

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №1, Том 11 / 2019, No 1, Vol 11 <https://esj.today/issue-1-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/44SAVN119.pdf>

Статья поступила в редакцию 01.01.2019; опубликована 17.02.2019

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Мещук А.А., Болдырев К.А., Баженов П.А. Применение биогаза для газификации удаленных регионов и снижения негативного влияния деятельности человека на окружающую среду // Вестник Евразийской науки, 2019 №1, <https://esj.today/PDF/44SAVN119.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Meshchuk A.A., Boldyrev K.A., Bazhenov P.A. (2019). The use of biogas for gasification of remote regions and reducing the negative impact of human activity on the environment. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 1(11). Available at: <https://esj.today/PDF/44SAVN119.pdf> (in Russian)

УДК 05.23.00

ГРНТИ 05.23.03

**Мещук Александр Андреевич**

ФГОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия  
Студент 1-го курса магистратуры кафедры «Нефтегазовое дело и нефтехимии»  
Магистр  
E-mail: Meshchuk.aa@students.dvfu.ru

**Болдырев Константин Алексеевич**

ФГОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия  
Студент 1-го курса магистратуры кафедры «Нефтегазовое дело и нефтехимии»  
Магистр  
E-mail: boldyrev.ka@students.dvfu.ru

**Баженов Павел Александрович**

ФГОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия  
Студент 1-го курса магистратуры кафедры «Нефтегазовое дело и нефтехимии»  
Магистр  
E-mail: bazhenov.pa@students.dvfu.ru

**Применение биогаза для газификации  
удаленных регионов и снижения негативного влияния  
деятельности человека на окружающую среду**

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы, связанные с вопросом применения технологии производства биогаза на основе отходов сельскохозяйственной и пищевой промышленности для газификации отдельных регионов с различными условиями. Также в работе поднимется вопрос о снижении влияния человеческой деятельности на экологическую ситуацию, а именно на повышение содержания парниковых газов в атмосфере земли. Представленная в работе технология предлагается как один из возможных методов снижения такого негативного влияния. Работа дает представление о том, что такое биогаз и какие на сегодняшний день существуют перспективные направления применения технологии его производства. Также в работе раскрывается история развития отрасли производства этого вида энергии и указаны экономические факторы, влияющие на скорость развития этого направления. В тексте статьи в деталях освещается технология получения биогаза и обозначаются факторы, от которых зависит эффективность процесса производства такого вида топлива. В работе предлагаются оптимальные значения основных производственных параметров и производится

сравнительный анализ их комплексного влияния на эффективность производственного процесса. В продолжении обозначенных выше направлений, в работе приводятся характеристики установок по получению биогаза, а также их создается их комплексная оценка для проектирования таких комплексов в зависимости от их требуемой производительности и условий эксплуатации. Главные составляющие систем установки рассматриваются в контексте повышения общей производительности и энергоэффективности работы всей системы. В статье производится детальный анализ всех основных компонентов установки и оптимальные значения их эксплуатационных параметров.

#### **Вклад авторов.**

Мещук Александр Андреевич – автор внес главный вклад в написание статьи. Ему принадлежит идея статьи. Производил перевод зарубежной литературы. Принимал участие в написании статьи. Производил координацию работы научного коллектива.

Болдырев Константин Алексеевич – автор оказывал участие в написании статьи. Производил создание графического материала. Собрал, проанализировал и сгруппировал информацию для включения в текст статьи.

Баженов Павел Александрович – автор оказывал участие в поиске общей информации для написания статьи. Производил перевод зарубежной литературы. Производил поиск информации по вопросу, поднятому в статье, в русскоязычной литературе.

**Ключевые слова:** производство биогаза; газоснабжение биогазом; альтернативные источники энергии; парниковые газы; метаногенные бактерии; биогазовые установки; параметры процесса

#### **Введение**

На сегодняшний день чрезвычайно остро стоит проблема газификации многих удаленных регионов в различных странах. Кроме того, с каждым годом все выше требования к промышленности по повышению энергоэффективности, а также снижению негативного влияния на экологию. Одним из возможных направлений решения обозначенных проблем является применение биогаза. Цель данной работы – повышение эффективности работы существующих биогазовых установок, а также оптимизация конструкции новых установок для снижения себестоимости конечного продукта.

