

## ЧАСТЬ 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### Цели внедрения биогазовых технологий

Перед строительством индивидуальной биогазовой установки или внедрением биогазовых технологий на государственном уровне необходимо провести экономическую оценку. При оценке экономической выгоды биогазовой программы и индивидуальных установок важно учитывать цели внедрения биогазовых технологий.

Внедрение биогазовых технологий может преследовать следующие цели:

- дешевое производство энергии (индивидуальный и государственный уровень);
- увеличение урожайности сельскохозяйственных культур с помощью применения биоудобрения (индивидуальный и государственный уровень);
- улучшение качества сельскохозяйственной продукции – производство экологически чистых продуктов;
- улучшение социальных условий сельского населения (индивидуальный и государственный уровень);
- сохранение лесопосадок и снижение эрозии почв (в основном государственный уровень);
- снижение бедности сельского населения (в основном государственный уровень);
- экономия за счет снижения импорта энергоносителей и удобрений (государственный уровень);
- снижение безработицы в сельских районах (государственный уровень);
- снижение внутренней миграции из сельской местности (государственный уровень).

### Экономическая оценка биогазовой установки

После определения целей внедрения биогазовой установки можно приступить к экономической оценке ее выгоды. Для этого рассмотрим:

- выгоды для индивидуальных хозяйств;
- стоимость индивидуальной биогазовой установки;
- экономические выгоды от индивидуальной биогазовой установки.

## ВЫГОДЫ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ

Индивидуальные хозяйства могут оценить выгоды от строительства биогазовой установки на основании денежного дохода, который они получают от использования продуктов переработки отходов по сравнению с затратами на установку. Следующие эффекты должны переводиться в денежные эквиваленты, и учитываться как выгоды:

- затраты, сэкономленные за счет замены других источников энергии на биогаз;
- затраты, сэкономленные на замене минеральных удобрений биоудобрениями;
- увеличение урожая за счет использования биоудобрений;
- доходы с продаж биоудобрений;
- экономия времени на сбор и подготовку ранее использовавшихся источников энергии.

### Денежные эквиваленты индивидуальных выгод

Экономическая оценка индивидуальных выгод от использования биогазовых установок относительно легка, если хозяйство в прошлом покрывало эти нужды за счет покупки удобрений и топлива. Денежные выгоды больших биогазовых установок и больших хозяйств тоже могут быть достаточно точно подсчитаны.

В случае установок малого объема в сельских районах Кыргызстана подсчитать выгоды в денежном эквиваленте сложнее, так как используются в основном традиционные источники энергии и удобрений, такие как дрова, кизяк, навоз и сухие растительные отходы. В таких случаях денежные выгоды подсчитываются за счет экономии на традиционных источниках энергии, а также выручки от продаж биоудобрений и увеличения урожайности.

## ЭНЕРГИЯ

Главной проблемой экономической оценки является переводение в денежный эквивалент некоммерческих видов энергии, которые не имеют установленной рыночной цены. Но и в этом случае можно установить ценность биогаза и удобрений исходя из сравнительных данных по теплотворной способности разных источников энергии. Для этого нужно подсчитать количество используемых в хозяйстве источников энергии и установить экономию от использования биогаза вместо них.

Таблица 21. Сравнение биогаза (70% содержания метана) и других энергоносителей [19]

Топливо	Теплотворная способность единицы топлива, кВт	Теплотворная способность единицы топлива, МДж	Стоимость единицы топлива, сом.	Топлива на 1 м <sup>3</sup> биогаза	Биогаза на единицу топлива
Дизель, Керосин, литры	10	36	19,5	0,69 литра	1,44 м <sup>3</sup>
Бензин, литры	8,5	30	25	0,82 литра	1,28 м <sup>3</sup>
Дрова, кг	4,5	16,2	8	1,5 кг	0,65 м <sup>3</sup>
Сухой кизяк, кг	5	18	0,15	1,4 кг	0,7 м <sup>3</sup>
Сухие растительные остатки, кг	4,5	16,2	-	1,5 кг	0,65 м <sup>3</sup>
Твердый уголь, кг	7,7	27,6	1,8	0,9 кг	1,1 м <sup>3</sup>
Природный газ, м <sup>3</sup>	9,3 кВт/м <sup>3</sup>	33,5	3,1	0,75 м <sup>3</sup>	1,34 м <sup>3</sup>
Пропан в баллонах, м <sup>3</sup>	12,8 кВт/м <sup>3</sup>	46	13	0,54 м <sup>3</sup>	1,84 м <sup>3</sup>
Электроэнергия, кВт	1	3,6	1	6,9 кВт	0,14 м <sup>3</sup>
Биогаз, м <sup>3</sup>	7	25	2,8	1 м <sup>3</sup>	1 м <sup>3</sup>

Пример 10. Семья из 5-6 человек использует в год 12 десятилитровых баллонов пропана (120 кг или 262 м<sup>3</sup> пропана) и 2,5 тонны угля. Тогда для замены их биогазом потребуется  $262 \times 1,84 = 482$  м<sup>3</sup> биогаза и  $2\,500 \times 1,1 = 2\,750$  м<sup>3</sup> биогаза, всего 3 232 м<sup>3</sup> биогаза в год, или около 9 м<sup>3</sup> биогаза в сутки.

Как видно из таблицы, при замене пропана на биогаз в год на покупке баллонов будет сэкономлено 3 000 сом. При замене 2,5 тонны угля стоимостью 1,8 сома за килограмм на биогаз будет сэкономлено 4 500 сомов в год. Всего на электроэнергии и угле будет сэкономлено 7 500 сомов в год.

## БИОУДОБРЕНИЯ

Подсчитать экономические выгоды от использования биоудобрений можно путем сравнения затрат и выгод при использовании хозяйством ранее других удобрений или по выручке средств за продажу биоудобрения.

