

*Проект по утилизации  
отходов животноводства  
для производства  
электрической и тепловой  
энергии*

Ермоленко Г. В.  
Цхомария В. Н.  
Каледина А. С.

За последние годы в РФ при постоянном росте цен на энергоносители, значительном повышении экологических требований по атмосфере, почвам, водоемам, а также возрастающем риске отключений и аварий в энергосистемах увеличивается интерес отечественных специалистов и сельскохозяйственных предприятий к выбору рациональных технологий по переработке и утилизации навоза животноводческих ферм и птицефабрик.

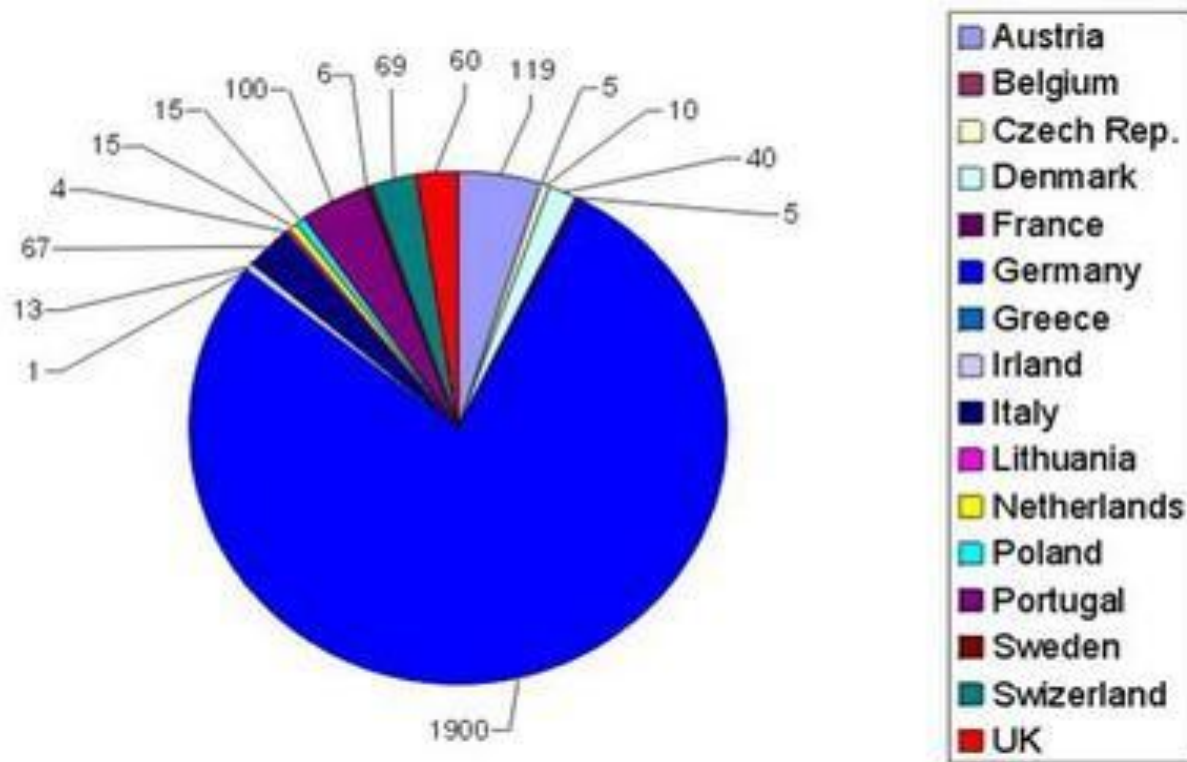


Применение технологии анаэробного сбраживания биоразлагаемых отходов позволяет решить следующие задачи:

- Внедрение комплексных природоохранных мероприятий по сокращению токсичных выбросов в атмосферу, почвенную и водную среду;
- Получение сельскохозяйственным предприятием прибыли за счет использования биогаза для выработки электрической и тепловой энергии, реализации органических удобрений со стабильными свойствами (отсутствие запаха и повторного загнивания);
- Повышение надежности и безопасности в энергосбережении животноводческих ферм и птицефабрик путем использования собственного возобновляемого источника энергии;
- Повышение плодородия почв и повышение урожаев с кормовых площадей сельскохозяйственных предприятий за счет внесения своих удобрений, являющихся источником не только биогенных элементов, но и гуминовых веществ.