Биогаз – это горячая смесь газов, которая в основном состоит из метана ( $\text{CH}_4$ ) и диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ). Эта смесь образуется в результате анаэробного (т. е. в отсутствие кислорода) бактериального разложения органических соединений. Образующиеся газы являются результатом жизнедеятельности (дыхания) микроорганизмов, а состав получаемых газов зависит от природы исходного материала. Если исходный материал преимущественно состоит из углеводов, таких как глюкоза и другие простые сахара и высокомолекулярных соединений (полимеров), таких как целлюлоза и гемицеллюлоза, то производство метана находится на низком уровне. В то же время наибольший уровень производства метана достигается в случае высокого содержания в исходном продукте жиров. Естественным образом биогаз выделяется в условиях болот, рисовых полей, а также на дне озер и океанов, где существуют анаэробные условия [1].

#### **Воздействие метана на климат**

Принято считать, что человеческая деятельность, такая как животноводство, сельское хозяйство создание свалок различных отходов привело к удвоению количества метана в атмосфере земли за последние десятилетия. По своей природе метан не оказывает влияния на здоровье человека. Тем не менее, так как метан является частью химических процессов в

атмосфере, а также является мощным парниковым газом (примерно в 22 раза мощнее углекислого газа), то увеличение его концентрации в атмосфере приводит к усилению парникового эффекта. Таким образом по мнению современных исследователей образование метана способствовало увеличению величины парникового эффекта, вызванного человеком на 20 %. Здесь важно отметить, что парниковый эффект приводит к повышению температуры Земли. Это означает, что в случае, если этот процесс продолжит наращивать темпы своего развития, что существует риск высвобождения огромного количества свободного метана в атмосферу на больших площадях в тундрах и из мирового океана, где возможно разрушение газовых гидратов. Очевидно, что такой вариант развития событий еще больше усилит парниковых эффект. Кроме того, нахождение большого количества метана в атмосфере приводит к разрушению озона. Таким образом, рост выбросов метана в атмосферу может иметь неблагоприятные последствия для озонового слоя, который защищает Землю от вредного влияния ультрафиолетового излучения солнца [2].

### **История производства биогаза**

Люди знали о существовании естественного биогаза начиная с 17-го века, а эксперименты по созданию установок по получению биогаза искусственным путем проводились еще с середины 19-го века. Эти эксперименты также дали основу для создания систем по очистке сточных вод, созданной в конце 19-го века, которая до сих пор используется в регионах, где нет канализации. В 1890-х годах англичанин Дональд Кэмерон построил специализированный септический бак, из которого собираемый газ направлялся для использования в осветительных лампах. В 1920-х годах в Дании началось строительство биогазовой установки для очистки сточных вод. Газ, получаемый в процессе работы установки, изначально использовался для обогрева резервуаров установки, а ее основным назначением являлось не извлечение энергии, а разложение органического вещества в сточных водах.

В дальнейшем после окончания второй мировой войны произошел существенный рост биогазовой промышленности. Лидерами в этой области стали такие страны как Германия, Великобритания и Франция. Технология постепенно нашла свое место в сельском хозяйстве, где она применялась для получения дополнительного источника энергии. Однако в конце 1950-х годов развитие этой отрасли практически остановилось в силу резкого увеличения объемов добычи природного газа и нефти. Впоследствии интерес к биогазу вернулся после кризиса нефтяной отрасли 1973 года.

На сегодняшний день существует большое количество установок по получению биогаза различной производительности, начиная от небольших установок, которые используются для получения газа на маленьких частных хозяйствах, до крупных заводов по получению биогаза, сырье для которых поставляют крупные аграрные холдинги. Такие крупные предприятия принимают также в больших количествах отходы пищевой промышленности, что позволяет снизить уровень неконтролируемого разложения биологического материала. Кроме того, установки по производству биогаза сегодня внедряют в очистные сооружения.

В последние годы активно наращивается производство биогаза в развивающихся странах. В Индии существует уже более миллиона маленьких производств биогаза, которые работают на сырье отдельно взятого домохозяйства. Биогаз используется в домашнем хозяйстве для приготовления пищи, а отработанная биомасса применяется в качестве удобрения в сельском хозяйстве [3].

### **Процесс производства биогаза**

Полное биологическое разложение органического вещества на метан и углекислый газ в условиях недостатка кислорода происходит в результате взаимодействия бактерий различных

типов, каждый из которых отвечает за часть производственного процесса. В данном процессе, те вещества, которые являются продуктами жизнедеятельности одних организмов, служат пищей другим. Процесс производства биогаза разделяется на три этапа: гидролиз, ацидогенез и метаногенез.