### Урожайность

Нельзя недооценивать эффект увеличения урожайности от применения биоудобрений. Данные о повышении урожайности после применения биоудобрений колеблются от 10 до 30%, однако более точный прогноз сложен, потому что на урожайность влияют и многие другие факторы.

Таблица 22. Увеличение урожайности при применении биоудобрений

Вид выращиваемых культур	Обычная урожайность, центнер/га	Стоимость, сом/центнер	Увеличение урожайности, %	Дополн. урожай центнер/га	Доход, сом.
Пшеница	23-25	450	10	2,3-2,5	1035 - 1125
Ячмень	18-20	500	10	1,8-2	900 - 1000
Люцерна	40-100	350	10	4-10	1400 - 3500
Кукуруза	50-80	350	10	5-8	1750 - 2800
Свекла	200-400	120	10	20-40	2400 - 4800
Хлопок	25-30	4000	10	2,5-3	10000-12000
Картофель	180-200	1000	10	18-20	18000 - 20000
Фасоль	20-25	2000	10	2 – 2,5	4000 - 5000
Яблоки	250-300	2000	10	25-30	50000 - 60000

### Сравнительная стоимость удобрений

Биоудобрения не только эффективны, но и дешевы – при применении биоудобрений вместо минеральных удобрений, как видно из таблицы, фермер экономит 1 750 сомов с гектара удобряемой земли.

Таблица 23. Сравнение биоудобрений и других удобрений [4]

Удобрение	Норма внесения	Стоимость, сом/кг	Общая стоимость, сом/га
Минеральные удобрения	300 кг/га	8,50	2550
Овечий навоз	6000 кг/га	0,15	900
Биоудобрения	3000 кг/га	0,26	800

### Денежный эквивалент выгод применения биоудобрений

Выгоды от применения биоудобрений складываются из экономии средств на минеральных удобрениях, используемых ранее, и из увеличения урожайности сельскохозяйственных культур.

Пример 11. Хозяйство выращивает пшеницу на 100 га, используя минеральные удобрения и затрачивая 255 000 сомов в год. При использовании покупных биоудобрений хозяйство затратит 80 000 сом, экономя 175 000 сомов в год, а при переработке органических отходов на собственной установке – экономия составит 255 000 сомов в год. Увеличение урожайности на 10% принесет дополнительный доход, равный 112 500 сомам в год.

## СТОИМОСТЬ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Точный расчет стоимости сооружения и эксплуатации биогазовой установки необходим для расчета окупаемости установки, сравнения стоимости альтернативных моделей и сбора информации о предстоящих финансовых затратах.

Производственные показатели, стоимость и годовые выгоды от работы биогазовых установок, производимых ОФ «Флюид» ассоциации «Фермер», приводятся в таблице. Расчет выгод производился из расчета продажи биоудобрений по цене 260 сомов за тонну и цены биогаза – 2,8 сом за м<sup>3</sup>.

Таблица 24. Показатели фермерских биогазовых установок с газгольдером, механической подготовкой, пневматической загрузкой и перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе при работе в мезофильном температурном режиме

Показатели		Объем реакторов						
		5 м <sup>3</sup>	10 м <sup>3</sup>	15 м <sup>3</sup>	25 м <sup>3</sup>	50 м <sup>3</sup>	100 м <sup>3</sup>	250 м <sup>3</sup>
Удобрения	тонн в год	100	250	360	550	1200	2400	6000
	тонн в сутки	0,3	0,7	1	1,6	3,3	6,6	16,6
Биогаз	м <sup>3</sup> в год	5400	12600	18000	28800	59400	118800	298800
	м <sup>3</sup> в сутки	15	35	50	80	165	330	830
Стоимость БГУ	сомов	45000	65000	90000	110000	180000	300000	700000
Стоимость удобрений в год	сомов	26000	65000	93600	143000	312000	624000	1560000
Стоимость газа в год	сомов	15120	35280	50400	80640	166320	332640	836640
Выгоды в год	сомов	41120	100280	144000	223640	478320	956640	2396640
Срок окупаемости	месяцы	13	8	7,5	7,5	4,5	4	3,5

Анализ таблицы показывает, что самые маленькие установки (объем реактора до 5 м<sup>3</sup>) окупаются чуть более чем за один год, а установки с объемами реакторов более 10 м<sup>3</sup> окупаются за несколько месяцев работы.

#### Категории затрат

Существуют три главные категории затрат, связанные с внедрением биогазовых установок:

- стоимость строительства и материалов;
- стоимость эксплуатации и обслуживания;
- процентные выплаты, если под строительство биогазовой установки был взят кредит.

#### Стоимость строительства и материалов

Стоимость строительства включает все затраты, необходимые для возведения установки, например, стоимость земли, фундамента, подготовки и установки реактора, газовой системы, емкостей для хранения и смешивания сырья и удобрений, газгольдеров и оплату труда рабочих.

Стоимость строительства и материалов определяется следующими факторами:

- стоимостью покупки или аренды земли для биогазовой установки и емкостей для хранения биогаза и биоудобрений;
- моделью и размером биогазовой установки;
- количеством и ценой необходимых материалов;
- количеством трудодней и заработной платой обслуживающего персонала.

#### Средняя стоимость

Для грубого подсчета типичной стоимости простой биогазовой установки можно использовать следующие цифры: общая стоимость установки без стоимости земли составляет 115 - 220 долларов США на 1 м<sup>3</sup> реактора. 35 - 40% общей стоимости составляет стоимость металлического реактора.

Стоимость биогазовой установки на единицу объема реактора снижается с увеличением объема реактора. Но при строительстве большой установки для нескольких хозяйств необходимые затраты на газопровод увеличиваются, и стоимость установки на единицу объема реактора остается примерно одинаковой. Для условий Кыргызстана больше подходят установки с подогревом, и экономически более выгодно строить установки большего размера.

Индивидуальные цены рассчитываются для каждого проекта в отдельности на основе цен на материалы, наличия материалов и заработной платы.

