

Европейский Союз – Кыргызстан: Дни устойчивой энергетики 2024

Лекции по устойчивой энергетике и студенческие дебаты
г. Бишкек, 24 октября 2024 года

Потенциал и практика использования энергии биомассы в КР

Татьяна Веденева

Центр развития возобновляемых источников энергии и энергоэффективности



ПОТЕНЦИАЛ БИОМАССЫ В КР



Funded by
the European Union

Методология включает оценку потенциала

Твердой биомассы

- Сельскохозяйственные остатки – **брикетирование;**
- Древесная биомасса – **производство пеллет;**
- Энергетические растения - **дрова и пеллеты**

Жидких биотоплив

- Масличные энергетические растения, некондиционные масла, растительных и животные жиры (отходы); жиры от убоя скота и птицы - **биодизель**
- Зерно кукурузы, побочные продукты производства кукурузы на зерно – **биоэтанол**

Биогаза

- Навоз
- Силос кукурузный
- Пожнивные остатки основных сельскохозяйственных культур
- Побочные продукты и отходы пищевой промышленности и производства напитков
- Осадки сточных вод городских очистных сооружений
- Органическая фракция твердых бытовых отходов

Данная методология предоставлена экспертом д.т.н. Георгием Гелетухой и применена для Кыргызской Республики Татьяной Веденовой



Источниками твердой биомассы являются разнообразные сельскохозяйственные остатки, различные виды древесной биомассы и энергетические растения при их выращивании на незадействованных с/х землях)

ТВЕРДАЯ БИОМАССА



Funded by
the European Union

Твердая биомасса

Сельскохозяйственные остатки

- **Первичные** – образованные в поле в процессе сбора урожая: солома, стебли/стержни кукурузы, стебли/корзинки подсолнечника и т.д.
- **Вторичные** (образованные на предприятии при переработке урожая): лузга подсолнечника, шелуха риса, гречихи и др.
- **Навоз скота** (рассмотрен в Биогазе)

Древесная биомасса

Топливная древесина, порубочные остатки, отходы деревообработки, сухостой, древесина из защитных лесополос, отходы обрезки и выкорчевывания многолетних с/х насаждений (сады, виноградники)

Энергетические растения -

культуры, специально выращиваемые для использования непосредственно в качестве топлива или для производства биотоплива, такие как ива, **тополь**, мискантус (для получения твердого биотоплива) и кукуруза на силос (для получения биогаза)

Сельскохозяйственные отходы

Для рассматриваемых культур, **оценка потенциала пожнивных остатков** (относятся к первичным с/х остаткам) **должна учитывать коэффициент отходов**, образующийся в процессе выращивания и обработки каждой культуры и долю общего объема таких отходов, которую можно использовать в энергетических целях

Коэффициент отходов – это отношение **сухой массы наземных остатков к массе урожая, собранного с полевой влажностью**, составляет для:

- пшеница (солома) – 1,0
- ячмень (солома) – 0,8
- рапс (солома) – 2,0
- кукуруза на зерно (стебли, стержни, листья, обертка) – 1,3
- подсолнечник (стебли, корзинки, сечка) – 1,9

Теоретический потенциал **лузги подсолнечника** (относится ко вторичным с/х остаткам) рассчитывается через валовой сбор подсолнечника (согласно статистическим данным) и коэффициент образования отхода (лузги) – 0,17. В экономическом потенциале для КР не были учтены объемы экспорта/импорта семян подсолнечника

Навоз скота рассматривается в разделе Биогаз, поскольку его объем пересчитывается в возможный объем получения биогаза

Возможные направления использования пожнивных остатков, %

Вид биомассы	Энергетические потребности			Другое ¹⁾	Поддержка и улучшение качества почвы				
	Производство энергии/твердых БТ	Сбраживание (биогаз)	Всего		Остается на поле ²⁾	Возвращается на поле с дигестатом от БГУ		Всего	
						По С орг.	По НРК	По С орг.	По НРК
						I	II	III (I+II)	IV
Солома зерновых колосовых	20	20	40	20	40	9	20	49	60
Стебли, стержни кукурузы	40	30	70	0	30	14	30	44	60
Стебли, корзинки подсолнечника	40	27	67	0	33	12	27	45	60
Солома сои	40	30	70	0	30	14	30	44	60
Солома рапса	40	30	70	0	30	14	30	44	60
Ботва сахарной свеклы	0	90	90	0	10	41	90	51	100

1) Корм/подстилка для скота, выращивание грибов, производство бумаги и т.д.

2) Сумма составляющих III (энергетика), IV (другое) и V (остается на поле) равна 100%

Древесная биомасса

Составляющие потенциала древесной биомассы	Подходы к оценке потенциала
Топливная древесина	Использованы данные вырубки плотных кубометров древесины из Окружающая среда в Кыргызской Республике, 2017-2021, Статистический сборник, таблица .7: Рубки ухода и выборочно-санитарные рубки леса, https://stat.kg/ru/publications/
Порубочные остатки	Не учитывались ввиду отсутствия объема заготовки круглого леса
Отходы деревообработки	Не учитывались ввиду отсутствия данных
Сухостой	Для оценки был взят объем <u>общего количества валежника</u> , Таблица 33 :Общее количество валежников по областям из результатов Национальной инвентаризации лесов №2 (НИЛ №2), предоставленной Кубаном Матраимовым, РЭЦЦА и экспертным допущением, что только 25% общего потенциала сухостоя является технически достижимым и экономически целесообразным для утилизации в течение 10 лет.
Древесина из защитных лесополос	Не учитывались ввиду отсутствия данных

Древесная биомасса

Составляющие потенциала древесной биомассы	Подходы к оценке потенциала
<p data-bbox="71 772 710 896">Отходы обрезки и выкорчевывания многолетних с/х насаждений</p>	<p data-bbox="731 548 2402 629">Оценка производится исходя из площади насаждений* и объемов образования отходов (т/га/год) **</p> <p data-bbox="731 658 2397 829">* Площадь садов, виноградников в плодоносном возрасте: использованы посевные площади плодовых культур из 1.05.02.06 Посевная площадь сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений по категориям хозяйств Кыргызской Республики, Нацстат КР</p> <p data-bbox="731 862 2466 943">РЭЦЦА приводит более оптимистичные цифры 76 680 га* садов + плантаций из ПКР № 253-р от 2021 года "О земельном балансе Кыргызстана"</p> <p data-bbox="731 972 2211 1058">** Обрезка плодовых деревьев: 2,5 т/га/год; обрезка виноградников: 3 т/га/год; выкорчевывание: старых садов: 30 т/га (в течение 5 лет)</p> <p data-bbox="731 1086 2257 1122">Таким образом, было принято, что сады будут производить 8,5 т/га/год отходов</p>