Первой стадией производства биогаза является гидролиз. Во время этого процесса высокомолекулярные компоненты, такие как белки, углеводы и жиры, разбиваются на мономеры. Специализированные бактерии производят особый вид ферментов, которые становятся катализаторами этого процесса. Белки, простые сахара и крахмал легко подвергаются гидролизу в анаэробных условиях. В тоже время другие углеродные соединения требуют более длительного времени для полного разложения, а к примеру лигнин, который является одним из основных компонентов растений, не может быть подвержен разложению в анаэробных условиях. Здесь важно ответить, что целлюлоза, которая состоит из ряда более простых сахаров, легко подвергается гидролизу специализированными бактериями. Однако в растительной ткани целлюлоза плотно упакована в лигнин и поэтому с трудом поддается разложению в условиях производства. По этой причине только около 40 % целлюлозы разлагается в процессе производства биогаза.

Брожение или ацидогенез продолжает разложение сложных соединений. В сбалансированном процессе бактериального разложения примерно 50 % органического вещества (глюкоза, ксилоза, аминокислоты и длинноцепочечные жирные кислоты разлагаются на уксусную кислоту ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ). Около 20 % превращается в углекислый газ и водород, а остальные 30 % разбиваются на короткоцепочечные летучие жирные кислоты. В случае если процесс не сбалансирован должным образом, то относительный уровень короткоцепочечных летучих жирных кислот будет увеличиваться с риском накопления до уровня, который вызывает снижение скорости процесса. Поэтому устойчивый процесс разложения короткоцепочечных летучих жирных кислот имеет решающее значение и часто является ограничивающим фактором для процесса производства биогаза. Большое количество жиров в субстрате, таким образом, может привести к образованию большого количества длинноцепочечных жирных кислот, в то время как большое количество белка, который содержит азот в составе аминокислот ( $-\text{NH}_2$ ) – будет производить большое количество аммиака ( $\text{NH}_3$ ). В обоих случаях это может привести к торможению последующего разложения, особенно в случае, если состав биомассы сырья постоянно варьируется.

Последний этап в производстве биогаза (метаногенез) происходит с участием так называемых метаногенных бактерий. Две различные группы таких бактерий отвечают за производство метана. Одна группа разлагает уксусную кислоту до метана, а другая производит метан из углекислого газа и водорода. В стабильных условиях бактерии первой группы производят около 70 % метана, в то время как бактерии второй группы около 30 %. Два этих процесса взаимосвязаны и поэтому ингибирование одного из них приведет к снижению скорости другого процесса. Метаногенные бактерии обладают самой низкой скоростью роста, из бактерий, принимающих участие в процессе получения биогаза. Поэтому этот факт также является ограничивающим фактором для увеличения производительности процесса получения биогаза. Скорость роста метаногенных бактерий составляет всего около одной пятой скорости роста кислотообразующих бактерий [4].

### **Параметры процесса получения биогаза на предприятии**

Для того, чтобы процесс получения биогаза был эффективным, ряд параметров должен быть оптимизирован. Как упоминалось ранее, метаногенные бактерии могут существовать только в бескислородной среде. Поэтому биогазовый реактор должен быть герметичен. Небольшое количество, как правило, растворенного в жидкости кислорода, который поступает в реактор с исходной биомассой, быстро истощается, например, аэробными бактериями или

анаэробными бактериями, которые могут использовать кислород для своего дыхания в качестве альтернативы [5].

Важным показателем, влияющим на эффективность процесса, является температура в реакторе. Скорость биохимических процессов увеличивается с увеличением температуры. В вопросе биогаза, однако следует принять во внимание, что некоторые типы бактерий, участвующих в процессе производства биогаза адаптированы к различным температурам:

1. психрофилы 0–20 °С
2. мезофилы 15–45 °С
3. термофилы 40–65 °С

На практике в биогазовых установках наиболее часто применяется температурой режим, оптимальный для бактерий мезофилов (около 37 °С), где допускаются колебания температуры около  $\pm 2$  °С. Также нередко встречаются установки, работающие в диапазоне температур около 52 °С с допустимыми колебаниями в пределах  $\pm 0,5$  °С [6].

Немалое значение на процесс получения биогаза оказывает кислотность среды. Несмотря на то, что метаногенные бактерии используют органические кислоты как часть своего питания, они не могут выжить в кислой среде. Оптимальное значение рН для процесса получения биогаза составляет от 6,5 до 8. Оптимальным является значение 7,2. Когда процесс сбалансирован кислотность в реакторе будет оставаться в обозначенных пределах. Кроме того, важно отметить, что благодаря высокой емкости реакторов в установках, кислотность легко поддается контролю, так как ее изменение требует большого количества времени для большого объема.