Технология анаэробного метанового сбраживания в части обращения органических веществ позволяет создать систему замкнутого цикла: растениеводство - корма и пищевые продукты - отходы - анаэробная переработка - растениеводство. В такой схеме сельское хозяйство обеспечивается удобрениями и кормами, а производство при полезной утилизации метана - сырьем и энергией. При этом резко снижаются выбросы вредных веществ в окружающую среду. Снижается использование невозобновляемых природных ресурсов. Снижение выделения парниковых газов способствует выполнению требований Киотского протокола, принятом в РФ 14 ноября 2004 г.

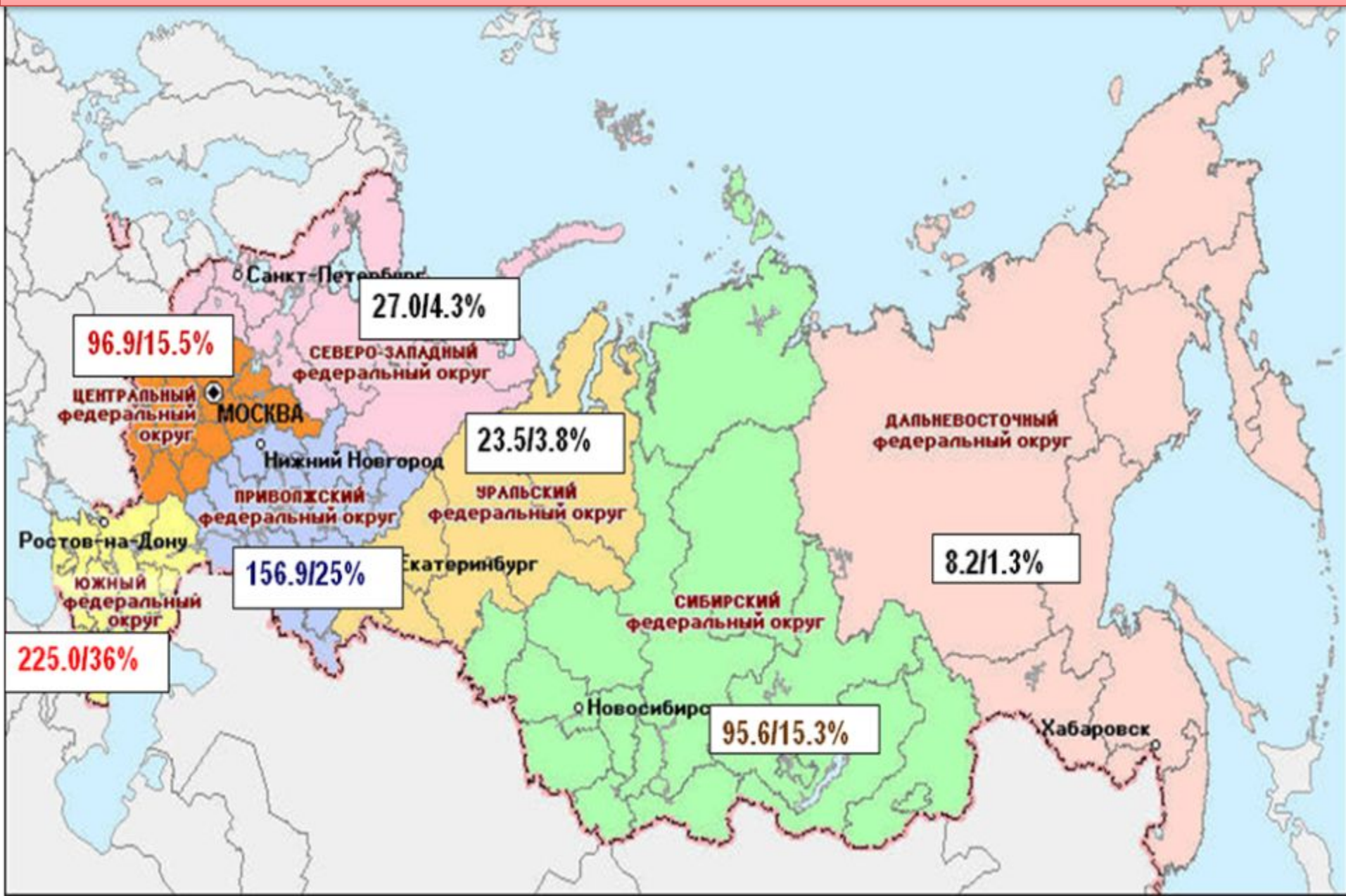
По данным «Ассоциации биогаза» (Германия) на настоящий момент в Европе имеется 2200 биогазовых установок на отходах сельскохозяйственных ферм



