

УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

УДК: 628.336.6:006.74(045)

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ БГУ С УЧЕТОМ ГРАФИКА НАГРУЗКИ ПОТРЕБИТЕЛЯ

А. Дж. Обозов, С.М. Насирдинова, А.Н. Салбаев

Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан

E-mail: obozov-a@mail.ru, sai-ra@mail.ru

В статье представлены результаты разработки технологической схемы непрерывного режима работы биогазовой установки с обоснованием структурной схемы управления и учетом графика нагрузки потребителя. Обоснование и практическая апробация предложенной технологии на основе созданной действующей демонстрационной БГУ.

Целью работы является обобщение опыта проектирования и эксплуатации биогазовых установок. В статье также представлен анализ производства биогаза на отходах животноводства, перспективы и проблемы развития биогаза в Кыргызстане. Для этой цели разработаны принципиально-технологическая схема переработки сырья и структурная схема управления биогазовой установки. По разработанным схемам реализовано практическое внедрение биогазовой установки.

Актуальность определена потребностью в использовании новых инновационных технологий получения энергии с использованием экологически чистых возобновляемых источников.

Ключевые слова: биогаз, биогазовая установка, схема управления, график нагрузки, органические отходы, реактор.

Глобальные проблемы охраны окружающей среды и сокращение запасов традиционных источников энергии, таких, как газ, нефть, уголь и т.д., подтолкнули человеческое общество к поиску новых экологически чистых источников энергии [1].

В этой связи в последние годы интенсивное развитие получило использование возобновляемых источников энергии. Освоение таких источников энергии стало одним из стратегических направлений развития энергетики многих стран мира. Данное направление определяет также перспективы устойчивого развития энергетики и экономики Кыргызстана [2].

Практика последних лет позволяет утверждать, что использование ВИЭ в значительной мере снижает выбросы парниковых газов (CO₂) в атмосферу и позволит в качестве топлива покрыть к 2030–2050 годам от 30 до 50 % энергетической потребности развитых стран [3].

Получение энергии из биомассы как одного из источников ВИЭ является весьма перспективным. В частности, переработка отходов животноводства без ущерба для экологии, использование этих переработанных отходов для удовлетворения потребностей сельского хозяйства в удобрениях, повышение урожайности, устранение загрязнений водных

бассейнов и атмосферы и получение дешевой энергии для бытовых нужд являются одним из актуальнейших направлений для Кыргызстана.

Сегодня развитие биотехнологии для получения энергии нашло наиболее широкое распространение в КНР, Бразилии, Швеции, Мексике и во многих развитых странах [4].

Кыргызстан также имеет достаточно большой потенциал для использования энергии биомассы, и в первую очередь это отходы животноводства, растительности и других материалов органического происхождения, из которых можно получить более 1,61 млрд. куб. м горючего биогаза в год [5; 6; 7; 10].

По данным исследований, проведенных учеными республики, переработка только отходов в животноводческих комплексах за счет БГУ позволит обеспечить 30% сельских жителей в бытовом газе, снизить выбросы парниковых газов в атмосферу, поднять урожайность полей на 15–20 %, за счет использования экологически чистых органических удобрений снизить потребление традиционного топлива [8].

В Кыргызстане накоплен определенный опыт проектирования и эксплуатации БГУ различных типов и мощностей [11].

В целом по республике в рамках международных проектов, осуществляемых при поддержке ПРООН, японской ассоциации ЛСА, проекта ARIS, а также ряда отечественных государственных и общественных организаций, осуществлено проектирование, строительство и практическая эксплуатация более 100 БГУ.

Следует отметить, что эти установки были использованы в основном для выработки биогаза, которым осуществлялось отопление помещений, приготовление пищи и подогрев воды. Эти установки, как правило, небольшой мощности и предназначены для автономных потребителей [9], не имеют системы управления и автоматизации. Большинство из них используют периодический режим работы. Вопросы автоматизации технологического режима с целью повышения эффективности БГУ и ее КПД не рассматривались.

В данной статье представлены результаты исследований БГУ технологической *схемой непрерывного режима работы* с возможностью использования бросового отработанного тепла и получения электрической энергии для электроснабжения с использованием автономного блока бесперебойного питания.

Принципиальная технологическая схема биогазовой установки с непрерывной переработкой сырья приведена на рис. 1.