## Текущие затраты

Текущие затраты на эксплуатацию и техническую поддержку установки состоят из стоимости материалов и работ для:

- приобретения (оплаты, сбора и транспортировки) сырья;
- стоимости воды для очистки фермы и разбавления сырья;
- заправки и работы биогазовой установки;
- наблюдения, осмотра и ремонта установки;
- хранения и внесения биоудобрений;
- распределения и использования биогаза.

Текущие затраты не менее важны, чем затраты на строительство установки, и обычно составляют не более 4% от начальной стоимости установки в год.

## Процентные выплаты по кредиту

Стоимость биогазовой установки зависит от процентных и основных выплат заемных финансовых средств на строительство установок. Процентные ставки в Кыргызстане колеблются от 17% до 40% годовых [27]. Необходимо также учитывать инфляцию.

## Эксплуатационный период установки

При подсчете амортизации нужно брать ожидаемый срок эксплуатации установки около 15 лет при регулярной технической поддержке и ремонте.

# ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДНОСТЬ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Для определения экономической выгоды от биогазовой установки и сравнения альтернативных проектов биогазовых установок нужно подсчитать срок окупаемости установки. Для определения срока, за который установка окупится, нужно разделить ее стоимость на ежегодные доходы от установки.

Пример 12. Стоимость фермерской биогазовой установки с объемом реактора 15 м<sup>3</sup> составляет 90 000 сомов (см. таблицу 24), а стоимость ежегодного дохода от ее работы, как мы подсчитали в примере, составляет только от увеличения урожайности и замены угля и электроэнергии на отопление и приготовление пищи на биогаз  $112\,500 + 7\,500 = 120\,000$  сом.

Получается, что биогазовая установка с реактором объемом 15 м<sup>3</sup> окупится за 0,75 года, то есть за 9 месяцев непрерывной работы.

## Кредитное финансирование

Хотя окупаемость биогазовой установки, работающей в мезофильном режиме, составляет менее чем год работы, большой проблемой для сельских жителей Кыргызстана является первоначальная сумма денег, необходимая для ее строительства.

Выходом может стать кредитное финансирование установки. Для подсчета окупаемости установки, финансируемой с помощью кредита на 12 месяцев под 20% годовых, мы подсчитываем общую сумму, которую придется выплатить за кредит в 90 000 сомов, которая равна 108 000 сомов. Теперь срок окупаемости установки составит примерно 10 месяцев.

## Теория и практика

Хотя, как видно из предыдущих примеров, окупаемость установок редко превышает год, нужно знать, что практические результаты могут отличаться от теоретических расчетов по многим причинам. Например, строительство и ввод в эксплуатацию установки может занять большее количество времени, установка может начать работу уже позже посевного периода, задерживая увеличение урожайности и связанные с этим доходы. Поэтому более рационально планирование окупаемости установки на 2 – 3 года в зависимости от доступных условий кредитования. В таких случаях, а также при работе установки в психофильном режиме, для экономических расчетов можно использовать метод минимальных ежегодных доходов.

## МЕТОД МИНИМАЛЬНЫХ ЕЖЕГОДНЫХ ДОХОДОВ

Метод ежегодных доходов заключается в определении дохода, который нужно получить от установки за каждый год ее эксплуатации для ее окупаемости за predetermined количество лет. Для применения метода ежегодных доходов, нужно определить следующие параметры:

- количество лет, за которое вы планируете окупить установку;
- годовые затраты;
- начальная стоимость установки;
- процентная ставка.

### Количество лет (Т)

Количество лет определяется исходя из сроков кредита или просто из ваших планов. Вы также можете сделать анализ окупаемости для нескольких вариантов и выбрать наиболее подходящий.

### Годовые затраты (З)

Годовые затраты состоят из затрат на:

- поддержку и ремонт;
- эксплуатацию установки;
- замены частей установки;
- стоимость инспекций и т.д.;
- присмотр за системой.

Большинство таких затрат можно определить только примерно. Обычно затраты на поддержку и ремонт не превышают 4% от общей стоимости установки в год. Стоимость эксплуатации установки зависит от ее типа и состоит из замены разных материалов, таких как чистящие средства, материалы для очищения биогаза, электричество, используемое для перемешивания сырья.

Стоимость инспекций возникает при эксплуатации емкостей под давлением и состоит из стоимости проверок и ежегодных подтверждений. Требуется учитывать стоимость замены частей установки, когда срок эксплуатации этих частей короче, чем срок эксплуатации установки в целом.

### Начальная стоимость установки (НС)

Общие инвестиции состоят из затрат на:

- реактор, включая систему перемешивания и подогрева;
- хранение газа и соблюдение безопасности;
- использование газа, включая интеграцию в существующие системы;
- связь между биогазовой системой и фермой, т.е. газовые трубы, трубы для стока навоза, изменение фермы, распределение и хранение биоудобрений и т.д.;
- планирование, руководство строительством, лицензии и т.д.

### Процентная ставка (ПС)

Подразумеваемая процентная ставка должна определяться для каждого случая. В любом случае эта ставка должна обязательно учитывать инфляцию. При использовании заемных средств это ставка, которую заемщик платит банку, плюс все остальные дополнительные выплаты. При использовании собственных средств это ставка, которую фермер мог бы получить при вкладывании денег в банк. При смешанном финансировании это должна быть некая средняя ставка.

В Кыргызстане процентная ставка для заемных средств колеблется от 17 до 40% годовых, а инфляция в 2005 году составила 5% годовых [27].

Пример 13. Расчет минимальных ежегодных доходов для установки, работающей в мезофильном режиме.

Фермер взял кредит на 3 года для строительства биогазовой установки с объемом реактора 15 м<sup>3</sup> с обогревом, автоматизированными системами перемешивания и заправки сырья. Такая установка стоит около 90 000 сомов. Процентная ставка по кредиту составляет 25% годовых с ежегодными выплатами.