Также в процессе важную роль играет степень измельчения частиц биомассы. Как уже упоминалось ранее, важным фактором, ограничивающим производительность процесса получения биогаза, является скорость разложения высокомолекулярных соединений на мономеры. Поэтому чем выше степень измельчения исходного материала, тем легче проходит процесс бактериального расщепления и, следовательно, выше скорость процесса.

Как и любым другим организмам метаногенным бактериям нужен ряд макро- и микроэлементов для того, чтобы расти. Самыми важными элементами для их жизнедеятельности являются азот, фосфор и калий.

### **Проектирование установок по производству биогаза**

Существует ряд различных типов установок по получению биогаза, которые можно использовать для переработки различного вида биомассы, каждая из этих установок обладает своими преимуществами и недостатками.

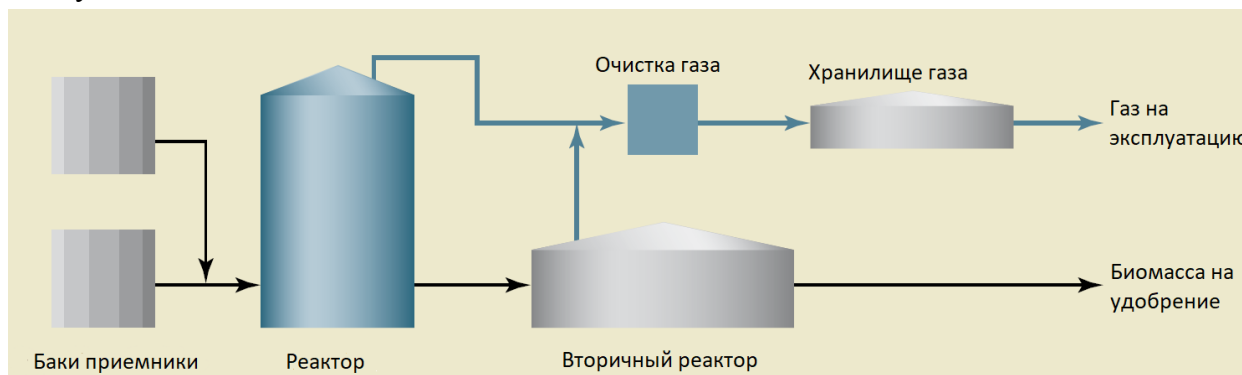
В данной работе акцент будет сделан на работе установок с постоянным перемешиванием, так как они являются наиболее распространенными в сельском хозяйстве и для очистки сточных вод. Преимущество такого типа реакторов в том, что они могут перерабатывать биомассу с относительно высоким содержанием сухого вещества. Биомасса подается в реактор непрерывно или отдельными регулярными партиями. Главным недостатком данного типа установок является то, что из-за постоянного перемешивания часть свежей биомассы, которая еще не успела разложиться должным образом, выводится из реактора вместе с уже отработавшими продуктами распада, что приводит к повышенному расходу биоматериала без повышения производительности установки [7].

Наряду с указанным выше типом установок в промышленности часто применяются так называемые фильтрационные установки и установки с анаэробным одеялом, которые могут перерабатывать биомассу с низким содержанием сухого вещества. Преимуществом установок этих типов в том, что гидравлическая эффективность этих установок выше, следовательно,



время нахождения биомассы в реакторе меньше, что позволяет проектировать установки меньшего размера.

В целом как сельскохозяйственные, так и коммунальные установки имеют схожую конструкцию. Главным их отличием всегда остается размер тех или иных частей установки, который зависит в первую очередь от проектной производительности установки. Рассмотрим типовое сельскохозяйственное предприятие по получению биогаза (рисунок 1). Принципиально установка может быть разделена на систему обращения с биомассой и газовую систему.



*Рисунок 1. Типовая схема сельскохозяйственной установки по производству биогаза (составлено авторами)*

### Система обращения с биомассой

- Баки приемники. Чаще всего в компоновке установки предусмотрено два приемных бака. Один используется для приема навоза, а второй для приема таких видов биомассы как органические промышленные отходы. Баки приемники выступают в первую очередь в качестве буферной емкости, чтобы гарантировать бесперебойность его работы установки. Кроме того, в приемных баках биомассы смешиваются для обеспечения однородности биомассы, которая попадает в реактор. Резервуары для приема навоза чаще всего проектируются вместимостью равной семидневной производительности установки. Сверху на них часто устанавливают дополнительное бетонное покрытие. Содержимое обоих приемных баков постоянно перемешивается для предотвращения расслоения биомассы. Резервуары для промышленных отходов в некоторых случаях подогревают для того, чтобы гарантировать, что жировая составляющая биомассы останется в жидком состоянии. Важным параметром является очистка баков от осаждающегося песка. Поэтому многие системы включают в себя бак смеситель между приемниками и реактором [8].