Работа установки осуществляется в следующей последовательности. Отходы животных предварительно собираются, очищаются от различных твердых примесей (мелкие камни, ветки деревьев, куски глины и т.д.) и загружаются в емкость 3. В данной емкости влажность сырья доводится до 90–95 % путем добавления теплой воды температурой 30–35 С⁰, путем нагретой предварительно за счет бросового отработанного сырья, тщательно перемешивается насосом – 2, а затем с его помощью готовое сырье перекачивается далее через трубопровод – 5 в метантенки – 4, 8. После заполнения метантенков – 4 до требуемого уровня, который контролируется уровнемером – 10, насос – 2 отключается. В процессе работы установки сырье в метантенках периодически перемешивается, в это время запорные вентили – 11 закрываются, и через трубопровод – 8 сырье в метантенках – 4 при помощи циркуляционного насоса – 9 перемешивается. Расположенные на дне метантенка – 4 электронагреватели нагревают температуру сырья до 37 С⁰, и далее температура поддерживается на этом уровне в течение всего периода брожения за счет системы управления. Перемешивание субстрата в метантенках – 4 выполняется автоматически. В

процессе эксплуатации БГУ необходимо контролировать концентрацию кислотности субстрата. Кислотность должна быть в пределах pH= от 6,9 до 7,6. После заполнения биореактора жидкими отходами сероводород будет высвобожден в течение первых 5–7 дней. Затем наступает основной режим, при котором вырабатывается биогаз. При выделении

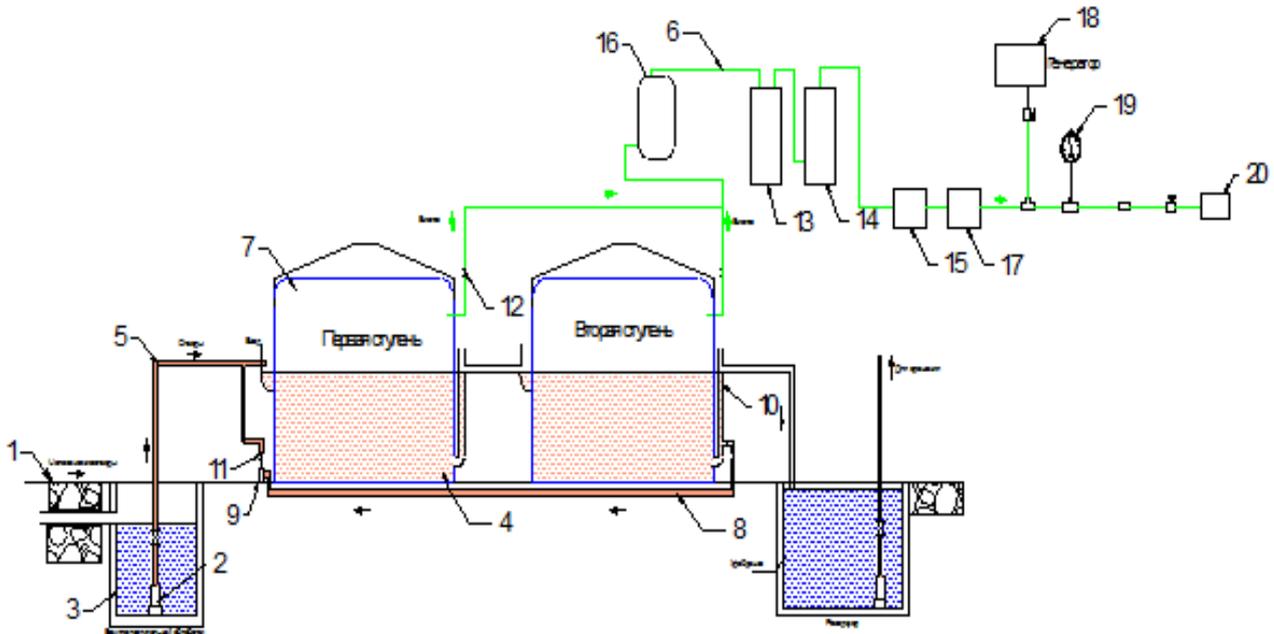


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема БГУ с непрерывным режимом переработки сырья:

1 – сырье; 2 – насос для загрузки сырья; 3 – загрузочная емкость; 4 – метантенки; 5 – трубопровод для загрузки сырья; 6 – газовые трубы; 7 – биогаз; 8 – трубопроводы для перемешивания сырья; 9 – перемешивающий насос; 10 – уровнемер; 11, 12 – запорные вентили; 13 – влагоотводчик 14 – очиститель газа; 15 – компрессор; 16 – газгольдер; 17 – расходомер; 18 – электрогенератор; 19 – редуктор; 20 – потребитель

биогаза открываются запорные вентили – 12, и биогаз из метантенка – 4 через влагоочиститель – 13, очиститель газа – 14, компрессором – 15 подается в газгольдер – 16.

Газгольдер имеет максимальное давление в 20 атм. Компрессор нагнетает давление газа до – 15 атм. Предохранительный клапан – 21 газгольдера должен регулироваться на 20 атм. Биогаз через расходомер – 17 поступает к газотурбине генератора, после чего начинается функционирование электрогенератора – 18. Далее через редуктор – 19 биогаз поставляется потребителю – 20. Непрерывная загрузка емкости с суспензией происходит по мере высвобождения загрузочной емкости – 3. Для обеспечения непрерывного режима работы БГУ периодически через каждые 5–10 дней загружается свежее сырье и столько же выгружается в яму – 10, которое в последующем вывозится и используется как высокоэффективное органическое удобрение. Максимальная эффективность технологического процесса достигается, если 2/3 бака метантенка заполнено сырьем с влажностью 90–95 %. В течение всего цикла поддерживается температура в метантенке 35–37 С⁰ (мезофильный режим), систематическое перемешивание сырья в метантенке и обеспечение работы установки без доступа кислорода (анаэробный процесс). Давление газа в биореакторе не должно превышать 0,4 атм. Данная синтезированная технологическая схема позволяет работать

системе в различных режимах: последовательный (общий), когда оба метантенка работают параллельно, одиночный, когда каждый может работать самостоятельно. В нашем случае представляет интерес работа системы в общем режиме, когда одновременно задействована вся общая мощность БГУ, работающая в непрерывном режиме. Схема перехода на непрерывный режим работы установки представлена на рис. 2.