Получаем: количество лет (Т) = 3 года,  
годовые затраты (З) = 4% от НС = 3 600 сомов,  
начальная стоимость установки (НС) = 90 000 сомов,  
процентная ставка (ПС) = 25% + 5% инфляция = 30% = 0,3.

Рассчитываем минимальный ежегодный доход  
$$ГД = НС * ( (ПС*(ПС + 1)^T) : ((ПС + 1)^T - 1) ) + З$$
$$= 90\ 000 * ( (0,3*(0,3 + 1)^3) : ((0,3 + 1)^3 - 1) ) + 3\ 600 =$$
$$= 90\ 000 * 0,55 + 3\ 600$$
$$= 53\ 100 \text{ сомов.}$$

Таким образом, фермер должен получать доходов не менее 53 100 сомов в год для того, чтобы оплатить 3-годовой кредит. Сможет ли он это сделать, определяет сумма годовых выгод.

### Годовые доходы (В)

Годовые выгоды состоят из всех выгод в денежной форме, которые приносит биогазовая установка. Доходы получают за счет:

- производства энергии. Конечно, нужно подсчитывать только чистое полученное количество энергии, то есть количество за вычетом энергии, используемой на поддержание установки. Также подсчитываются сэкономленные средства от использования биогаза вместо ранее используемых источников энергии;
- замены минеральных удобрений на биоудобрения и экономии от замены;
- замены соевого шрота, рыбной и костной муки на кормовую добавку из биоудобрения;
- увеличения урожайности за счет лучших качеств используемого биоудобрения.

### Продолжение примера

Выше мы уже подсчитывали годовые выгоды от биогазовой установки с объемом реактора 15 м<sup>3</sup>, они составляли 120 600 сомов. То есть фермер сможет оплатить кредит, даже если запуск установки задержится на 6 месяцев или установка будет работать в половину мощности, или только 6 месяцев в год.

### Годовая прибыль (ГП)

Если годовая прибыль положительна, то строительство установки может рассматриваться как выгодное в абсолютном смысле. Если она отрицательная, то строительство БГУ невыгодно.

Годовая прибыль рассчитывается как разница годовых выгод ГВ и минимального необходимого годового дохода ГД:  $ГП = ГВ - ГД$ . В нашем примере это:

$120\ 600 - 53\ 100 = 67\ 500$  сомов, строительство установки выгодно.

### Источники финансирования

Стоимость строительства и эксплуатации биогазовой установки часто превышает финансовые возможности хозяйств. Таким образом, сооружение установки требует дополнительного финансирования, которое может происходить из следующих источников:

- гранты и льготные кредиты от благотворительных организаций;
- средства из государственного бюджета;
- кредиты банков и других кредитных организаций;
- ресурсы хозяйства или общины, строящей биогазовую установку.

Все эти источники должны быть рассмотрены для каждого конкретного случая строительства установки.

### Грантовое финансирование

В Кыргызстане, как и во многих других развивающихся странах, действуют международные организации, выделяющие грантовые средства на достижение поставленных перед ними целей. Около половины биогазовых установок, построенных в Кыргызской Республике, частично финансировались ГЭФ/ПРООН. Список организаций, в которые может обратиться частный фермер или сообщество для получения помощи в строительстве биогазовой установки, приводится в Приложении В.

## Финансирование с помощью кредита

Финансирование с помощью кредитных средств поднимает вопрос об ответственности и условиях выплаты долга. Заемщик должен быть уверен в том, что сможет покрыть кредит, или должен иметь гарантии государства по выплате долга. Выделение кредита должно быть спланировано для совпадения с необходимостью финансирования. Время, на которое предоставляется кредит, также обычно намного короче жизни биогазовой установки, например 3 года сравнительно с 15-20 годами работы установки.

## Налогообложение [29]

Биогазовые установки могут использоваться с целью получения биогаза и удобрения для применения в собственном хозяйстве

- с использованием собственного сырья;
- с использованием собственного сырья плюс приобретенное сырьё;
- с использованием приобретенного сырья.

В этом случае деятельность по производству биогаза и биоудобрений не будет облагаться налогами.

## Налогооблагаемая деятельность

В случае, когда избыточно произведенный биогаз и биоудобрения реализуются на сторону, производятся специально для дальнейшей продажи (используя приобретенное или собственное сырьё), или в случае, когда на биогазовой установке производится переработка давальческого сырья с последующим возвратом продуктов переработки заказчику (оказание услуг), производитель будет иметь доход, облагаемый налогами.

Таблица 25. Категории налогоплательщиков

Индивидуальные предприниматели	Юридические лица
Осуществляющие свою деятельность по свидетельству в качестве крестьянского (фермерского) хозяйства	Осуществляющие свою деятельность в качестве крестьянского (фермерского) хозяйства
Осуществляющие свою деятельность по свидетельству, не являющихся крестьянским (фермерским) хозяйством	Не являющиеся крестьянским (фермерским) хозяйством
Субъекты малого предпринимательства	Субъекты малого предпринимательства

## Налоговые льготы

Для крестьянских (фермерских) хозяйств, продукция биогазовых установок не будет облагаться налогом на прибыль, если доля дохода от ее реализации будет составлять менее 25% от общего дохода.

Крестьянские (фермерские) хозяйства, являющиеся плательщиками земельного налога (хозяйства, право землепользования которых удостоверено государственным актом, свидетельством на право пользования участком или долей, или временным удостоверением) будут уплачивать только земельный налог вместо уплаты и подоходного и земельного налога в случае, если доля дохода от реализации сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки, составляет не менее 75% общего дохода.

Для остальных категорий налогоплательщиков, налогообложение производится в общем порядке, установленном Налоговым Кодексом Кыргызской Республики.

## МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Макроэкономический анализ рассматривает программу внедрения биогазовых технологий с точки зрения государственной экономики. Это значит, что государственная экономическая политика должна принимать во внимание эффект внедрения биогазовых технологий, влияющий на государственную экономику в целом.

## Экономический эффект биогазовых установок [8]

При оценке внедрения биогазовых технологий с точки зрения государства в целом нужно учитывать следующие эффекты:

- Переработка отходов на биогазовых установках улучшает санитарные и гигиенические условия жизни населения и уменьшает расходы на здравоохранение. Рассматривая эффект биогазовых технологий на энергетический сектор, нужно учитывать, что производство биогаза создает внешнюю экономию платежного баланса страны путем замены импорта ископаемых источников энергии в Кыргызскую Республику.
- Использование биоудобрений увеличивает продуктивность сельскохозяйственных земель.
- Использование биогаза снижает стоимость производства сельскохозяйственной продукции.
- Использование биогаза вместо традиционных источников энергии, таких как керосин и дрова, сохраняет экологический баланс и увеличивает собственную выгоду на величину стоимости сохраненных лесопосадок.
- Цены на энергию, производимую из биогаза, соперничают с ценами на энергию и топливо на рынке и являются стабильными, децентрализованными и независимыми от монополистических цен, существующих на рынке Кыргызстана.
- Выгоды от децентрализованного производства энергии обеспечиваются улучшением безопасности энергетической системы, уменьшением потерь в энергетической системе, уменьшением затрат на сооружение энергопроводящих путей и коммуникаций.
- Децентрализованные биогазовые системы в сельской местности увеличивают занятость населения и снижают разницу между доходами разных слоев населения и разных областей страны.
- Производство биогазовых установок, опирающееся на местные материалы и специалистов, увеличивает доходы в государственный бюджет и снижает безработицу.

На макроэкономическом уровне эти эффекты достаточно значительны и проявляют себя при широком распространении биогазовых технологий.

### Секторы влияния

Необходимо учитывать эффект внедрения биогазовых технологий в секторах: энергетики, сельского хозяйства, окружающей среды, здравоохранения, занятости.

## ЭНЕРГЕТИКА И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

### Энергия

Многие развивающиеся страны базируют свое энергопотребление на традиционных источниках энергии (древесина, растительные остатки, навоз, животная сила и ручной труд). Уровень использования энергии биомассы широко варьируется - от 5 % в Аргентине до более чем 90 % в таких странах, как Эфиопия, Танзания, Руанда, Судан и Непал.

При увеличении использования биогаза спрос на традиционные источники энергии будет падать. Следовательно, эффект от использования биогаза будет выражен ростом выгод для окружающей среды из-за меньшего количества потребления дров и сокращением незаконной вырубке лесов.

Замена коммерческих источников энергии, таких как нефть, уголь и природный газ, на биогаз воздействует на государственный бюджет. С одной стороны, эффект использования биогаза выражается в замене импорта энергоносителей и снижении платежей за их поставку. С другой стороны, снижается зависимость от импорта нефти, угля и газа, принося относительную стабильность экономике.

Макроэкономические выгоды от биогазовых установок обусловлены их эффективностью и надежностью и уменьшением затрат на инфраструктуру распределения и сети.

### Потребность в удобрениях

Для того чтобы пахотные и сенокосные земли Кыргызстана давали устойчивые урожаи, необходимо более 400 тыс. тонн различных минеральных удобрений в год. Закупить такие объемы удобрений ни государство, ни тем более фермеры Кыргызстана не могут из-за отсутствия финансовых ресурсов. Реально для удобрения используется лишь навоз.

В таблице 26 произведен расчет годового накопления навоза в Кыргызской Республике исходя из минимального количества навоза 85% влажности на одно животное и процентов накопления его в хозяйствах.

Таблица 26. Накопление навоза в Кыргызской Республике

Животные	Количество по республике <sup>26</sup>	Собираемый навоз (%)	Навоз на одно животное в сутки, кг	Навоз (тонн в сутки по республике)	Навоз (тонн в год по республике)
КРС	1 034 890	40	36	14 902,5	5 364 900
Свины	82 659	60	4	198,4	71 424
Птица	4 510 941	30	0,16	216,5	77 940
Итого:				15 317,4	5 514 264

Потребность республики в навозе как органическом удобрении при норме внесения 40 тонн на гектар, составляет 57 млн. тонн. Как видно из таблицы, имеющееся в республике поголовье скота и птицы обеспечивает накопление порядка 5,5 млн. тонн навоза в год. То есть потребность в органическом удобрении за счет навоза покрывается на сегодняшний момент лишь на 9,6%.

### Потенциал биоудобрений в Кыргызстане

Переработка тонны навоза на биогазовой установке дает одну тонну жидких органических удобрений, норма внесения которых – от 1 до 3 тонн на гектар. Переработка отходов животноводства в Кыргызстане позволит получить 5 514 264 тонны жидких удобрений и полностью удовлетворит потребности сельского хозяйства республики в удобрениях.

Одновременно с получением жидких удобрений в результате анаэробной переработки отходов животноводства будет получен биогаз для обеспечения бытовых энергетических нужд сельского населения и потребностей в моторном топливе. Общие выгоды, получаемые при переработке отходов животноводства, позволяют окупить стоимость их внедрения менее чем за год работы установок.

Применение биогазовых и энергосберегающих технологий в Кыргызстане обеспечит эффективный рост производства сельскохозяйственной продукции, улучшение жизненного уровня сельского населения и экологической ситуации в республике. Более того, использование биоудобрений снижает зависимость от внешних поставок минеральных удобрений и создает внешнюю экономию.