Энергетические растения

Энергетические растения – это культуры, специально выращиваемые для использования непосредственно в качестве топлива или для производства биотоплива

Энергетические растения включают иву, **тополь**, мискантус (для получения твердого биотоплива) и кукурузу на силос (для получения биогаза)

Показатели	Энергетические растения		
	Верба/ива	Мискантус	Тополь
Получение твердого биотоплива	Верба/ива	Мискантус	Тополь
Урожайность, т с. в. /га/год	12,0	12,0	9,5
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	18,0	17,0	18,5



- Жидкие биотоплива включают биодизель (из семян рапса как с/х культуры, из использованного пищевого масла (взято 21% общего объема по примеру Германии), из масличных энергетических растений, из некондиционных масел, растительных и животных жиров (отходы); из жиров от убоя скота и птицы (взято 50% общего объема);
- И биоэтанол (из зерна кукурузы (взято 10% урожая), из побочных продуктов производства кукурузы на зерно (взято 10% от общего объема образования для перспективного потенциала).

ЖИДКИЕ БИОТОПЛИВА

Жидкие биотоплива

Виды жидких биотоплив	Показатели – выход биотоплива из сырья	Энергетическая емкость, МДж/кг
Биодизель:		
из семян с/х рапса	315 кг/т	
из использованного пищевого масла	0,98 кг/л	32.6
из масличных энергорастений (II поколения) ¹⁾	0,96 л/л	
из некондиционных масел, растительных и животных жиров	0,76 т/т	
из жиров от забоя скота и птицы	0,90 т/т	32.6
Биоэтанол:		
из зерна с/х кукурузы	390 л/т	27
из мелассы	300 л/т	
из побочной продукции/отходов производства кукурузы на зерно (II поколения)	0,18 т/т	

1) В данной оценке биодизель этого вида считается биотопливом II поколения (то есть передовым), поскольку согласно Директиве ЕС RED II он не подпадает под ограничения в отношении жидких биотоплив, производимых из пищевых/кормовых культур. В оригинале (Директива ЕС RED II) используется термин “advanced”

Обоснование доли зерна кукурузы на биоэтанол

- Анализ и сопоставление данных о мировых объемах производства и переработки кукурузы, а также производстве биоэтанола из разных видов сырья, показывает, что в 2021 году около **13% урожая зерна кукурузы в мире было использовано для получения биоэтанола**
- Основываясь на этом, для Кыргызской Республики в оценке потенциала биомассы считаем целесообразным принять, что **10% урожая зерна кукурузы может перерабатываться в биоэтанол**
- Данную долю (10%) можно обосновать и с другой точки зрения. Использование 10% зерна кукурузы соответствует получению около 28,35 тыс. т (или 18,28 тыс. т н.э.) биоэтанола (по данным урожай кукурузы в КР на 2022 г.) и **полный объем биоэтанола может быть потреблен на внутреннем рынке КР при добавлении 5%-10% (об.) биоэтанола к бензину (потребление бензина в КР в 2021 г. – 590,9 тысяч тонн)**



Биогаз – смесь 55–75% метана, 25–45% углекислого газа и небольшого количества водорода, сероводорода и других газов, полученная в результате жизнедеятельности бактерий при разложении биомассы. Основной полезной составляющей данного биотоплива является метан, при сжигании которого выделяется 20–25 МДж энергии.

БИОГАЗ

Биогаз

- Отходы животноводства, в том числе навоз крупного рогатого скота, навоз свиней, помет птиц, навоз овец и коз, которые образуются при содержании животных на предприятиях.
- Пожнивные остатки основных сельскохозяйственных культур, в частности пшеницы, ячменя, кукурузы, подсолнечника, и сахарной свеклы.
- Побочные продукты и отходы пищевой промышленности и производства напитков.
- Осадки сточных вод городских очистных сооружений.
- Органическая фракция твердых бытовых отходов.

Тип навоза	Удельный выход, кг СОВ/голову/день	Часть, доступная для сбора техническими средствами, %	Удельный выход CH_4 , $\text{нм}^3\text{CH}_4/\text{кг СОВ}$
Навоз КРС	4,04	53	0,193
Навоз свиней	0,46	100	0,45
Помет птичий	0,0356	100	0,32
Навоз овец и коз	0,88	27	0,19

Биогаз

Тип пожнивных остатков	Теоретический удельный выход пожнивных остатков, т/т	Принятая доля для производства биогаза, % к теоретическому выходу	удельный выход CH ₄ , нм ³ CH ₄ /т
Пшеничная солома	1	20	230
Ржаная солома	1	20	230
Ячменная солома	0,8	20	230
Стебли кукурузы	1,3	30	140
Стебли подсолнечника	1,9	27	53
Соевая солома	1	30	191
Рапсовая солома	2	30	135
Ботва сахарной свеклы	0,45	90	38

Биогаз

Оценка потенциала производства биогаза из **побочных продуктов производства продовольствия и напитков** охватывает наиболее весомые отрасли, а именно: производство сахара, спирта, пива, подсолнечного масла, сыров, а также мукомольно-крупяное производство

Тип побочного продукта	Базисная единица для оценки выхода побочного продукта	Удельный выход побочного продукта на базисную единицу	Удельный выход CH ₄ из побочного продукта	Принятая доля использования на производство биогаза
		т COB	нм ³ CH ₄ /т COB	% к теоретическому выходу
Жом	1 т переработанной сахарной свеклы	0,0627	450	75
Меласса		0,0318	315	25
Барда	1 т спирта	0,960	360	75
Пивная крошка/дробленка	1000 л пива	0,0444	330	50
Лузга	1 т сырого подсолнечного масла	0,3290	125	25
Макуха (жом)		0,6683	200	25
Фуз масличный		0,0078	900	75
Соапсток		0,0535	700	75
Сыворотка	1 т произведенного сыра	0,2148	440	75

