начинается, когда концентрация фосфора в ней превышает 0,01 мг/л. Один килограмм поступившего в водоем фосфора провоцирует образование 100 кг фитопланктона. Более низкие концентрации этих элементов ограничивают рост водорослей.

Современные технологии и инженерные решения открывают новые подходы к переработке отходов животноводства, что позволяет минимизировать ущерб природе и находить более эффективные способы их использования. Повторное использование отходов сельского хозяйства влечет за собой сокращение объемов отходов, высвобождение свободных земельных территорий и их рациональное использование, сокращение выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферу. Сокращение гниющих отходов позволяет предотвратить выброс метана (CH_4), парниковый эффект которого превышает силу углекислого газа в 28 раз [5, с. 1]. Ежегодно в Казахстане от отрасли сельского хозяйства выбрасывается около 40 млн тонн парниковых газов в эквиваленте CO_2 , этот объем необходимо сокращать [6].

Материалы и методы исследования

Мы поставили себе целью определить объемы отходов, образующихся в Казахстане от сельскохозяйственной деятельности, сколько в процессе разложения эти отходы выбрасывают метана, его вклад в общем объеме выбросов парниковых



газов в Казахстане. Для этого были изучены соответствующие сборники и бюллетени органов статистики, в которых аккумулируются сведения природопользователей, регулярно сдающих соответствующую отчетность. Был изучен рамочный доклад Казахстана о выполнении своих обязательств по сокращению выбросов парниковых газов от различных секторов экономики. Сведения о современных способах переработки отходов сельского хозяйства с использованием биогазовых установок были собраны из опубликованных исследований ученых России и Германии, получивших данные о выходе биогаза и генерации электроэнергии от определенного объема навоза и растительности. Опыт казахстанских предприятий, построивших биогазовые станции, был исследован благодаря открытым данным в интернете. Было изучено наше законодательство о поддержке малых ВИЭ. Озвучены выводы о назревшей необходимости переработки сельскохозяйственных отходов.

Результаты исследования

Альтернативой размещения отходов сельского хозяйства, в том числе навоза, помета, силоса в свободном пространстве является его использование в качестве биомассы для производства удобрений и биогаза.

Владельцы частных домов, фермерских хозяйств и скотобоен часто сталкиваются с проблемами с газоснабжением и утилизацией пищевых отходов. Традиционные методы, такие как использование баллонов или выгребных ям, а также размещение навоза на земле, уже устарели и вредят экологии. Современные решения, такие как биогазовые установки, предлагают эффективное и экологичное преобразование отходов в биогаз, что становится необходимым шагом для сельского хозяйства XXI века. Уже подсчитано количество биогаза и тепла, выделяющегося в процессе ферментации. Эту энергию можно эффективно использовать на благо сельских жителей. Например, 15 м³ биогаза в сутки достаточно для обеспечения отопления и горячей воды в доме площадью 60 м², где проживает семья из 4–5 человек. Один кубометр биогаза по своей энергетической ценности равен 0,4 литра керосина, 1,6 кг угля, 0,4 кг бутана или 2,5 кг брикетов из навоза [7, с. 78].

Биогаз – это газообразный продукт, получаемый в результате анаэробной, т.е. происходящей без доступа воздуха, ферментации органических веществ самого разного происхождения. Биогаз на 55–70% состоит из метана (СН₄), от 28 до 43% составляет углекислый газ, в очень малых количествах присутствуют другие газы, например сероводород (Н₂С) [7, с. 78], 2–8 % водяного пара и следы О₂, N₂, NH₃, Н₂, Н₂С [8, с. 171–181]. Установлено, что использование биогазовых установок для утилизации отходов различных отраслей с последующим получением электро- и тепловой энергии представляет собой вид генерации с низким углеродным следом. Это обусловлено тем, что энергетика, основанная на переработке сельскохозяйственных отходов, изначально является либо низкоуглеродной, либо безуглеродной, поскольку в процессе формирования биомассы происходит поглощение диоксида углерода [9, с. 92–95].

Биогаз практически идентичен природному газу, но имеет искусственное происхождение. Ежегодно из около 300 млн тонн сухой массы бытовых и сельскохозяйственных отходов можно получать до 90 млрд кубометров газа.