Таблица 27. Расчет показателей биогазовых установок для Кыргызской Республики

Показатели	Чуйская область	Кыргызская Республика без Чуйской области
Пахотная и сенокосная земля, га	300 000	1 430 700
Необходимое количество навоза для получения биоудобрений, тонн в год	954 000	4 549 626
Необходимый объем реакторов БГУ для переработки навоза в мезофильном режиме, м <sup>3</sup>	39 205	186 970
Средняя стоимость монтажа 1 м <sup>3</sup> реактора	\$120	
Общестроительные работы (около 25% стоимости БГУ) на 1 м <sup>3</sup> реактора	\$30	
Стоимость строительства БГУ	\$5 880 750	\$28 045 500
Количество вырабатываемых биоудобрений	900 000	4 292 100
Стоимость тонны получаемых биоудобрений	\$6	
Выгода от производства биоудобрений	\$5 400 000	\$25 752 600
Количество вырабатываемого биогаза в год, м <sup>3</sup>	45 000 000	227 480 000
Стоимость 1 м <sup>3</sup> биогаза	\$0,07	
Выгода от производства биогаза	\$3 150 000	\$15 923 600
Выгода от производства биогаза и удобрений в год	\$8 550 000	\$41 676 200
Окупаемость строительства биогазовых установок при работе в полную мощность	5,5 месяца	5,8 месяца

## ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Когда страна стоит перед проблемой уменьшения площади лесопосадок и деградации почв, биогазовые технологии могут предотвратить эти проблемы и полностью заменить потребность в дровах на биогаз в сельской местности. При ежедневной потребности на одного человека около 3 кг дров для их замещения необходимо 2,3 м<sup>3</sup> биогаза [8].

Хорошо функционирующие биогазовые установки могут полностью заменить потребление дров и угля биогазом. В макроэкономических оценках эффект применения биогазовых установок оценивается в гектарах сохраненного леса. Денежная выгода может быть подсчитана исходя из затрат на посадку и выращивание такой площади леса. Но такой простой подход не совсем верен, так как сельское население использует сначала только сухие ветки и деревья и только потом зеленые деревья, а эффект обезлесения проявляется медленно, и на определенных стадиях лес может самовосстанавливаться. В то же время искусственные посадки не восстанавливают биоразнообразия, присущего этой территории, и между обезлесением и высадкой деревьев часто проходит много времени, за которое осуществляются необратимые процессы эрозии, сокращаются фауна и флора. Уменьшение обезлесения и деградации земель является одним из главных аргументов для внедрения биогазовых технологий.

Отходы животноводства негативно влияют также на санитарную обстановку, загрязняя водные ресурсы. Навозные стоки являются благоприятной средой для жизнедеятельности различных микроорганизмов, в том числе и патогенных, а также отличаются высоким содержанием яиц гельминтов.

Уникальной особенностью применения биогазовых технологий является одновременное уменьшение необходимости использования дров и улучшение качества земель, существенно уменьшающее угрозу их деградации, а также снижение выбросов парниковых газов в атмосферу, предотвращающее изменение климата.

## ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Биогазовые установки обеспечивают утилизацию отходов и сточных вод и прямым образом улучшают санитарную и гигиеническую ситуацию в стране в целом и для индивидуальных фермеров в частности. При переработке сырья также исключается открытое хранение навоза и фекалий. Кроме того, во время переработки активно уничтожается патогенная микрофлора. Таким образом, применение биогазовых технологий увеличивает ожидаемую продолжительность жизни для населения, освобождает население от затрат на лекарственные средства и лечение кишечных заболеваний.

### Уменьшение патогенного влияния

Переработка животных и человеческих экскрементов в биогазовых системах явно улучшает санитарные условия для владельцев установок, их семей и общества в целом. Патогенные возможности сырья сильно уменьшаются при анаэробной переработке. Каждая новая установка избавляет от необходимости сооружения мусорных и туалетных ям. Прямое подключение туалетов к реакторам является особо выгодным с точки зрения гигиены и санитарного благополучия, а также избавляет от запаха.

### Уменьшение распространения болезней

Так как биоудобрения не привлекают мух и других паразитов, уменьшается распространение различных болезней людей и среди животных. Более того, уменьшаются глазные и респираторные болезни от сжигания сухого кизяка и дров [8].

### Желудочно-кишечные заболевания

Многие желудочно-кишечные заболевания распространяются патогенными микроорганизмами, содержащимися в фекальных массах. Заражение обеспечивается самими фермерами, распределяющими фекальные массы на полях. Анаэробная переработка человеческих, животных экскрементов и органических отходов обеспечивает их обеззараживание путем уничтожения большинства патогенных бактерий. Успешным является пример борьбы с шистосомозом и ленточными червями путем распространения биогазовых установок в Китае, где эти заболевания уменьшились соответственно на 99% и 13% от уровня до внедрения биогазовых установок [14].

### Экономический эффект снижения заболеваемости

Для пользователей биогазовых технологий положительное влияние на здоровье особенно ярко выражается за счет снижения задымления на кухнях. Эффект снижения желудочно-кишечных заболеваний становится заметен только при широком внедрении биогазовых установок.

### ЗАНЯТОСТЬ

При сооружении биогазовых установок создаются дополнительные рабочие места и возможности для создания коммерческих предприятий, так как увеличивается количество производимой энергии, развиваются сельские регионы страны, что способствует сокращению миграции и общему улучшению жизненных условий.

#### Рост местных производств

Сооружение биогазовой установки предоставляет кратковременную возможность занятости в работах по сооружению котлована, фундамента, строительства и прокладки трубопроводов. Эксплуатация установок требует долговременной занятости операторов и предоставляет возможности для квалифицированных рабочих по ремонту и обслуживанию биогазовых установок, распределению удобрений, сбору сырья. В Китае замечен бурный рост местных производств частей для биогазовых установок и материалов для них [8].

#### Миграция

Замечен эффект уменьшения миграции из сельских в городские районы благодаря созданию рабочих мест и улучшению жизненных условий в хозяйствах и сельских районах развивающихся стран, где были построены биогазовые установки [8].

### СОЦИАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА

Биогазовые технологии не только поддерживают государственную экономику и экологическую ситуацию в стране, но и предоставляет местному населению возможности для улучшения жизненных условий и благосостояния. Улучшаются санитарные условия и здоровье населения. Занятость, профессиональная квалификация и производство продовольствия для сельских жителей также улучшаются. Для сглаживания возникающих различий в доходах рекомендуется устанавливать биогазовые системы для общин и ассоциаций.

### ВНЕДРЕНИЕ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КЫРГЫЗСТАНЕ

Успешное широкомасштабное внедрение биогазовых технологий требует учета взаимного влияния существующих климатических, социальных, экономических и экологических условий, повышения общественной и политической осознанности, а также государственной поддержки.

#### Климатические условия

Биогазовые технологии принципиально применимы в большинстве климатических зон, но стоимость их внедрения увеличивается с понижением температуры окружающей среды, так как в таких случаях необходимы дополнительное обеспечение подогрева и изоляция биогазовой установки. Биогазовые системы без подогрева и изоляции не показывают удовлетворительных результатов при средних температурах воздуха ниже 15 °С.

Малое количество сезонных и годовых осадков приводит к расширению отгонного выпаса скота вместо стойлового содержания. Это снижает количество получаемого навоза, готового к переработке в биогазовых установках. С другой стороны, обильные осадки ведут к подъему уровней подземных вод, которые создают проблемы при сооружении и эксплуатации биогазовых установок.

Все природные особенности Кыргызстана – ландшафты, почвы, водные ресурсы, флора и фауна, а также социальные и экономические условия жизни и деятельности населения определяются горами. Особенности климата страны являются понижение атмосферного давления и температуры воздуха (в среднем на 0,6°С на 100 м) и увеличение осадков с увеличением высоты.

Средняя годовая температура в Кыргызстане ниже +15°С и биогазовые установки без подогрева и изоляции не смогут обеспечить хозяйства Кыргызстана биогазом и биоудобрениями

круглый год. Наиболее эффективно внедрение установок, в реакторе которых поддерживается мезофильная или термофильная температура. Установки с изоляцией реактора, но без подогрева, в которых процесс сбраживания происходит при температурах до 20°C, смогут обеспечить только производство малого количества биогаза. Температура в реакторе установок без подогрева и изоляции обычно на 1-2°C выше температуры земельного покрова и они будут работать только в теплое время года.

### Экономические условия

В Кыргызстане, где около 45% населения заняты в сельском хозяйстве и более 80% сельских жителей находятся за чертой бедности, очевидным препятствием крупномасштабного внедрения биогазовых технологий является отсутствие необходимых финансовых средств. Бедные слои общества не смогут себе позволить капиталовложения, необходимые для внедрения биогазовой установки, даже несмотря на быструю окупаемость и экономические выгоды, получаемые от биогазовой установки.

Попытки уменьшения стоимости сооружения биогазовой установки должны предприниматься параллельно с развитием кредитных и других финансовых систем, облегчающих доступ к средствам для внедрения биогазовых установок. Широкое распространение биогазовых установок обеспечивает выгоды не только владельцам установок, но и обществу в целом.

Макроэкономическая оценка выгоды внедрения биогазовых установок должна учитывать положительные эффекты на энергетический сектор, увеличение сельскохозяйственной продукции, снижение затрат на здравоохранение и экологию, увеличение занятости и замену импортируемых газа и удобрений на собственные.

### Социальные условия

Биогазовые технологии не только поддерживают государственную экономику и качество окружающей среды, но и предоставляет местному населению возможности для улучшения жизненных условий и благосостояния. Улучшаются санитарные условия и здоровье населения, а также качество продуктов питания, выращенных без химических препаратов. Благодаря уменьшению затрат на отопление поддерживаются школы, библиотеки, клубы. Занятость и профессиональная квалификация сельских жителей также улучшаются.

Биогазовые установки утилизируют отходы и сточные воды и прямым образом улучшают гигиеническую ситуацию для индивидуальных пользователей и общества в целом. При переработке сырья также исключается открытое хранение навоза и фекалий. Кроме того, во время переработки частично уничтожается патогенная микрофлора. Таким образом, биогазовые технологии увеличивают ожидаемую продолжительность жизни населения и сокращают затраты на лекарственные средства и лечение кишечных заболеваний, увеличивая работоспособность.

### Политические условия

Для Кыргызстана широкомасштабное производство биоудобрений и биогаза позволит снизить количества импортируемых ископаемого топлива и минеральных удобрений. Макроэкономически переработка органических отходов в биоудобрения для деградированных сельскохозяйственных земель страны и производство биогаза как источника энергии имеют первоочередную важность.

Учитывая существующие в стране экономические условия и выгоды внедрения биогазовых технологий в сельское хозяйство страны, финансовая поддержка правительства может рассматриваться как капиталовложение, направленное на уменьшение в будущем затрат на импорт нефтепродуктов и минеральных удобрений, расходов на здравоохранение и поддержание гигиены, а также расходов, связанных с деградацией природных ресурсов.

Примеры успешного широкомасштабного внедрения биогазовых установок в странах Америки, Европы и Азии путем предоставления субсидий, льготного финансирования для строительства и эксплуатации биогазовых установок, обучения фермеров, открытия сервисных центров позволяют рекомендовать принятие похожих мер в Кыргызской Республике.

### Общественная и политическая осознанность

Популяризация биогазовых технологий должна происходить параллельно строительству и внедрению биогазовых установок. Без осознания населением Кыргызстана целесообразности внедрения биогазовых технологий, выгод и ограничений их применения, не может быть и

речи о внедрении биогазовых технологий на уровне фермеров. В то же время, необходима осведомленность внутри правительства страны. Так как влияние и аспекты биогазовых технологий имеют отношение к самым разным правительственным структурам (например, сельское хозяйство, экология, энергетика, экономика), необходимо идентифицировать и включить все ответственные правительственные структуры, а также гражданский сектор в процесс распространения информации о биогазовых технологиях и повышения их статуса.