Биогаз

Оценка потенциала производства **биогаза из осадка сточных вод** включает только городские очистные сооружения. За основу взяты данные Нацстата КР о Водоснабжение питьевой водой и водоотведение в 2021 году

Принято, что **объем образования осадков сточных вод составляет 1% объема биологически очищенных сточных вод**, а **удельный выход CH_4 – 5,7 нм³ CH_4 /т сырого осадка**. Принимается, что объемный вес отходов хозяйственно-бытовых сточных вод при влажности их 82—83% равен 600 кг/м³

Для оценки потенциала производства **биогаза из твердых бытовых отходов** использованы данные Нацстата КР относительно количества ТБО, собранных в 2021 году

Принято, что **удельный выход CH_4 65,83 нм³ CH_4 /т необработанных ТБО**, а **общая доступность ТБО для производства биогаза** на основе механической биологической обработки составит **75%**

Потенциал биомассы в КР

Потенциал биомассы составляет около 0,8 млн т н.э./год, что эквивалентно 1,14 млн т.у.т., что эквивалентно **6,46%** от топливно-энергетического баланса КР в 2021 году (17,65 млн т.у.т.)

Вид биомассы / биотоплива	Теоретический потенциал производства	Потенциал, доступный для энергетики			
		Часть теоретического потенциала, %	ТДж/год	Млн т н.э./год	Млн т.у.т
ТВЕРДАЯ БИОМАССА	тысяч т/год	%	ТДж/год	Млн т н.э./год	Млн т.у.т
Сельскохозяйственные остатки:	1989.62	44.00	6027.28	0.14	0.21
Древесная биомасса:	18814.95	0.45	0.64	18814.95	0.45
ТВЕРДАЯ БИОМАССА, всего	6526.40	49.33	24842.23	0.59	0.85
ЖИДКИЕ БИОТОПЛИВА	тысяч тонн/год	%	ТДж/год	Млн т н.э./год	Млн т.у.т
Биодизель:	39.07	75.00	896.63	0.02	0.03
Биоэтанол:	732.60	10.00	765.49	0.02	0.03
ЖИДКИЕ БИОТОПЛИВА, всего	771.67	42.50	1662.12	0.04	0.06
БИОГАЗ	млн м ³ CH ₄ /год	%	ТДж/год	Млн т н.э./год	Млн т.у.т
БИОГАЗ, всего	313.34	64	6916.54	0.13	0.17
ВСЕГО			33420.88	0.80	1.14

Потенциал биомассы в КР

Вид биомассы / биотоплива	Теоретический потенциал производства	Потенциал, доступный для энергетики				
		Часть теоретического потенциала	Энергетическая емкость			
ТВЕРДАЯ БИОМАССА	тысяч т/год	%	МДж/кг	ТДж/год	Млн т н.э./год	Млн т.у.т
Сельскохозяйственные остатки:	1989.62	44.00	14.30	6027.28	0.14	0.21
солома пшеницы	592.50	20.00	14.30	1694.55	0.04	0.06
солома ячменя	431.68	20.00	8.00	1234.60	0.03	0.04
побочные продукты производства кукурузы на зерно (стебли, стержни)	952.38	40.00	6.00	3047.62	0.07	0.10
побочные продукты производства подсолнечника (стебли, корзинки)	11.99	40.00	20.26	28.78	0.00	0.00
лузга подсолнечника	1.07	100.00		21.73	0.00	0.00
Древесная биомасса:	4536.77	54.67	14.24	18814.95	0.45	0.64
топливная древесина, порубочные остатки, отходы деревообработки	0.64	95	15.5	8.66	0.00	0.00
сухой, 25% от общего количества, тонн по стране	4085.21	25	15	15830.20	0.38	0.54
отходы садов	450.92	44	18.5	2976.09	0.07	0.10
ТВЕРДАЯ БИОМАССА, всего	6526.40	49.33		24842.23	0.59	0.85

Потенциал биомассы в КР

Вид биомассы / биотоплива	Теоретический потенциал производства	Потенциал, доступный для энергетики						
		Часть теоретического потенциала	Выход биотоплива из сырья	Биотоплива, тысяч тонн в год	Энергетическая емкость			
ЖИДКИЕ БИОТОПЛИВА	тысяч тонн/год	%			МДж/кг	ТДж/год	Млн т н.э./год	Млн т.у.т
Биодизель:	39.07	75.00				896.63	0.02	0.03
из некондиционных масел, растительных и животных жиров	15.27	100.00	1.10	16.79	32.60	547.42	0.0131	0.02
из жиров от убоя скота и птицы	23.80	50.00	0.90	10.71	32.60	349.21	0.01	0.01
Биоэтанол:	732.60	10.00				765.49	0.02	0.03
из с/х кукурузы (10% урожая зерна) ⁸	732.60	10.00	0.39	28.35	27.00	765.49	0.02	0.03
ЖИДКИЕ БИОТОПЛИВА, всего	771.67	42.50				1662.12	0.04	0.06

Потенциал биомассы в КР

Вид биомассы / биотоплива	Теоретический потенциал производства	Потенциал, доступный для энергетики				
		Часть теоретического потенциала, %	Энергетическая емкость			
БИОГАЗ	млн м ³ CH ₄ /год	%		ТДж/год	Млн т н.э./год	Млн т.у.т
Биогаз из отходов животноводческих предприятий ⁸	123.93	80	35.90	3559.37	0.075	0.085
Биогаз из пожнивных остатков с/х культур ⁸	94.32	26	35.90	880.35	0.000	0.021
Биогаз из побочной продукции пищевой перерабатывающей промышленности	9.61	39	35.90	134.58	0.003	0.003
Биогаз из твердых бытовых отходов	80.94	75	35.90	2179.43	0.052	0.052
Биогаз из осадков сточных вод (коммунальные очистные сооружения)	4.53	100	35.90	162.80	0.004	0.004
БИОГАЗ, всего	313.34	64		6916.54	0.13	0.17
ВСЕГО				33420.88	0.80	1.14

Дополнительные меры

Потенциал биомассы, доступный для производства различных видов биотоплива и энергии, составляет около 0,8 млн т н.э./год, что эквивалентно 1,14 млн т.у.т., что эквивалентно **6,46% от топливно-энергетического баланса КР в 2021 году (17,65 млн т.у.т.)**