Сырьем для производства биогаза служат разнообразные отходы: навоз, птичий помет, остатки овощных культур, зерновая барда, отходы молокозаводов и пивзаводов, свекольный жом, а также отходы рыбных и мясоперерабатывающих производств, включая кровь, жир и кишки [10, с. 546-2]. Навоз и помёт — побочные продукты животноводства и птицеводства, которые значительно превышают по объёму мясо, молоко и яйца. Ежедневно средняя птицефабрика производит до 100-200 тонн помёта, а в масштабе страны эти цифры достигают миллионов тонн. Без должной утилизации такие отходы загрязняют почву, воду и воздух, становясь серьёзной экологической угрозой. Отходы животноводства являются стабильным источником биомассы для производства энергии в Казахстане. Годовой объём отходов животноводства и птицеводства, по сухому весу, составляет 22,1 млн тонн или 8,6 млрд м³ газа (13 млн тонн — от крупного рогатого скота, 6,2 млн тонн — от овец, 1 млн тонн — от лошадей, 1,9 млн тонн птичьего помёта без учета силосной подстилки), а растительных остатков — 17,7 млн тонн (12 млн тонн — пшеница, 6 млн тонн — ячмень), что эквивалентно 8,9 млрд м³. Эти данные равняются 14-15 млн тонн условного топлива, или 12,4 млн тонн мазута, что составляет более половины объёма добываемой нефти. Несмотря на сокращение поголовья скота и птицы, переработка уже накопленных отходов животноводства остаётся перспективной. Переработка этих отходов может обеспечить до 2 млн тонн условного топлива в год в виде биогаза. Применение этого газа в электрогазогенераторах позволит ежегодно производить до 35 млрд кВт·ч энергии. Более того, если биогаз используется для производства электроэнергии, его себестоимость составляет всего 0,025–0,075 доллара за кВт·ч [7, с. 78].

Согласно поручению Главы государства и Концепции развития электроэнергетической отрасли Республики Казахстан на 2023 – 2029 годы о достижении углеродной нейтральности к 2060 году, предусмотрены конкретные целевые индикаторы по достижению 15 % доли ВИЭ к 2030 году, 50 % к 2050 году с учетом альтернативных источников энергии [11]. За период январь-ноябрь 2024 года доля ВИЭ составила 6,5% от общего объема произведенной электроэнергии. Из 6981,1 млн кВт*час «зеленой энергии», произведенной всеми ВИЭ Казахстана, биогазовыми установками было произведено 0,6 млн кВт*час электроэнергии. Также зафиксировано снижение производства электроэнергии из биогаза в размере 57% по сравнению с аналогичным периодом 2023 года [12, с. 10]. Из 141 объекта ВИЭ установленной мощностью 2715,8 МВт в Казахстане работает 3 биоэлектростанции мощностью 1,77 Мвт.

Согласно статьи 1 Закона РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» антропогенные источники первичных энергоресурсов: отходы потребления, биомасса, биогаз и иное топливо из отходов потребления, используемые для производства электрической и (или) тепловой энергии, относятся к возобновляемым источникам энергии [13].

Основные потенциальные площадки для внедрения биогазовых установок
Сельскохозяйственные предприятия:

- птицефабрики,
- животноводческие базы,



- молочные и мясные фермы,
- аграрии.

Промышленные предприятия:

- полигоны коммунальных отходов,
- канализационные очистные сооружения,
- пивные заводы.

Экономическая выгода биогазовых установок:

- выработка и продажа электроэнергии по субсидированному тарифу с РФЦ,
- продажа сухих и жидких биоудобрений,
- автономная подача электроэнергии на собственные нужды и потребителям,
- автономная подача тепловой энергии потребителям,
- снижение расходов на утилизацию отходов и эмиссию,
- преференции от государства.

Потенциальная электрическая мощность: 100 кВт - 2 мВт.

Биогазовая установка - это оборудование, предназначенное для переработки и утилизации отходов с целью получения биогаза и органических удобрений. Её работа основана на процессе анаэробного брожения, при котором органические отходы из сельскохозяйственного и других видов производства разлагаются под воздействием специальных бактерий. Известно более 60 технологий получения биогаза. Такое большое число обусловлено тем, что для обеспечения максимального объема выхода биогаза для каждого вида исходного сырья применяют собственную технологию. По принципу применения газа биогазовые установки можно разделить на три группы:

- 1) для производства электрической и тепловой энергии (при сжигании в блочных мини-ТЭЦ);
- 2) для производства тепла (при сжигании в отопительном котле);
- 3) для производства газа (выделение метана и закачка в газопровод).