#### Государственная поддержка

Для обеспечения широкомасштабного распространения биогазовых технологий, позитивно влияющих на государственную экономику, государство может оказать следующую поддержку:

- Принять государственную программу по внедрению биогазовых технологий. Разработка такой программы, инициированная Ассоциацией «Фермер», уже ведется в Кыргызстане.
- Создать или изменить существующие структурные условия для привлечения фермеров и крестьян к строительству биогазовых установок. Например, принять законодательство о переработке и утилизации отходов, контроль за потреблением дров и вырубкой лесопосадок;
- Субсидировать сооружение частных или общинных биогазовых установок путем выдачи грантов или дешевых кредитов;
- Выделить средства на сооружение и эксплуатацию биогазовых установок на базе общественных и государственных и муниципальных предприятий.

### ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫГОДЫ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При анаэробной переработке животноводческих отходов достигается снижение выбросов парниковых газов, влияющих на климат. Использование биогаза уменьшает выбросы углекислого газа благодаря снижению потребления ископаемых видов топлива, таких как бензин, уголь, дрова. В то же самое время благодаря сбору и использованию биогаза за счет переработки навоза происходит уменьшение выбросов важнейшего парникового газа – метана.

#### Парниковый эффект

Парниковый эффект вызывается присутствием в атмосфере газов, которые позволяют солнечной коротковолновой радиации достигать земли, но, как парниковая пленка, задерживают инфракрасное излучение от нагретой земли. Благодаря природному парниковому эффекту средняя температура земли составляет 15°C, а не минус 18°C.

Увеличение присутствия в атмосфере парниковых газов, которые включают главным образом углекислый газ, метан и закись азота (веселящий газ), приводит к увеличению температуры земли, изменению климата. По оценке экспертов Всемирного банка, до 2050 года всемирное потепление увеличит уровень моря на 50 см, что вызовет затопление берегов, засоление грунтовых вод и потерю площади земли [13].

#### Снижение эмиссий углекислого газа

Биогазовые установки снижают потребление дров и уменьшают обезлесение, сокращают деградацию земель и следующие за ней природные катастрофы, такие как подтопление или опустынивание.

Использование 1 м<sup>3</sup> биогаза вместо 1,3 кг дров снижает выбросы углекислого газа на 2,6 кг. Снижение выбросов углекислого газа за счет замены использования бензина составляет около 1,6 кг на 1 м<sup>3</sup>.

#### Биогаз и глобальный углеродный цикл

Естественное образование биогаза является важной частью биохимического углеродного цикла планеты. Каждый год около 590–880 миллионов тонн метана выпускается в земную атмосферу посредством действия микробов. Около 90% эмиссий метана происходят через разложение биомассы, а остальная часть - за счет протекания природных процессов [24].

#### Снижение эмиссий метана

До сегодняшнего дня меры по снижению глобального потепления относились главным образом к уменьшению выбросов углекислого газа благодаря его высокой концентрации в атмосфере, но другие газы обладают намного более сильным парниковым эффектом.

Например, метан составляет только 20% содержания парниковых газов в атмосфере, но потенциал его влияния на климат в 23 раза выше, чем углекислого газа. Следовательно, снижение выбросов метана более эффективно для предотвращения изменения климата, чем снижение выбросов углекислого газа [28]. Снижение выбросов метана от переработки одной тонны навоза составляет около 90 килограммов эквивалента углекислого газа [13].

#### Источники эмиссий метана в сельском хозяйстве [8]

Количество эмиссий метана от сельского хозяйства составляет около 33 % глобальных выбросов метана, связанных с деятельностью человека. Животноводство ответственно за 16 %, выращивание риса - за 12 % и животноводческие отходы – за 5 % .

В то время как 16% глобальных выбросов метана, производимых при переваривании сырья жвачными животными (около 80 миллионов тонн в год), вряд ли могут быть уменьшены, эмиссии метана от животноводческих отходов могут быть собраны и использованы при помощи анаэробной переработки в биогазовых установках.

Точное количество эмиссий метана зависит от типа животных, их корма и систем хранения навоза. Например, в развитых странах эмиссии от молочных животных составляют 0,32 м<sup>3</sup> метана на килограмм сухих навозных веществ, а в развивающихся – только 0,25 м<sup>3</sup>.

#### Потенциал снижения выбросов метана с помощью биогазовых технологий

С помощью анаэробной переработки животноводческих отходов и использования метана для производства энергии можно добиться глобального снижения выбросов на 13,24 миллиона тонн метана в год. В целом это составляет около 4 % глобальных антропогенных выбросов метана.

#### Снижение эмиссий закиси азота в сельском хозяйстве

Относительный потенциал закиси азота (веселящего газа) для изменения климата в 320 раз больше потенциала углекислого газа. Производство веселящего газа – природный микробиологический процесс, происходящий во время нитрификации и денитрификации в почвах, сточных водах и системах утилизации отходов. Удобрение почв и специальные условия хранения могут снизить эмиссии веселящего газа в несколько раз. Исследования показывают, что выбросы веселящего газа могут быть уменьшены на 10 % при помощи анаэробной переработки жидких отходов. Это означает предотвращение выбросов 15,7 миллиона тонн эквивалента углекислого газа в год [8].

#### Потенциал снижения выбросов парниковых газов в Кыргызстане

При переработке 5 292 100 тонн навоза в год будет предотвращен выброс 214 605 000 м<sup>3</sup> метана в атмосферу, а снижение потребления ископаемых видов топлива при их замене на биогаз приведет к снижению эмиссий углекислого газа.

Широкое внедрение биогазовых технологий в индустриальный и сельскохозяйственный сектора экономики Кыргызстана плюс производство тепла и энергии для бытовых приборов позволит достигнуть эффективного и устойчивого снижения экологических нагрузок на окружающую среду.