Однако, дополнительные меры, предполагающие **использование малопродуктивных земель для выращивания энергетических растений**, способны увеличить экономический потенциал биомассы Кыргызской Республики

В соответствии с Земельным кодексом КР, **площадь малопродуктивных сельскохозяйственных земель в Кыргызстане составляет около 500 тысяч гектар**, а урожайность - менее 0,8 ц/га, и они могут предоставляться в пользование для освоения и ведения сельскохозяйственного производства сроком до 20 лет после изменения целевого назначения земель. Учитывая низкую урожайность малопродуктивных земель, одним из оптимальных путей их использованием будет являться выращивание энергетических растений, таких как верба/ива, тополь, мискантус

При использовании 500 тысяч гектар, или 100% малопродуктивных земель, для выращивания тополя, прирост экономического потенциала КР составит 2,1 млн т н.э./год, что эквивалентно **3 млн т.у.т., и 17% от топливно-энергетического баланса КР в 2021 году**

Общий потенциал с дополнительными мерами составит 2,9 млн т н.э./год, что эквивалентно 4,14 млн т.у.т., и 23,45% от топливно-энергетического баланса КР в 2021 году

Потенциал биомассы в КР с дополнительными мерами

Вид биомассы / биотоплива	Теоретический потенциал производства	Потенциал, доступный для энергетики			
		Часть теоретического потенциала, %			
ТВЕРДАЯ БИОМАССА	тысяч т/год	%	ТДж/год	Млн т н.э./год	Млн т.у.т
Сельскохозяйственные остатки:	1989.62	44.00	6027.28	0.14	0.21
солома пшеницы	592.50	20.00	1694.55	0.04	0.06
солома ячменя	431.68	20.00	1234.60	0.03	0.04
побочные продукты производства кукурузы на зерно (стебли, стержни)	952.38	40.00	3047.62	0.07	0.10
побочные продукты производства подсолнечника (стебли, корзинки)	11.99	40.00	28.78	0.00	0.00
лузга подсолнечника	1.07	100.00	21.73	0.00	0.00
Древесная биомасса:	9286.77	66.00	106689.95	2.55	3.64
топливная древесина, порубочные остатки, отходы деревообработки	0.64	95	8.66	0.00	0.00
сухойстой, 25% от общего количества, тонн по стране	4085.21	25	15830.20	0.38	0.54
отходы садов	450.92	44	2976.09	0.07	0.10
Предположение: Энергетические растения (верба/ива, тополь, мискантус на 0,5 млн га)	4750	100	87875.00	2.10	3.00
ТВЕРДАЯ БИОМАССА, всего	11276.40	55.00	112717.23	2.69	3.85

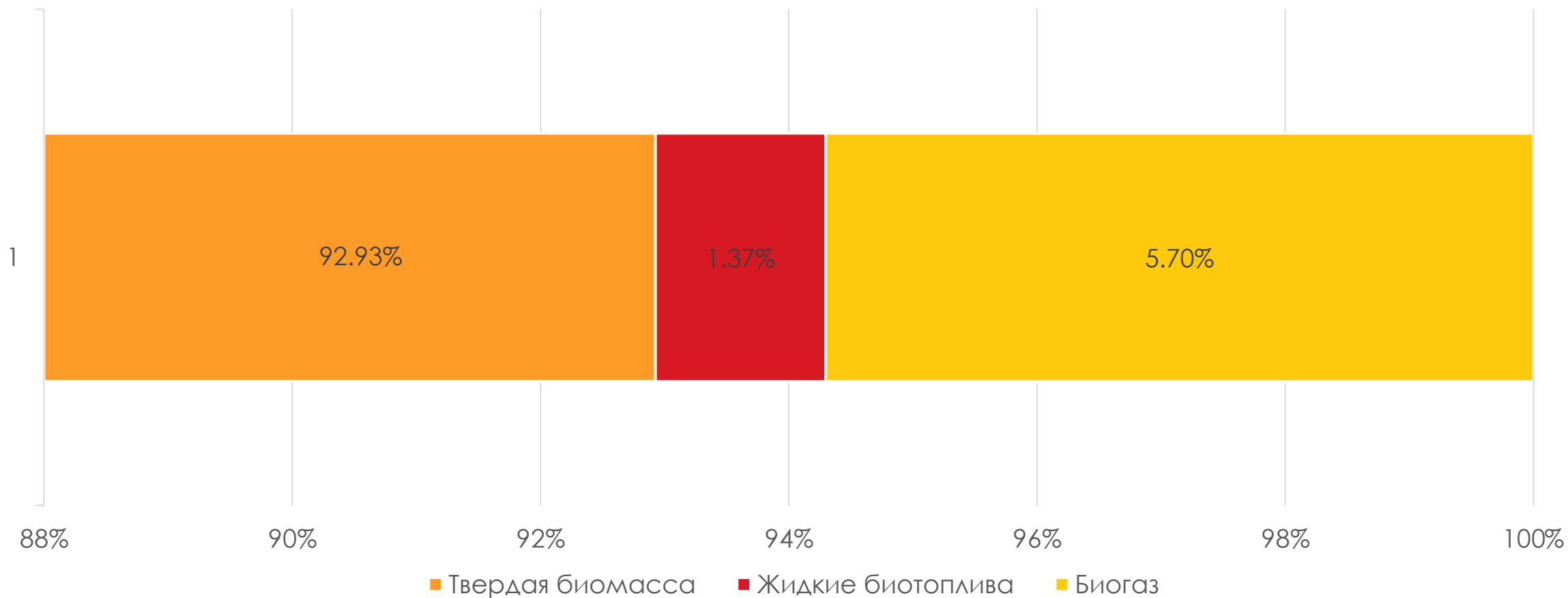
Потенциал биомассы в КР с дополнительными мерами

Потенциал с дополнительными мерами составит 2,9 млн т н.э./год, что эквивалентно 4,14 млн т.у.т., и **23,45%** от топливно-энергетического баланса КР в 2021 году (17,65 млн т.у.т.).