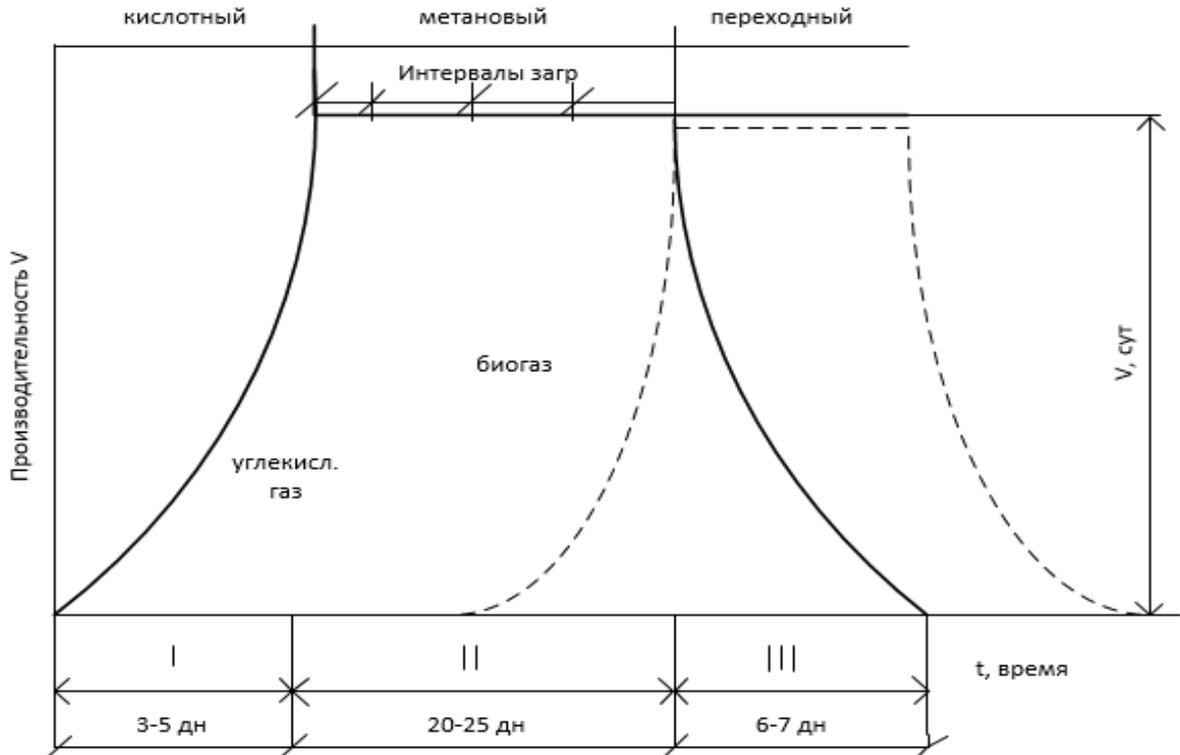


Рисунок 2 – Схема перехода на непрерывный режим работы установки

Как видно из представленной схемы, периодический режим работы метантенка совмещается, и в результате их совмещения появляется возможность перейти на непрерывный режим, при котором выход биогаза становится устойчивым и постоянным. Такое решение позволило убрать период перезагрузки метантенков и сократить активный период выхода биогаза, тем самым была увеличена его производительность порядка 20–30 %. Такое решение позволило также обеспечить бесперебойную выработку электрической энергии за счет установленного газогенератора и фактически 100 %-ю его загрузку. Весьма важным вопросом в надежном функционировании рассматриваемой системы является вопрос управления, который должен обеспечить не только логическую взаимосвязь работы ее элементов как единое целое, но и синхронизировать ее непосредственно с графиком нагрузки у потребителя. Как было показано ранее при описании технологической схемы установки, система представляет собой достаточно сложный объект, обеспечивающий одновременно работу многих элементов в определенной временной взаимосвязи. Для ее успешной работы необходимо осуществлять контроль и управление ее многими параметрами и в первую очередь температурного режима работы метантенка, производства электрической энергии, производительности компрессора и т.д. С учетом особенностей данной технологии была разработана *структурная схема управления* (рис. 3), связывающая

воедино работу всех ее элементов в реальном масштабе времени с графиком суточной нагрузки у потребителя.