- Насос для подачи биомассы. Насос подает биомассу от приемного бака в реактор. Насос может быть установлен в двух вариантах исполнения: погруженный в приемном баке или как отдельный элемент системы. Часто насос оборудуется измельчителем, который дополнительно измельчает биомассу.

- Реактор. Реактор представлен в виде изолированного стального резервуара с бетонным покрытием или без него. Реактор может быть оснащен одним или несколькими нагревательными элементами, которые подогревают подаваемую биомассу. Реактор также оборудуется мешалкой, которая поддерживает однородность смеси для предотвращения образования поверхностной корки. Также всегда реактор оснащается датчиками температуры, давления и расходомерами, определяющими производительность установки. В верхней части реактора предусмотрен клапан высокого давления для экстренного сброса газа в случае, если по какой-то причине давление превысило допустимую величину. Также реактор оборудован выходом для отвода биогаза.

- **Сточные насосы.** Этот компонент системы служит для сброса отработавшей биомассы из реактора установки. В установках малой производительности один насос может выполнять как функцию подачи свежей биомассы в реактор, так и функцию отвода отработавшей биомассы [9].

### Газовая система

- **Конденсация газа.** Биогаз, получаемый в реакторе, должен быть извлечен. Газ имеет достаточно высокую температуру и, следовательно, содержит большое количество водяного пара. При охлаждении большая часть этой воды будет конденсироваться и затем может быть вторично использована.

- **Хранение газа.** Большинство установок по производству биогаза имеют относительно небольшие емкости для хранения производимого газа. Объем этих емкостей преимущественно варьируется от 2 до 24 часовой производительности. Биогаз в силу своих свойств занимает большие объемы и создавать большие хранилища по его хранению чаще всего является экономически нецелесообразным. Поэтому наиболее предпочтительным является вариант размещения установок вблизи с ТЭЦ, куда непрерывно требуется подавать газ. В таком случае при достаточной производительности установки биогаз может частично или даже полностью в случае небольшой ТЭЦ заменить природный газ.

Основным направлением данной работы является повышение эффективности очистки биогаза. Как уже было сказано ранее, основными компонентами биогаза являются метан и углекислый газ. Однако, помимо метана и углекислого газа, биогаз также может содержать воду, азот, кислород, аммиак, сероводород и другие соединения. Концентрации этих веществ в получаемом биогазе зависят от состава исходной биомассы. Сероводород должен быть удален из биогаза, поскольку он является коррозионным веществом и разрушает металлические детали в смеси с водяным паром и углекислым газом. Содержание сероводорода в биогазе пропорционально содержанию белка в биомассе. На сегодняшний день очистка биогаза от сероводорода предусматривается после его производства в специализированном блоке очистки. Там сероводород удаляется путем физической абсорбции, где извлечение кислых компонентов происходит за счет их растворимости в органических поглотителях. Этот процесс является дорогим, так как предусматривает использование в конструкции установки отдельного блока очистки [10].

Для снижения себестоимости получаемого биогаза и сокращения срока окупаемости биогазового проекта предлагается изменить систему очистки биогаза. Удаление сероводорода предлагается производить непосредственно в реакторе установки путем обработки газа ионами железа  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ , которые связывают серу в более тяжелое соединение  $FeSO_4$ , которое может быть удалено впоследствии вместе с переработанной биомассой. Здесь важно отметить, что в первую очередь необходимо убедиться не приведет ли добавление ионов железа в реактор установки к снижению продуктивности процесса производства биогаза. На сегодняшний день существует ряд исследований, в которых рассматривается возможность применения различных добавок в реактор установки для повышения ее продуктивности. В этих исследованиях напрямую говорится о том, что удаление сероводорода из реактора установки может позволить существенно повысить продуктивность процесса, что дает дополнительный экономический эффект от внедрения предлагаемой разработки. В случае с уже существующими производствами предлагается дополнить существующую систему очистки указанной технологией для повышения производительности установки. Также это может дать важную информацию об эффективности предлагаемого метода, что впоследствии позволит сделать вывод о том, способна ли эта технология полностью заменить существующие системы очистки биогаза от сероводорода.