Вид биомассы / биотоплива	Теоретический потенциал производства	Потенциал, доступный для энергетики			
		Часть теоретического потенциала, %			
ТВЕРДАЯ БИОМАССА	тысяч т/год	%	ТДж/год	Млн т н.э./год	Млн т.у.т
Сельскохозяйственные остатки:	1989.62	44.00	6027.28	0.14	0.21
Древесная биомасса:	9286.77	66.00	106689.95	2.55	3.64
Предположение: Энергетические растения (верба/ива, тополь, мискантус на 0,5 млн га)	4750	100	87875.00	2.10	3.00
ТВЕРДАЯ БИОМАССА, всего	11276.40	55.00	112717.23	2.69	3.85
ЖИДКИЕ БИОТОПЛИВА	тысяч тонн/год	%	ТДж/год	Млн т н.э./год	Млн т.у.т
Биодизель:	39.07	75.00	896.63	0.02	0.03
Биоэтанол:	732.60	10.00	765.49	0.02	0.03
ЖИДКИЕ БИОТОПЛИВА, всего	771.67	42.50	1662.12	0.04	0.06
БИОГАЗ	млн м ³ CH ₄ /год	%	ТДж/год	Млн т н.э./год	Млн т.у.т
БИОГАЗ, всего	313.34	64	6916.54	0.13	0.17
ВСЕГО			121295.88	2.90	4.14

Составляющие энергетического потенциала биомассы в КР

Основные составляющие энергетического потенциала биомассы КР



Структура энергетического потенциала биомассы КР

Структура энергетического потенциала биомассы в КР
, млн т н.э. (2021 г.).



Таким образом, наиболее существенное наращивание потенциала биомассы в Кыргызстане возможно за счет дополнительной меры – выращивания тополя на 0,5 млн га малопродуктивных земель, (72,45% от общего потенциала), а также использования потенциала сухостоя (13,05% от общего потенциала)

Также необходимо обратить внимание на развитие биогазовых технологий для переработки животноводческих отходов (2,93% от общего потенциала) и ТБО (1,8% от общего потенциала) и использование побочных продуктов производства кукурузы на зерно (2,51% от общего потенциала)

Региональное распределение потенциала производства энергии из биомассы КР

Региональное распределение потенциала энергии из биомассы	Потенциал твердой биомассы из сельскохозяйственных остатков	Потенциал древесной биомассы	Потенциал жиров для производства биодизеля	Потенциал производства биоэтанола из	Потенциал отходов животноводческих предприятий	Потенциал ТБО	Общий потенциал
Территория	%	%	%	%	%	%	%
Кыргызская Республика	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Баткенская область	5.89%	5.60%	9.29%	8.60%	6.74%	1.86%	7.60%
Джалал-Абадская область	14.80%	27.54%	17.29%	26.26%	20.73%	8.21%	22.96%
Иссык-Кульская область	11.37%	21.31%	5.68%	0.00%	13.15%	3.33%	10.97%
Нарынская область	3.01%	19.80%	2.91%	0.03%	10.93%	4.44%	8.22%
Ошская область	17.56%	10.77%	24.67%	26.77%	18.19%	11.87%	21.97%
Таласская область	3.02%	4.29%	4.49%	3.44%	6.39%	1.28%	4.58%
Чуйская область	44.06%	10.53%	18.51%	34.36%	23.33%	6.92%	27.54%
г. Бишкек	0.00%	0.07%	9.61%	0.00%	0.12%	29.03%	7.77%
г. Ош	0.28%	0.08%	9.43%	0.56%	0.44%	33.05%	8.77%

Общая оценка областного распределения потенциала производства энергии из биомассы показывает, что Чуйская, Джалал-Абадская и Ошская области обладают наибольшим потенциалом - суммарно **72,77%**

На Иссык-Кульскую область, г. Ош и Нарынскую область приходится еще 27,96% потенциала биомассы. (Таблица 9)

Так как по потенциалу лидирует Чуйская область (27,54% общего потенциала), возможно, будет целесообразной апробация технологий, необходимых для производства энергии из биомассы в Чуйской области с последующим распространением в регионы

Брикетирование

Получать топливо из сельскохозяйственных остатков наиболее рационально путем **брикетирования**. Переработка соломы в брикеты и пеллеты решает проблемы хранения и транспортировки сырья, что делает солому универсальным топливом как с точки зрения методов сжигания, так и с точки зрения круга потребителей. Плотность брикетов, в том числе и из соломы достигает 1.4 кг / дм³.

Для анализа экономической выгоды брикетирования была взята как пример производственная линия Pini-Kay БЛ 800, производительностью 900-1200 кг\час, общей мощностью 170 кВт и стоимостью 71705 долларов США. При расчетах предполагается 10-летний срок службы оборудования и 10% ежегодная стоимость обслуживания, учтена стоимость перевозки оборудования, перевозки сырья из областей КР к месту производства в Чуйской области, аренды площадей, используемая электроэнергия, заработные платы, а также административные расходы в размере 10% и единый налог в размере 4%.

Согласно произведенным расчетам, стоимость производства **1 Гкал тепловой энергии** путем брикетирования сельскохозяйственных остатков составит **1638,2 сом.**



Производство пеллет

Для древесных остатков предпочтительным методом подготовки к использованию является **производство пеллет**. Пеллеты представляют собой цилиндрической формы прессованные отходы древесного производства. Теплотворная способность пеллет равна 5 кВт/час на один килограмм (4500 Ккал/кг). Сырьём для производства пеллет могут быть как деловая древесина, так и древесные отходы: кора, опилки, щепка и другие отходы лесозаготовки и лесопереработки. Для производства 1 тонны пеллет требуется примерно 5 - 7 м³ насыпных кубических метров опилок естественной влажности. Вода удаляется при сушке и сырьё теряет до 50% своего веса. Для производства качественных пеллет содержание коры должно быть не более 17%.

Для анализа экономической выгоды пеллетирования была взята как пример **производственная линия WRB-5 для производства пеллет**, производительностью 500 кг\час, общей мощностью 854 кВт и стоимостью 1 млн долларов США. При расчетах предполагается 10-летний срок службы оборудования и 10% ежегодная стоимость обслуживания, учтена стоимость перевозки оборудования, перевозки сырья из областей КР к месту производства в Чуйской области, аренды площадей, используемая электроэнергия, заработные платы, а также административные расходы в размере 10% и единый налог в размере 4%.