По расчетам специалистов ежедневно биореактор, утилизирующий навоз 70 коров, в сутки может выдавать 47,6 м³ биогаза. Основными условиями должно быть нахождение в реакторе до 15 суток при температуре 25-45⁰С, а тепловая мощность составит 767,7 МДж или 213,25 кВт·ч в сутки [14, с. 546-4 - 546-5], что равносильно тепловой мощности бытового газового котла Navien Deluxe 13К-20К для обогрева помещений площадью 100-200 кв. м [15].

Получаемый в процессе биогаз, содержащий метан, может быть использован как энергоноситель. Его применяют для отопления, в заводах пищевой промышленности, для сушки зерна, в качестве топлива для транспортных средств, а также для заправки генераторов, обеспечивающих автономное электроснабжение различных объектов. Исследования показывают, что годовое потребление биогаза для отопления жилого помещения составляет около 45 м³ на каждый квадратный метр площади. Для подогрева воды, необходимой для содержания 100 голов крупного рогатого скота, требуется 5-6 м³ биогаза в сутки. Производство 1 кВт·ч электроэнергии требует 0,7-0,8 м³ биогаза [16, с. 83].



Переброженные органические удобрения — это экологически чистый продукт, свободный от нитритов, семян сорняков, патогенной микрофлоры и неприятных запахов. Эти удобрения обладают высокой эффективностью: для обработки 1 га земли требуется всего 1–5 тонн, в то время как необработанный навоз потребует до 60 тонн. Состав таких удобрений можно обогащать фосфорными, калийными и другими добавками в зависимости от потребностей сельскохозяйственных культур. Испытания подтверждают их эффективность, показывая увеличение урожайности в 2–4 раза.

В Казахстане уже имеется опыт работы биогазовых установок. Одна из них в селе Курминское Абайского района Карагандинской области на базе птицефабрики мощностью 1 Мвт. Установка перерабатывает куриный помет в энергию и биоудобрения. Биогаз, получаемый из отходов, используется для выработки электрической и тепловой энергии, а также для производства свыше 18 тысяч тонн биоудобрений в год. Установку обслуживает всего 12 человек. Для производства одного киловатта электроэнергии требуется около 100 килограммов куриного помета. Предприятие перерабатывает ежедневно около 150 тонн птичьих отходов, производя при этом порядка 14 тысяч кВт·ч электроэнергии [17]. Биогазовый комплекс немецкой компании, поставившей оборудование для Карагандинской птицефабрики [18], предназначена для переработки отходов птицеводства. БГУ мощностью 1202 кВт из 110 тонн птичьего помета и 2 тонн жировой пульпы в сутки производит 11 683 м³ биогаза в день, а также твердые биоудобрения с влажностью 70%. В год комплекс генерирует 4,3 млн м³ газа, сжигание которого позволяет получить 9 105 100 кВт·ч электрической энергии (нетто) и 7 362 100 кВт·ч тепловой энергии (нетто) [19]. Вся электроэнергию, полученную с помощью биогазовых установок, Расчетно-финансовый центр (далее «РФЦ») при АО "Казахстанский оператор рынка электрической энергии и мощности" (АО "КОРЭМ") будет закупать по 32,23 тенге за квт*час [20].

В Шымкенте на главных очистных сооружениях внедрили технологию преобразования сточных вод в электроэнергию и тепло. Благодаря биогазовой установке мощностью 0,5 Мвт из канализационных отходов получают биогаз, который затем используется для выработки энергии. Это покрывает до 60% потребностей комплекса в электроэнергии и снижает нагрузку на окружающую среду. В сутки производится до 300 м³ метана [21].

В общем в Казахстане работают биогазовые установки совокупной мощностью 1,77 МВт. Они расположены в Карагандинской, Костанайской и Шымкентской областях [22].

В городе Тайынша Северо-Казахстанской области работает завод ТОО «BioOperations» по производству биоэтанола из отходов переработки пшеницы мощностью 35 000 т в год. В 2021 году компания экспортировала биоэтанол⁴ в Бельгию, а затем начала его экспорт в Соединенное Королевство [23, с. 131]. В мае

⁴ биоэтанол - дегидратированный этиловый спирт, произведенный из сырья биологического происхождения, который предназначен для смешивания с нефтепродуктами или использования с целью производства топливных компонентов, октаноповышающих присадок, топливных добавок, эфиров либо с целью производства продукции химической и связанных с ней отраслей промышленности



2022 года компания экспортировала первые 5000 тонн продукции в адрес крупнейших в Европе производителей топлива [24].