### Заключение

Сегодня биогаз становится одним из наиболее перспективных направлений развития отрасли газоснабжения. Для многих удаленных регионов биогаз фактически является единственно возможным направлением получения энергии, а также повышения уровня жизни людей проживающих в таких регионах. Также все большее внимание мирового сообщества уделяется сегодня вопросам экологии. В результате исследований была предложена методика повышения эффективности работы существующих установок по производству биогаза. Кроме того, представленная технология в перспективе позволит отказаться от отдельного узла очистки при проектировании новых установок по производству биогаза.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bachmaier, H., Effenberger, M., Lehner, A., Gronauer, A. 2010. Greenhouse gas balance and resource demand of biogas plants. *Landtechnik*, 65(3), 208–212.
2. Bachmann, N. 2015. Sustainable biogas production in municipal wastewater treatment plants. IEA Bioenergy: Task 37.
3. Bond, T., and Templeton, M.R. 2011. History and development of domestic biogas plants in the developing world. *Energy for Sustainable Development*. 15, 347–354.
4. Cheng, S., Li, Z., Mang, H-P., Huba, E.M., Gao, R., Wang, X. 2014. Development and application of prefabricated biogas digesters in developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 387–400.
5. Daniel-Gromke J., Rensberg N., Denysenko V., Stinner W., Schmalfuss, T., Scheftelowitz M., Nelles M., Leibtrau J. 2018. Current developments in production and utilization of biogas and biomethane in Germany. *Chemie Ingenieur Technik*, 90, 17–35.
6. Васильев Р.Г. Перспективы развития производства биотоплива в России. Сообщение 3: биогаз / Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2007. – Т. 3. – № 3. – С. 54–61.
7. Harris, P.W. and McCabe. B.K. 2015. Review of pretreatments used in anaerobic digestion and their potential application in high-fat cattle slaughterhouse wastewater. *Applied Energy*, 155, 560–575.
8. Тихонравов В.С. Ресурсосберегающие биотехнологии производства альтернативных видов топлива в животноводстве: науч. анализ. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 52 с.
9. Liebetau, J., Reinelt, T., Agostini, A., Linke, B. 2017. Methane emissions from biogas plants -Methods for measurement, results and effect on greenhouse gas balance of electricity produced. IEA Bioenergy: Task 37: 2017: 12.
10. Wall, D., Dumont, M., Murphy, J.D. 2018. Green gas: facilitating a future green gas grid through the production of renewable gas. IEA Bioenergy: Task 37: 2018 IEA Bioenergy: Task 37: 2018: 2.



**Meshchuk Alexander Andreevich**

Far eastern federal university, Vladivostok, Russia  
E-mail: Meshchuk.aa@students.dvfu.ru

**Boldyrev Konstantin Alekseevich**

Far eastern federal university, Vladivostok, Russia  
E-mail: boldyrev.ka@students.dvfu.ru

**Bazhenov Pavel Aleksandrovich**

Far eastern federal university, Vladivostok, Russia  
E-mail: bazhenov.pa@students.dvfu.ru

## **The use of biogas for gasification of remote regions and reducing the negative impact of human activity on the environment**

**Abstract.** The article deals with issues related to the use of biogas production technology based on agricultural and food waste for the gasification of individual regions with different conditions. Also, the work will raise the issue of reducing the impact of human activity on the ecological situation, namely, increasing the content of greenhouse gases in the atmosphere of the earth. The technology presented in the paper is proposed as one of the possible methods for reducing such a negative impact. The work gives an idea of what biogas is and what are the promising areas of application of its production technology today. The paper also reveals the history of the development of the industry of production of this type of energy and identifies economic factors affecting the speed of development of this direction. The text of the article details the technology of biogas production and identifies the factors that determine the efficiency of the production process of this type of fuel. The paper proposes the optimal values of the main production parameters and a comparative analysis of their integrated effect on the efficiency of the production process. In the continuation of the above directions, the work presents the characteristics of plants for the production of biogas, as well as their complex assessment is created for the design of such complexes, depending on their desired performance and operating conditions. The main components of the installation systems are considered in the context of increasing the overall performance and energy efficiency of the entire system. The article provides a detailed analysis of all the main components of the installation and the optimal values of their operational parameters.

**Keywords:** biogas production; biogas gas supply; alternative energy sources; greenhouse gases; methanogenic bacteria; biogas plants; process parameters