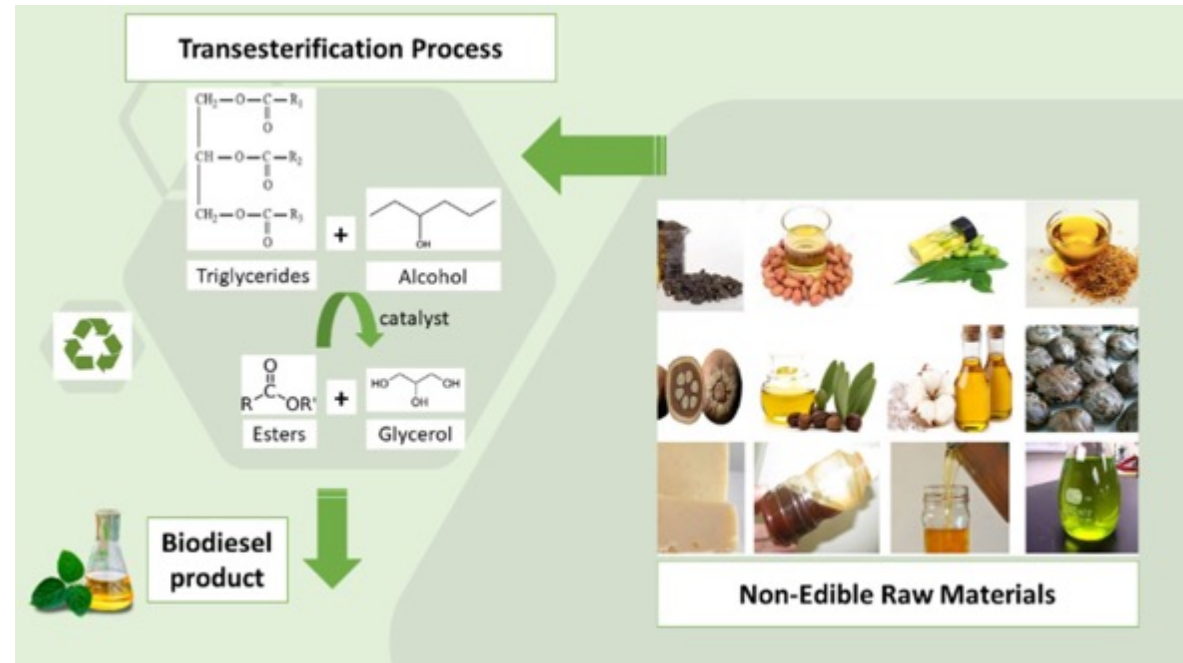
Согласно расчетам, стоимость производства **1 Гкал тепловой энергии** путем пеллетирования древесной биомассы равна **1119,19 сом**.



Биодизель

Биодизель (biodiesel) — это метиловый эфир, который получается в результате химической реакции из любых растительных масел и животных жиров. Биодизель может использоваться в обычных двигателях внутреннего сгорания, как самостоятельно, так и в смеси с обычным дизтопливом, без внесения изменений в конструкцию двигателя. Молекулы жира состоят триглицеридов — это соединения трехатомного спирта глицерина с тремя жирными кислотами. Для получения метилового эфира к 7 массовым единицам растительного масла добавляется одна массовая единица метанола (получается соотношение 7:1).

В результате химической реакции (**Переэтерификация**) образуется метиловый эфир, а также — глицерин (95%), который широко используется в фармацевтической и лакокрасочной промышленности. Полученный эфир отличается хорошей воспламеняемостью, обеспечиваемой высоким цетановым числом. **Если для минерального дизтоплива цетановое число 42-45, то цетановое число биодизеля (метиловый эфир) не менее 51.** Это позволяет использовать его в дизельных двигателях без прочих стимулирующих воспламенение веществ. Благодаря такому свойству метиловый эфир, получаемый из растительных масел и жиров, и был назван **биодизелем**.



Биодизель

Для анализа экономической выгоды производства биодизеля из использованного пищевого масла и жиров от убоя скота и птицы, было взято как пример [оборудование для производства биодизеля EXON-1000](#) компании Алькар, производительностью 24000 литров биодизеля/сутки, общей мощностью 57 кВт и стоимостью около 460 тысяч долларов США. При расчетах предполагается 10-летний срок службы оборудования и 10% ежегодная стоимость обслуживания, учтена стоимость перевозки оборудования, перевозки сырья из областей КР к месту производства в областях, аренды площадей, используемая электроэнергия, заработные платы, а также административные расходы в размере 10% и единый налог в размере 4%.

Согласно расчетам, стоимость производства **1 Гкал тепловой энергии** путем производства биодизеля равна **273,65 сом**, а **стоимость литра биодизеля составляет 2,13 сом**.

<https://alkargroup.com/ru/exon/models/>



Этанол

Этанол используется в качестве биотоплива из-за его экологических преимуществ и способности снижать потребление ископаемого топлива. Один из наиболее известных методов производства этанола — **из кукурузы из-за высокого содержания в ней крахмала**. Производство этанола из кукурузы включает в себя несколько этапов: помол кукурузы, при котором зерно измельчается для получения жидкой смеси (затора), осахаривание, при котором при ферменты преобразуют крахмал, присутствующий в заторе, в сбраживаемые сахара. После окончания осахаривания происходит ферментация, при которой дрожжи превращают сахар в этанол. Наконец, проводится дистилляция для очистки этанола и удаления примесей.

Для анализа экономической выгоды производства биоэтанола из кукурузы, было взято как пример цех по производству этанола [Jinan Keyu Equipment & Technology Co., Ltd.](#), производительностью 2 тысячи литров биоэтанола/сутки, общей мощностью 100 кВт и стоимостью около 416 тысяч долларов США. При расчетах предполагается 10-летний срок службы оборудования и 10% ежегодная стоимость обслуживания, учтена стоимость перевозки оборудования, перевозки сырья из областей КР к месту производства в Чуйской области, аренды площадей, используемая электроэнергия, заработные платы, а также административные расходы в размере 10% и единый налог в размере 4%.

Согласно расчетам, **стоимость производства 1 Гкал тепловой энергии** путем производства биоэтанола равна **6822,25 сом**, а **стоимость литра биоэтанола составляет 44 сом**.