В 2011 году в селе Восток Костанайской области введен в эксплуатацию первый в Казахстане комплекс по переработке органических отходов в биогаз. Станция мощностью 800 тыс. м³ биогаза в год и двумя реакторами объемом 2400 м³ производит 360 кВт электроэнергии, более 5000 тонн жидких и 8000 тонн твердых удобрений в год. В качестве сырья в сутки используется 44 тонны навоза крупного и мелкого рогатого скота, а также отходы зерновых культур. Это первый в стране объект, обеспечивший промышленное производство биогаза и электроэнергии, став важным шагом к развитию зеленой энергетики. На свиноводческом комплексе в селе Көгершін Жамбылской области получают 5,3 тыс. м³ биогаза. В селе Привольное Восточно-Казахстанской области на базе хозяйства «Багратион» при помощи биогазовой установки получают 400 м³ газа в сутки из 10 тонн навоза. В Актюбинской области в селе Сазды в хозяйстве «Болашак» биогазовая установка вырабатывает 2 м³ биогаза в день [25].

В Казахстане на сегодняшний день предусмотрены следующие меры стимулирования ввода в эксплуатацию сельхозпроизводителями биогазовых установок:

- поддержка развития строительства биогазовых электростанций;
- гарантированная покупка электроэнергии РФЦ по аукционному тарифу в тенге;
- ежегодная индексация тарифа ВИЭ с учетом инфляции и девальвации;
- зарезервированные земельные участки и точки подключения к сети;
- освобождение от оплаты услуг за передачу электроэнергии от возобновляемых источников энергии;
- приоритетная диспетчеризация электроэнергии;
- инвестиционные преференции в рамках Предпринимательского Кодекса;
- создание резервного фонда при РФЦ в случае наступления рисков неплатежеспособности.

Законодательно в Казахстане возможно субсидирование приобретения техники и оборудования для переработки птичьего помета мощностью 50 тонн/сутки, в числе которых оборудование для компостирования помета (ворошитель, фронтальный погрузчик), для сушки помёта (оборудование для сушки удобрений), а также сама биогазовая установка [26].

Заключение

В настоящее время законодательство Казахстана делает размещение навоза на прилегающих к ферме территориях наиболее экономичным вариантом для фермеров. Стоимость такого размещения составляет всего 0,002 МРП за тонну, что в 2025 году эквивалентно 7,9 тенге. Эти средства в виде налоговых платежей поступают в налоговые органы [27, с. 858]. Экологическим кодексом РК крестьяне, являющиеся в соответствии с налоговым законодательством Республики Казахстан плательщиками единого земельного налога, освобождены от оформления экологической документации по объектам, используемым в деятельности, на которую распространяется специальный налоговый режим для крестьянских или фермерских хозяйств [28, с. 129]. Фермеры, сталкивающиеся с



такими вызовами, как неблагоприятные погодные условия, рост цен на ГСМ и удобрения, нехватка рабочих кадров и другие трудности, пока не проявляют значительного интереса к установке биогазовых установок на своих хозяйствах. Для принятия решения о вводе в эксплуатацию биогазовой установки сельхозпредприятию необходимо провести расчеты по экономической целесообразности ее установки, оценив объемы потребления электричества для собственных нужд и оценки возможности генерации собственной электроэнергии путем переработки своих сельскохозяйственных отходов.

Таким образом переработка сельскохозяйственных отходов позволяет не только высвободить земельные участки, но и получить электроэнергию, удобрения и биотопливо для собственных нужд, что особенно важно для отдаленных территорий. Процесс получения биогаза экономически эффективен и предпочтителен при переработке постоянных потоков отходов, таких как стоки с животноводческих ферм, скотобоен и растительные отходы. Экономическая выгода заключается в отсутствии необходимости в предварительном сборе отходов и организации их подачи, так как заранее известно, когда и в каком объеме они будут поступать.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Министерство экологии, геологии и природных ресурсов РК, Программа Развития ООН в Казахстане, Глобальный Экологический Фонд. 8-е национальное сообщение и 5-й двухгодичный доклад Республики Казахстан Рамочной Конвенции ООН об Изменении Климата. Астана, 2022. – с. 102-103.