\*(Austria 119, Belgium 100, Czech Rep. 10, Denmark 40, France 5, Germany 1900, Greece 67, Irland 13, Italy 67, Lithuania 4, Netherlands 15, Poland 15, Portugal 100, Sweden 6, Swizerland 69, UK 60)

- В связи с предстоящим вступлением РФ в ВТО, утилизация навоза животноводческих предприятий и птицефабрик становится еще более актуальной. Европейское право (Директива 96/61/ЕЕВ) очень жестко ограничивает действие больших сельскохозяйственных предприятий. Эти ограничения введены с целью уменьшения выделения отходов с предприятий, расхода сырья и энергетических ресурсов, а также ограничения выброса опасных газов в атмосферу, снижения сбросов в водную и почвенную среду. Директива определяет не только нормы внесения опасных отходов, но и систему контроля.
- Руководствуясь требованиями регламента ЕС 1774/2002, отходы животноводства необходимо обрабатывать при повышенной температуре, поскольку термическая обработка исключает риск распространения патогенных микроорганизмов и одновременно повышает эффективность последующего сбраживания.

# Распределение суммарного количества органических отходов АПК по Федеральным округам РФ (млн. т)



Самая большая доля органических отходов приходится на Южный федеральный округ (225 млн. т/ 36%). Поэтому объектом наших исследований стал Краснодарский край. В таблице приведены данные о выходе экскрементов КРС по хозяйствам Ейского района.

АПК	Выход навоза, т/сутки
ООО "СПЭ"	71,1
ЗАО "Заводское"	27,6
АФ "Кухаревская"	44
СХП "Советское"	112,9
ООО "Кубань-СВ"	43
ООО "Камышеватский"	27,2
ЗАО "Ясенские зори"	57,8
ЗАО "Воронцовское"	44,8
АФ "Александровская"	10,3
ООО "Агро-Вита"	59,4
АФ "Приморская"	13,9
ЗАО "Родина"	127,1



В настоящий момент энергетическая компания «GRETA ENERGY RU» ведет переговоры с администрацией Ейского района о строительстве на базе данных хозяйств биогазовых установок. Для примера рассмотрим одно из этих хозяйств ЗАО «Родина».



**Организация переработки и утилизации навоза на базе хозяйства ЗАО «Родина» с выработкой из биогаза электрической энергии, тепла и одновременным получением органических удобрений**

*Цель проекта* – строительство на базе агрокомплекса ЗАО «Родина», расположенном в Ейском районе Краснодарского края, биогазовой энергоустановки с использованием отходов КРС и растительной биомассы.

Проект по строительству биогазовой установки направлен на реализацию «Энергетической стратегии России до 2020 года», которая определяет освоение ВИЭ в качестве приоритетного направления. Проект соответствует комплексному плану действий Российской Федерации по реализации

# Основные задачи проекта и пути их

Задачи	Пути достижения
Повышение надежности и безопасности энергоснабжения хозяйства	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ создание на территории хозяйства собственной биоэнергетической установки, работающей на собственном биогазе, выработанном из навоза;</li><li>✓ создание дополнительного источника тепла от теплообменников рекуперации тепла сброженного навоза в метантенках</li></ul>
Повышение экологической безопасности	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ по атмосфере - прекращение поступления биогаза (метана), продукта распада биоорганических отходов, а также прекращение расхода природного газа для выработки тепла;</li><li>✓ по земле (почве) - прекращение поступления необеззараженного навоза и других биоотходов;</li><li>✓ по воде - предотвращение попадания биогенных элементов в ливневые, грунтовые, весенне-паводковые и другие воды</li></ul>