Биогазовые технологии

Биогаз образуется в результате разложения анаэробными бактериями органических соединений и является смесью метана и углекислого газа. В качестве сырья для **производства биогаза** используются пищевые отходы, кормовые остатки, навоз свиней, КРС и птицы, отходы предприятий пищевой промышленности, остатки сельскохозяйственных культур, и многое другое, вплоть до опавших листьев и другого органического мусора. Кроме того, существуют технологии сбора биогаза из захоронений ТБО. В зависимости от используемого в процессе брожения сырья, процент метана в биогазе варьируется, что меняет его теплотворную способность.



Биогазовая установка ИП Жороев в Баткенской области КР, БГУ-50, ОФ «Флюид», 2020

Для получения биогаза измельченные и доведенные до нужной влажности органические отходы закладывают в емкость, называемую реактором, где они подвергаются процессу сбраживания метановыми анаэробными бактериями. Жизнедеятельность метановых бактерий требует соблюдения определенных условий: в реакторе необходимо поддерживать комфортную для них температуру и производить периодическое перемешивание сырья, способствуя распределению бактерий по всему пространству реактора.

Биогазовые технологии

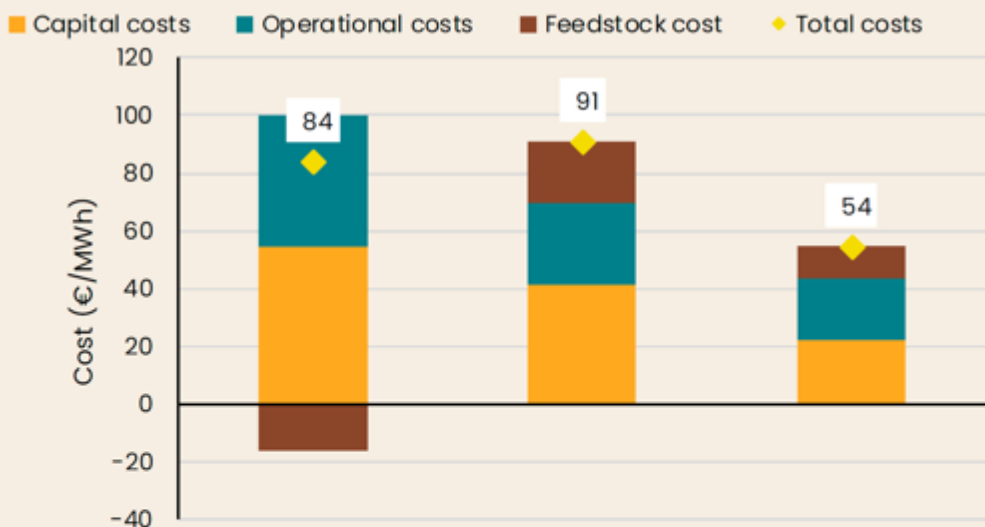
Для анализа экономической **выгодности производства биогаза из навоза сельскохозяйственных животных**, была взята в качестве примера биогазовая установка ОФ «Флюид», производителя базирующегося в Кыргызской Республике, с объемом реакторов 250 м³, производительностью 350 кубометров биогаза/сутки, общей мощностью 10 КВт и стоимостью 150 тысяч долларов США. При расчетах предполагается 30-летний срок службы оборудования и 10% ежегодная стоимость обслуживания, учтена стоимость перевозки оборудования в рамках района к местам производства, аренды площадей, используемая электроэнергия, заработные платы, а также административные расходы в размере 10% и единый налог в размере 4%. Процесс производство биогаза может включать различные степени очистки биогаза, а также производство электроэнергии, но в данном конкретном примере расчетов предполагается, что биогаз сжигается для получения тепловой энергии.

Согласно расчетам, стоимость производства **1 Гкал тепловой энергии** путем производства из биогаза **равна 9910,25 сом**, а стоимость м³ биогаза составляет **55,51 сом**.

Однако, необходимо понимать, что биогаз не является единственным продуктом анаэробной переработки органических отходов и его неправильно сравнивать с другими вариантами получения энергии только на базе стоимости биогаза или производимой из него тепловой энергии. Необходимо учитывать стоимость биоудобрений, имеющих особую важность в условиях низкой урожайности и деградации земель КР.

Стоимость производства биогаза и биометана на основе реальных отраслевых данных ЕС

Total cost of biomethane production and upgrading



Size Category	2	2	4
Biogas (m3/h)	500 - 1300	500 - 1300	>2000
Biomethane (m3/h)	300 - 780	300 - 780	>1200
Biomethane (MW)	3 - 8	3 - 8	>14
Submission types	All feedstocks	Excluding public feedstocks*	All feedstocks

*Public feedstocks are public waste streams which can be used as feedstocks but commonly require significant levels of pre-treatment, and thus come with no cost or a negative cost (gate fee)

В конце 2023 года Биометановое промышленное партнерство выпустило публикацию «Понимание текущей стоимости производства биометана на основе реальных отраслевых данных», в которой впервые были проанализированы опыт и затраты на производство биогаза/биометана. В рамках публикации были проанализированы данные 13 компаний, которые суммарно представляют собой около 10% общего производства биогаза/биометана в рамках Европейского союза.

В зависимости от размера производства, **стоимость производства МВтч отличалась практически в 2 раза, от 54 евро за 1 МВтч в больших производствах до 91 евро за 1 МВтч в более мелких производствах.**

Данные, полученные в рамках оценки экономической целесообразности биогазовых технологий в КР, соответствуют порядку оценок стоимости в отчете Биометанового промышленного партнерства и составляют **87.88 евро за 1 МВтч в мелком производстве**, без учета стоимости очищения биогаза и подачи его в существующую сеть природного газа.