[2] Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросы. “Қазақстан Республикасындағы қоршаған ортану қорғау”. 2018-2022. - б. 224-227.

[3] Космоснимок пометохранилища. – [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://earth.google.com/web/@52.99249576,63.23899329,165.23005722a,2913.40718081d,30y,0h,0t,0r/data=ChYqEAgBEgoyMDEzLTA4LTEzGAFCAGgBMikKJwolCiExR0licEFCUDFNQldrVmhtYU1wQmtsOTJnM0VTeTZGLUsgAToDCgEwQgIAEoICPmgqe0CEAE>

[4] Министерство природных ресурсов и экологии РК. Национальный доклад Республики Казахстан о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1991-2022 г. Астана. 2024 г. с. 332-333, 352.

[5] Green house gas protocol. Global warming potential values. с. 1. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.ipcc.ch.

[6] Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Экологические индикаторы мониторинга и оценки окружающей среды. Изменение климата. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://stat.gov.kz/ru/ecologic-indicators/28427/greenhouse_gas_emissions/

[7] Курманов А. К., Рыспаев К. С., Рыспаева, М. К. (2013). Перспективы производства биогаза в Казахстане. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, (4 (42)). - с. 78.



[8] Турсунбаева, Г. У. Производство биогаза из биомассы животноводства / Г. У. Турсунбаева, Б. Т. Бахтияр, Г. Ә. Байжан, А. К. Мерғалимова // М.Тынышпаев атындағы қазақ көлік және коммуникациялар академиясының хабаршысы. - 2022. - № 3 (122). - с. 171-181.

[9] Хондошко Ю.В. Современная низкоуглеродная энергетика России /Ю.В. Хондошко, С.А. Бессонов // Вестник АмГУ. Вып.101. 2023. с. 92-95.

[10] Сидорова А. А. Использование биогаза в современной энергетике. XII международная научно-практическая конференция «Современные тенденции и инновации в науке и производстве» от 26.04.2023 г. – с. 546-2.

[11] Об утверждении Концепции развития электроэнергетической отрасли Республики Казахстан на 2023 – 2029 годы. ПП РК от 28 марта 2023 года № 263.

[12] Департамент «Анализ и Развитие Рынка» АО «Samruk Energy». Анализ рынка электроэнергетической отрасли Казахстана. Январь-ноябрь 2024 года. - с.10.

[13] Закон РК от 4 июля 2009 года № 165-IV «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» с изменениями от 09.09.2024 г.

[14] Сидорова А. А. Использование биогаза в современной энергетике. XII международная научно-практическая конференция «Современные тенденции и инновации в науке и производстве» от 26.04.2023 г. – с. 546-4 - 546-5.

[15] Технический паспорт настенного газового котла Navien Deluxe 13K/16K/20K/24K/30K/35K/40K.

[16] Сидельников Б.Ю., Постникова М.В. «Актуальность применения биогазовых установок в АПК». – 1-я Международная научно-практическая конференция молодых ученых 27-28 февраля 2023 г. в Мелитопольском государственном университете. – с. 83.

[17] Новости Караганды. Карагандинская область вошла в лидеры «зеленой» энергетике. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://patriotnews.kz/karagandinskaya-oblast-voshla-v-lidery-zelenoj-energetiki/>.

[18] Электроэнергию из помета произвели в Караганде. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://zorg-biogas.com/ru/o-kompanii/novosti/karaganda-17-10-2018>

[19] Коммерческое предложение на поставку Биогазового комплекса по переработке отходов птицеводства мощностью 1202 кВт от 12.06.2020 г.

[20] Информационный портал по «зеленой» энергетике Qazaq Green. «Тарифы на электроэнергию от ВИЭ утвердили в Казахстане». [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://qazaqgreen.com/news/kazakhstan/2459/>.

[21] Салмина А. «Электричество и тепло из канализации: как в казахстанском Шымкенте сточные воды превращают в энергию?». [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://mir24.tv/news/16543369/stochnye-vody-prevrashchayut-v-energiyu-v-kazahstanskom-shymkente>.

[22] Информационный портал по «зеленой» энергетике Qazaq Green. «Развитие возобновляемой энергетике – политическая воля руководства страны». [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://qazaqgreen.kz/ru/vie>.