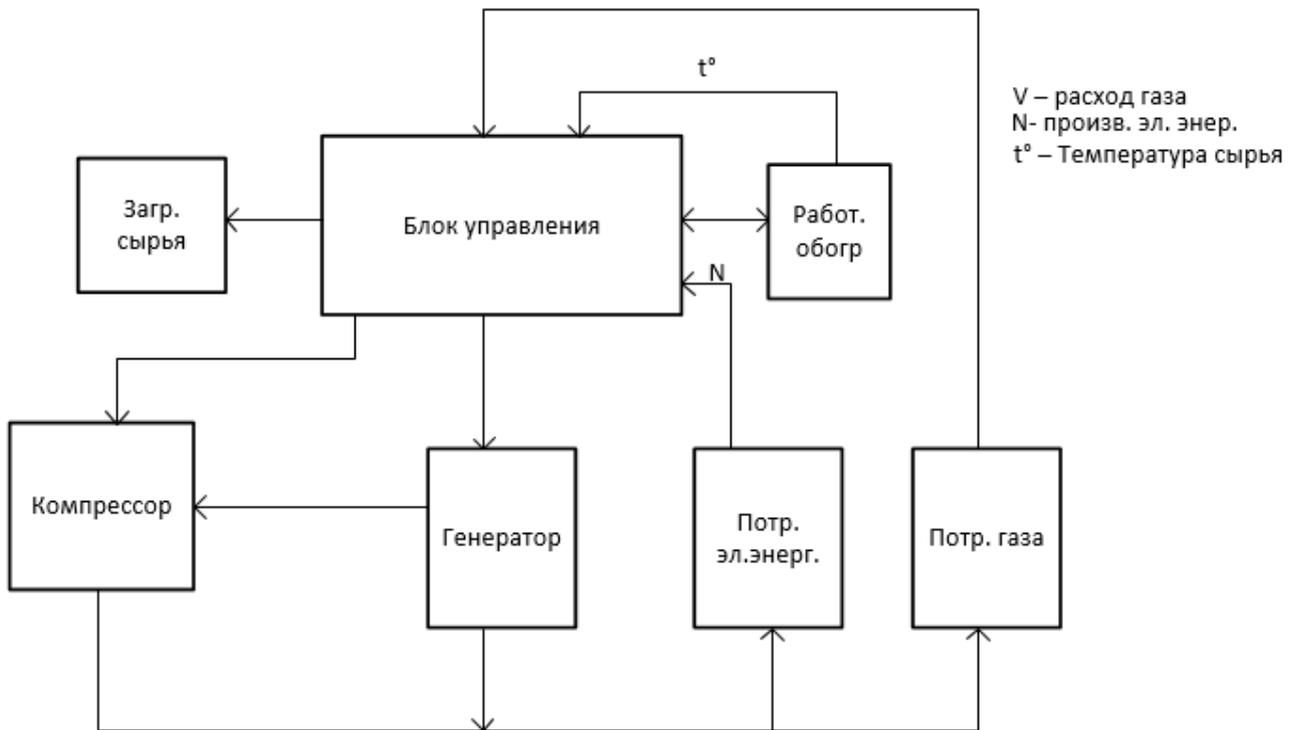


Рисунок 3 – Принципиальная структурная схема управления

Данная структурная схема управления позволяет осуществлять контроль влажности и температуры загрузки сырья, обеспечить непрерывный режим работы установки. Включение и отключение компрессора в зависимости от избыточного давления в метантенке и электрической нагрузки у потребителя. Контроль за температурным режимом осуществляется за счет температурных датчиков, по сигналу которых совершается управление нагревательными приборами. Работа любой генерирующей электрической системы происходит в такой взаимосвязи с потребной мощностью потребителя и в обязательном порядке. С учетом затрат на собственные нужды. Это в особенности важно для автономных систем, когда нет возможности использовать параллельное питание, как, например, сетевое. Во-вторых, в автономных системах в обязательном порядке необходимо закладывать избыток мощности с учетом расхода на собственные нужды, в противном случае не будет обеспечиваться основной принцип автономности. Как правило, при оценке потребной мощности на собственные нужды необходимо иметь график суточной нагрузки, построенный с учетом технологической схемы работы установки и временной нагрузки его элементов. Была разработана методика построения подобных графиков, отработаны его алгоритм и проведен практический расчет для демонстрационной версии. На рис. 4 приведен пример построения суточного графика нагрузки электроэнергии на собственные нужды с учетом предложенной технологической схемы и принятой схемой управления.