Сравнение с существующими традиционными источниками энергии в КР

Метод производства энергии из биомассы	Стоимость производства 1 Гкал, сом	Сравнение с котельными, работающими на природном газе, сом/ Гкал	Стоимость 1 литра топлива	Сравнение со стоимостью дизельного топлива, сом/ литр	Сравнение со стоимостью бензина, сом/ литр
Брикетирование	1638.21	24.55%			
Пеллетирование	1119.19	16.77%			
Биодизель	273.65	4.10%	2.13	3.01%	
Биоэтанол	6822.25		44.00		63.60%
Биогаз	10071.05				
Стоимость традиционных видов топлива, сом/ед. топлива		6672.19		70.79	69.17

При сравнении стоимости различных видов энергии, получаемой из биомассы, с используемыми в Кыргызской Республике котельными на природном газе, а также со стоимостью топлива, можно сделать предварительный вывод о **выгодности производства брикетов и пеллет из твердой биомассы и биодизеля**. Наиболее выгодным экономически представляется **производство биодизеля, стоимость Гкал которого составляет всего 4,1% от стоимости производства Гкал из природного газа, а стоимость литра биодизеля составляет всего около 3% от стоимости традиционного дизельного топлива.**

В Кыргызской Республике до настоящего момента была внедрена только технология анаэробного сбраживания отходов для получения биогаза (биометана, 60-70% метана) и метанового эффлюента, или биоудобрения, являющийся высокоэффективными жидкими биоудобрениями

БИОГАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ



Funded by
the European Union

Биогазовые технологии в Кыргызской Республике

Основным игроком на рынке энергии из биомассы до настоящего момента являлся Общественный Фонд «Флюид», член Ассоциации «Фермер», который за время присутствия на рынке с 2002 года:

- разработал и запатентовал (патент КР №807 от 2 апреля 2004 года, патент КР 1424 от 9 декабря 2010 года и патент КР 1624 от 30 апреля 2014) собственную конструкцию биогазовых установок; разработал технические условия на биоэнергетические модули для анаэробного сбраживания навоза и национальный стандарт КР КМС на биоэнергетические модули;
- построил более 70 биогазовых установок с объемом реакторов от 5 до 360 м³ на базе крестьянских хозяйств Кыргызской Республики, Казахстана и Узбекистана, Северной Кореи и Хорватии.
- В настоящее время на территории КР насчитывается до 100 современных средних (емкость биореактора 20–150 м³) биогазовых установок (БГУ) и около 20-30 самодельных биогазовых установок (емкость биореакторов от 3 до 10 м³).



Биогаз

Состав биогаза:

- 60-70% метана
- 30-40% углекислого газа

Теплотворная способность:

20-25 МДЖ/м³, что эквивалентно сгоранию:

- 0,6 л бензина
- 1,7 кг дров

Использование:

- различные газовые приборы
- заправка автомашин
- газо-электрогенератор



Биоудобрения

Высокоэффективные

- содержат витамины группы В и легко усваиваемый азот
- повышают урожайность на **15% - 200%**
- норма : 5 - 7 т/га



Повышение урожайности

Ячмень с.
Теплоключе
нка –
повышение
урожайности
и снижение
сорняков



Funded by
the European Union

Снижение зараженности колорадским жуком

Колорадский
жук с. Саруу



Funded by
the European Union

Экспорт технологий - Северная Корея, 2012



Funded by
the European Union

Прием отходов в Бишкеке - БГУ-100, Бишкек



Биогазовые проекты, реализованные с 2018 года в КР

#	Название, Адрес	Объём биореактора	Контакты	Финансирование	Период запуска
1	Фермерское хозяйство: Ошская область, Узгенский район, Торт-Куль айылыный аймак, с. Шоро-Башат	36 м3	+996 559000104 Веденев Алексей Гаврилович, ОФ «Флюид» Ассоциации «Фермер»	ПРООН-Кыргызско-российский инвестиционный фонд	2018 январь
2	Фермерское хозяйство: Ошская область, Ноокатский район, Зулпуев айылыный аймак, с. Жатан,	25 м3	+996 777331607 Айдарбеков Зарипбек, ОШГУ	ПРООН- Кыргызско-российский инвестиционный фонд	2018 март
3	Фермерское хозяйство: Ошская область, Кара-Кульжинский район, Кызыл-Жар айылыный аймак, с. Кайың-Талаа	25 м3	+996 777331607 Айдарбеков Зарипбек, ОШГУ	ПРООН- Кыргызско-российский инвестиционный фонд	2018 май
4	Фермерское хозяйство: Чуйская область, Иссык-Атинский район, с. Нурманбет	60 м3	+996 559190606 Обозов Алайбек , КГТУ	ЕЭК ООН	2018 сентябрь
5	Акбарали Жороев, Индивидуальный предприниматель: Баткенская область, Кадамжайский район, Ак-Турпак айылыный аймак, Торговый центр Ак-Турпак, кафе «Техас»	50 м3	+996 559000104 Веденев Алексей Гаврилович, ОФ «Флюид» Ассоциации «Фермер»	ПРООН- Фонд международного развития ОПЕК (OFID), проект «Развитие малого и среднего бизнеса для доступа к энергии», Kyrseff, BAS EBRD	2020 май

Потенциал биомассы используется незначительно и проекты по установке БГУ были реализованы только из отходов в фермерских животноводческих хозяйствах, при грантовой поддержке ПРООН.

Так, по республике были установлены 4 БГУ в 2018 г. и одна установка в 2020 г.

Биогазовая установка в с. Шоро-Башат, объем реактора 36 м3, завершена ОФ «Флюид» Ассоциации «Фермер» в 2018 году

Реактор биогазовой установки в с. Шоро-Башат



Использование биогаза в с. Шоро-Башат



Заключение

За рассматриваемый период в Кыргызстане **не было реализовано проектов по использованию других видов биомассы** таких как: твердой биомассы- (солома пшеницы и ячменя, побочные продукты производства кукурузы на зерно, побочные продукты производства подсолнечника, лузга подсолнечника); древесной биомассы- (топливная древесина, порубочные остатки, отходы деревообработки, сухостой, отходы садов); а также жидкого биотоплива (биодизель, биоэтанол).

Отсутствие государственной поддержки производства энергии биомассы – за исключением упоминания таких технологий в стратегических документах и законе о ВИЭ, **привело к стагнации развития технологий и истощению ресурса технических энтузиастов**, развивавших биогазовые технологии в Кыргызской Республике с начала 2000-х годов.

Необходимо **обсуждение потенциала энергии биомассы наряду с другими вариантами обеспечения энергетического баланса в стране**, долгосрочное секторальное планирование и установка четких целевых показателей, доработка законодательных основ и обеспечение условий для возврата инвестиций.

Татьяна Веденева

Центр развития ВИЭ и
энергоэффективности

www.greenenergy.kg

talve@yandex.ru

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**



Funded by
the European Union