[23] Казахстанская ассоциация организаций нефтегазового и энергетического комплекса «KAZENERGY» Национальный энергетический доклад KAZENERGY, 2023 год. с. 131.

[24] О заводе «BioOperations». [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.biooperations.com/ru/about/>

[25] И.Завьялова, С. Каспаков. Почему Казахстану нужен свой хаб биодобровений. Информационный портал по «зеленой энергетике». // Информационный портал по «зеленой» энергетике Qazaq Green. QazaqGreen. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://qazaqgreen.com/journal-qazaqgreen/education-and-science/1467//>

[26] Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 23 июля 2018 года № 317.

[27] Налоговый кодекс РК по состоянию на 01.01.2025 г. Статья 576. с. 858.

[28] Экологический кодекс Республики Казахстан от 2.01.2021 года № 400-VI ЗРК. Статья 120. с. 129.

REFERENCES

[1] Ministerstvo ekologii, geologii i prirodnykh resursov RK, Programma Razvitiya OON v Kazakhstane & Global'nyy Ekologicheskii Fond. «8-e nacional'noe soobshchenie i 5-j dvuhgodichnyj doklad Respubliki Kazahstan Ramochnoj Konvencii OON ob Izmenenii Klimata» [*The 8th National Communication and 5th Biennial Report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change*]. (2022), Astana, 102-103 [in Russian].

[2] Qazaqstan Respublikasy Strategiyalyq zhosparlau zhane reformalar agenttigi Ultyq statistika byurosy. Qazaqstan Respublikasyndagy qorshagan ortanu qorgau [*Environmental Protection in the Republic of Kazakhstan*], (2018-2022). - pp. 224-227 [in Russian].

[3] Kosmosnimok pometokhranilishcha. – Retrieved from <https://earth.google.com/web/@52.99249576,63.23899329,165.23005722a,2913.40718081d,30y,0h,0t,0r/data=ChYqEAgBEgoyMDEzLTA4LTEzGAFCAgBMikKJwolCiExR0licEFCUDFNQldrVmhtYU1wQmtsOTJnM0VTeTZGLUsgAToDCgEwQgIIAEoICPmgqe0CEAE>.

[4] Ministerstvo prirodnykh resursov i ekologii RK. [*The National Report of the Republic of Kazakhstan on the Inventory of Anthropogenic Emissions from Sources and Absorption by Sinks of Greenhouse Gases Not Regulated by the Montreal Protocol for 1991*]. (2024). Astana. pp. 332-333, 352 [in Russian].

[5] Greenhouse Gas Protocol. Global Warming Potential Values. p. 1. Retrieved from www.ipcc.ch.

[6] Byuro natsional'noy statistiki Agentstva po strategicheskemu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan. Ekologicheskie indikatory monitoringa i ochenki okruzhayushchej sredy. Izmenenie klimata [*Environmental Indicators for Monitoring and Assessment of the Environment. Climate Change*]. Retrieved from https://stat.gov.kz/ru/ecologic-indicators/28427/greenhouse_gas_emissions/ [in Russian].



[7] Kurmanov A. K., Ryspaev K. S., Ryspaeva M. K. (2013). Perspektivy proizvodstva biogaza v Kazahstane [*Perspectives on Biogas Production in Kazakhstan*] // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, (4 (42)). - p. 78. [in Russian].

[8] Tursunbaeva, G. U. Proizvodstvo biogaza iz biomassy zhivotnovodstva [*Biogas Production from Livestock Biomass*] / G. U. Tursunbaeva, B. T. Bakhtiyar, G. A. Baizhan, A. K. Mergalimova // *M. Tynyshpaev atyndagy qazaq kolik zhane komunikatsiyalar akademiyasynyn habarshysy*. – (2022). - № 3 (122). - pp. 171-181 [in Russian].

[9] Khondoshko Yu. V., Bessonov S. A. Sovremennaya nizkouglerodnaya energetika Rossii [*Modern Low-Carbon Energy in Russia*] // *Vestnik AmGU. Issue 101. 2023*, 92-95 [in Russian].

[10] Sidorova A. A. Ispol'zovanie biogaza v sovremennoj energetike [*Biogas Usage in Modern Energy*] // *XII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennye tendentsii i innovatsii v nauke i proizvodstve»*, 26.04.2023. – p. 546-2 [in Russian].