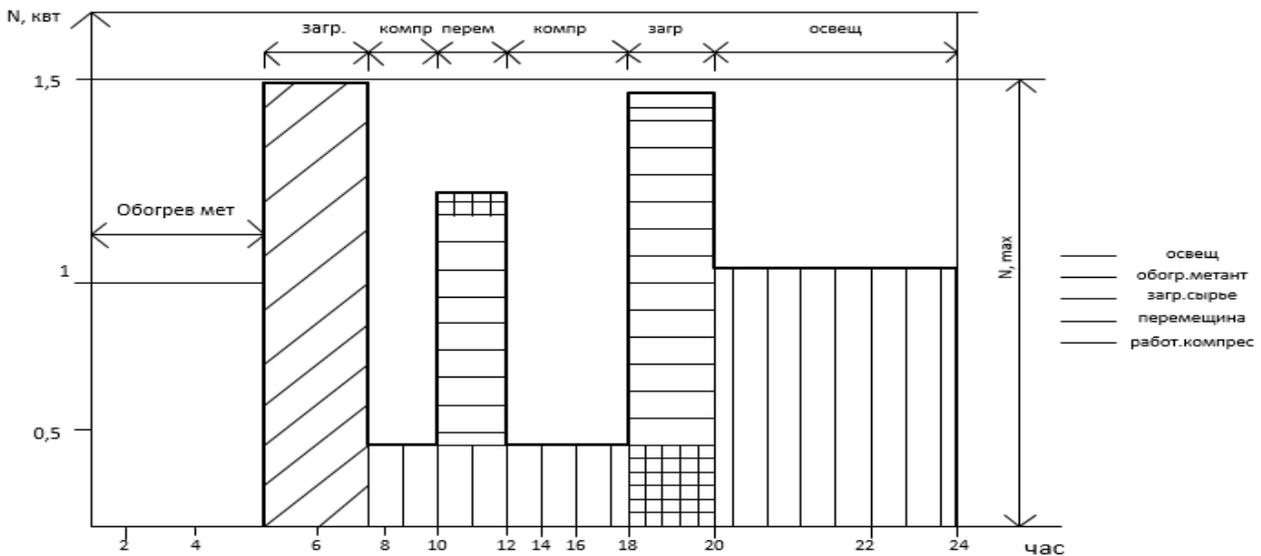


Рисунок 4 – График потребления электроэнергии на собственные нужды

Как видно из представленного графика, в схеме предусмотрены практически все технологические операции, предусмотренные работой установки (нагрев, освещение, перемешивание, загрузки, компрессор и т.д.). Следует обратить внимание, что построение подобных графиков должно быть в обязательном порядке обусловлено ограничением типовой нагрузки, определяемой рациональной в нижней мощности газогенератор. Другими словами, при расчете и проектировании системы необходимо уже заранее заложить процентное соотношение выработки электрической энергии для автономного потребителя и на собственные нужды. Так как это в конечном счете будет определять технико-экономическую привлекательность всего проекта. Таким образом, проведенные исследования позволили провести анализ сырьевых ресурсов органических отходов и сделать как качественную, так и количественную ее оценку. Проведенный обзор опыта проектирования и эксплуатации технологий БГУ показал, что в республике пока отсутствуют технологические схемы, имеющие возможность адаптироваться этим установкам в генерирующие станции как в традиционные электрические сети, а также автономное обеспечение потребителя электроэнергией.

В заключении следует отметить:

- Впервые разработана и предложена новая технологическая схема непрерывного режима работы, обеспечивающая возможность установки адаптироваться к традиционным электрическим сетям и автономным системам.
- Рассмотрена и предложена структурная схема управления установки с учетом разработанной непрерывной технологии взаимосвязи с графиком нагрузки потребителя.
- Результаты полученных в данном разделе работ практически позволяют адаптировать БГУ как один из источников выработки электроэнергии при создании комбинированных систем электроснабжения с адаптивными блоками бесперебойного питания при построении в будущем «умных микросетей» с использованием возобновляемых источников энергии.
- По разработанной новой технологической схеме и подробно изложенным техническим (схемным) решениям в с. Нурманбет Ысык-Атинского района была построена демонстрационная биогазовая установка, общий вид приведен на рис. 5.



Рисунок 5 – Демонстрационная биогазовая энергетическая установка. Ысык-Атинский район, село Нурманбет

Таким образом, доказана возможность практического использования предложенной новой технологической схемы непрерывного режима работы и разработанных технических решений для проектирования БГУ.

Литература

1. Kerr R. A. Sun's role in warming is discounted // Science, 1995. Vol. 268. – P. 28–29 .
2. Обозов В.Д., Исаев Р.Э. Техничко-экономические, экологические и научно-технологические аспекты использования ВИЭ в КР – III Международный научно-методический семинар экспертов по ВИЭ. Беларусь, г. Минск. 2016 г.
3. <https://renen.ru/dolya-vie-v-vyrobote-elektroenergii-v-es-dostignet-60-k-2030-godu/>
4. Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome. <http://www.fao.org/3/a1250r/a1250r.pdf> Состояние всемирных генетических ресурсов животных в сфере продовольствия и сельского хозяйства /ФАО, 2010. ВИЖРАСХН, 2010. Москва /Перевод с англ. ФАО. 2007.
5. https://www.unescap.org/sites/default/files/-C_Kyrgyz_Orozaliev_R.pdf
6. Обозов А.Дж., Ботпаев Р.М. Возобновляемые источники энергии. – Б.: КГТУ, 2010. – 270 с.
7. Обозов А.Д., Асанкулова А., Нышанов З.А. Получение горючего газа на биогазовых установках. Труды международной конференции, г.Актау, Казахстан, 2010.
8. https://www.unescap.org/sites/default/files/-C_Kyrgyz_Orozaliev_R.pdf
9. Обозов А.Д., Асанкулова А. Биогазовые технологии – новые возможности для энергоснабжения сельских регионов. Материалы 4-й Казахской международной конференции по энергетике, г.Алматы, 2005.
10. Обозов А.Д., Асанкулова А. Анализ процесса получения биогаза. Международный научный журнал НОТ–. №1.– 2009г. –Бишкек, Кыргызстан.