[11] Ob utverzhdenii Kontseptsii razvitiya elektroenergeticheskoy otrasli Respubliki Kazakhstan na 2023–2029 gody. [*Concept for the Development of the Electric Power Industry of the Republic of Kazakhstan for 2023–2029*] // *Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated 28th of March, 2023. № 263* [in Russian].

[12] Departament «Analiz i Razvitie Rynka» AO «Samruk Energy». Analiz rynka elektroenergeticheskoy otrasli Kazahstana [*Analysis of the Electric Power Market of Kazakhstan*] (2024) January-November. - p. 10 [in Russian].

[13] Zakon RK dated July 4, 2009 № 165-IV. O podderzhke ispol'zovaniya vozobnovlyaemyh istochnikov energii [*On Supporting the Use of Renewable Energy Sources*] with amendments from 09.09.2024 [in Russian].

[14] Sidorova A. A. Ispol'zovanie biogaza v sovremennoj energetike [*Biogas Usage in Modern Energy*] XII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennye tendentsii i innovatsii v nauke i proizvodstve», (2023), 546-4 - 546-5 [in Russian].

[15] Tekhnicheskij pasport nastennogo gazovogo kotla Navien Deluxe 13K/16K/20K/24K/30K/35K/40K [in Russian].

[16] Sidel'nikov B. Yu., Postnikova M. V. Aktual'nost' primeneniya biogazovyh ustanovok v APK [*The Relevance of Biogas Plants in Agro-Industrial Complexes*] – *The 1st International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, tht 27-28th of February 2023, Melitopol State University*, 83 [in Russian].

[17] Novosti Karagandy. "Karaganda Region Became a Leader in Green Energy." Retrieved from <https://patriotnews.kz/karagandinskaya-oblast-voshla-v-lidery-zelenoj-energetiki/>.

[18] "Electricity Produced from Poultry Manure in Karaganda" Retrieved from <https://zorg-biogas.com/ru/o-kompanii/novosti/karaganda-17-10-2018> [in Russian].

[19] Kommercheskoe predlozhenie na postavku biogazovogo kompleksa po pererabotke otkhodov pitsevodstva moshchnost'yu 1202 kW dated from 12.06.2020. [in Russian].



[20] Informatsionnyy portal po «zelenoy» energetike Qazaq Green. Tarify na elektroenergiyu ot VIE utverdili v Kazahstane [Electricity Tariffs from RES Approved in Kazakhstan] Retrieved from <https://qazaqgreen.com/news/kazakhstan/2459/>.

[21] Salmina A. [Electricity and Heat from Sewage: How Wastewater is Converted into Energy in Shymkent, Kazakhstan] Retrieved from <https://mir24.tv/news/16543369/stochnye-vody-prevrashchayut-v-energiyu-v-kazahstanskom-shymkente>.

[22] Informatsionnyy portal po «zelenoy» energetike Qazaq Green. Razvitie vobnovlyaej energetiki – politicheskaya volya rukovodstva strany [The Development of Renewable Energy – The Political Will of the Country's Leadership] Retrieved from <https://qazaqgreen.kz/ru/vie>.

[23] Kazakhstanskaya assotsiatsiya organizatsiy neftegazovogo i energeticheskogo kompleksa «KAZENERGY». "National Energy Report of KAZENERGY, 2023". 131 [in Russian].

[24] O zavode «BioOperations». "About the BioOperations Plant." Retrieved from <https://www.biooperations.com>.

[25] I. Zavyalova, S. Kaspakov. "Why Kazakhstan Needs Its Own Biofertilizer Hub." Informatsionnyy portal po «zelenoy energetike» Qazaq Green. Retrieved from <https://qazaqgreen.com/journal-qazaqgreen/education-and-science/1467//>.

[26] Prikaz Ministra sel'skogo khozyaystva Respubliki Kazakhstan dated from the 23^d of July, 2018 № 317 [in Russian].

[27] Nalogovyy kodeks RK po sostoyaniyu na 01.01.2025 g. "Tax Code of the Republic of Kazakhstan as of 01.01.2025." Article 576. 858 [in Russian].

[28] Ekologicheskij kodeks Respubliki Kazakhstan ot 02.01.2021 goda № 400-VI ZRK. [Environmental Code of the Republic of Kazakhstan dated 02.01.2021] Article 120. 129 [in Russian].

Михайличенко А. Д.

ҚАЗАҚСТАНДА БИОҚАЛДЫҚТАРДЫ ЭНЕРГОРЕСУРСТАР МЕН ТЫҢАЙТҚЫШТАР АЛУ ҮШІН ӨНДЕУ АРГУМЕНТТЕРІ

Аннотация. Қазіргі Қазақстан энергетикасы негізінен мұнай, табиғи газ, тас көмір, уран және басқа да минералды ресурстар сияқты жаңартылмайтын энергия көздерін пайдалануға тәуелді, олардың өндірісі экономикалық және технологиялық тұрғыдан негізделген. Алайда, бұл ресурстарды шексіз пайдалану мүмкін емес. Сол себепті Қазақстан бүгінде баламалы энергия көздерін дамыту бағытын ұстануда (атом электр станцияларын салу, жел және күн электр станциялары желісін дамыту). Қазақстан – ауыл шаруашылығы аймағы, оның ауыл шаруашылығы қызметі қалдықтардың жыл сайын көбейіп отыруымен сипатталады. Қалдықтардың тек қоршаған ортада жиналуы ғана емес, сонымен қатар парниктік газдардың көлемі де артып келеді, ал бұл ғалымдардың пікірінше, жаһандық климаттың өзгеруіне себеп болып отыр. Ауыл шаруашылығы қалдықтарын қайта өңдеусіз азайтуға бағытталған қазіргі әдістер өзектілігін жоғалтты. Сондықтан қалдықтарды қайта өңдеп, биогаз және минералды тыңайтқыштар алып, энергия өндіру мақсатында жергілікті биоэлектр станцияларын дамытуға назар аудару қажет.



Бүгінгі күні жергілікті биогаз станцияларын дамыту өзекті болып отыр, өйткені Қазақстан көптеген елдер сияқты көміртегі бейтараптығына қол жеткізуді көздеп отыр. Мемлекет бұл салаға ерекше назар аударып, қолдау механизмдерін енгізуде. Бұл мақалада ауыл шаруашылығы қалдықтарының көлемі, осы саладан бөлінетін парниктік газдардың көлемі есептелген, қалдықтарды қайта өңдеу бойынша баламалы әдістер ұсынылған, елімізде жұмыс істеп тұрған станциялардың тәжірибесі сипатталған, мемлекеттік қолдау түрлері мен бар кедергілер талданған.

Кілт сөздер: биогаз қондырғысы; парниктік газдар; көміртегі бейтараптығы; CO₂ эквиваленті; көң; биогаз; биоотын; тыңайтқыштар; биоэтанол; метан; көң сақтау; құс саңғырығын сақтау; ауыл шаруашылығы қалдықтары; жаңартылатын энергия көздері.

Alexandr Mikhailichenko

ARGUMENTS FOR PROCESSING BIO-WASTE IN KAZAKHSTAN TO PRODUCE ENERGY RESOURCES AND FERTILIZERS

Annotation. The modern energy sector of Kazakhstan largely relies on the use of non-renewable energy sources such as oil, natural gas, coal, uranium, and other mineral resources, the extraction of which is justified from economic and technological perspectives. However, their exploitation cannot continue indefinitely. Therefore, Kazakhstan is currently focusing on the development of alternative energy sources (construction of nuclear power plants, development of wind and solar power networks). Kazakhstan is an agricultural region, and its agricultural activities result in the generation of waste, the volume of which increases annually. This leads not only to an increase in waste accumulation in the environment but also to rising greenhouse gas emissions, which scientists believe contribute to global climate change. Modern methods of reducing agricultural waste without processing them are no longer relevant. Thus, attention should be given to the development of local bioelectric power plants that process waste to produce biogas and mineral fertilizers, with subsequent electricity generation. The development of local biogas plants is especially pertinent today, as Kazakhstan, like many other countries, is pursuing carbon neutrality. The state has prioritized the development of this sector, implementing support mechanisms. This article discusses the volume of agricultural waste, calculates greenhouse gas emissions from the agricultural sector, suggests alternative waste processing methods, describes the experiences of existing plants in the country, and highlights types of government support and existing barriers.

Keywords: biogas plant; greenhouse gases; carbon neutrality; CO₂ equivalent; manure; biogas; biofuel; fertilizers; bioethanol; methane; manure storage; poultry litter storage; agricultural waste; renewable energy sources.