Задачи	Пути достижения
Повышение экономической эффективности	<p>Получение прибыли:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ сокращение затрат на закупку от внешних электросетей электроэнергии;</li><li>✓ прекращение затрат на закупку природного газа;</li><li>✓ сокращение затрат на закупку минеральных удобрений и их частичная реализация другим хозяйствам;</li><li>✓ реализация сниженных выбросов парниковых газов, получаемых в результате осуществления проекта.</li></ul>

## Для расчетов использовались следующие данные:

- среднегодовое поголовье животных – 3486 голов
- суточное количество навоза – 127,1 т/сутки
- влажность навоза – 85% (механическая уборка)
- выход биогаза с 1 кг а. с. в. от 0,25 – 0,35 м<sup>3</sup> биогаза (60% CH<sub>4</sub> и 40% CO<sub>2</sub>)
- влажность силоса – 75%
- выход биогаза с 1 кг а. с. в. силоса от 0,4- 0,6 м<sup>3</sup> биогаза (60% CH<sub>4</sub> и 40% CO<sub>2</sub>)
- КПД преобразования энергии биогаза в тепловую энергию – 85%
- КПД преобразования энергии биогаза в электрическую энергию – 30%
- стоимость электроэнергии – 2 р. 50 коп. кВт\*час
- стоимость тепла – 320 руб. за 1 Гкал
- стоимость удобрений – 1000 руб. за 1 тонну

# Расчет выхода биогаза

1. Энергетические характеристики биореактора, работающего только на навозе.

Параметр	Значение		Ед. изм
	Мин	Макс	
Требуемый объем биореактора	2097,2		куб.м
<b>Биогаз</b>			
Объем вырабатываемого биогаза	4766,3	6672,8	куб.м/сутки
<b>Органические удобрения</b>			
Объем вырабатываемых органических удобрений	190,7		т/сутки
Объем вырабатываемых органических удобрений	69587,3		т/год
Влажность орг. удобрений	90,0%		%
<b>Электроэнергия</b>			
Часовой выход электрической энергии	343,3	480,7	КВт/час
Суточный выход электрической энергии	8240,2	11536,3	КВт/сутки
Годовой выход электрической энергии	3007,7	4210,7	МВт/год
<b>Тепловая энергия</b>			
Часовой выход тепловой энергии	0,839	1,174	Гкал/час
Суточный выход тепловой энергии	20,1	28,2	Гкал/сутки
Годовой выход тепловой энергии	7346,3	10284,9	Гкал/год
<b>Эквивалент моторного топлива</b>			
Суточный эквивалентный выход моторного топлива	2859,8	4003,7	л/сутки
Годовой эквивалентный выход моторного топлива	1043808,8	1461332,3	л/год
<b>Эквивалент природного газа</b>			
Суточный эквивалентный выход природного газа	2859,8	4003,7	куб.м/сутки

2. Энергетические характеристики биореактора работающего на навозе + 30% силоса.

Параметр	Значение		Ед. изм
	Мин	Макс	
Требуемый объем биореактора	3240,2		куб.м
<b>Биогаз</b>			
Объем вырабатываемого биогаза	8576,3	12387,8	куб.м/сутки
<b>Органические удобрения</b>			
Объем вырабатываемых органических удобрений	285,9		т/сутки
Объем вырабатываемых органических удобрений	104353,5		т/год
Влажность орг. удобрений	90,0%		%
<b>Электроэнергия</b>			
Часовой выход электрической энергии	617,8	892,4	КВт/час
Суточный выход электрической энергии	14827,2	21416,7	КВт/сутки
Годовой выход электрической энергии	5411,9	7817,1	МВт/год
<b>Тепловая энергия</b>			
Часовой выход тепловой энергии	1,509	2,180	Гкал/час
Суточный выход тепловой энергии	36,2	52,3	Гкал/сутки
Годовой выход тепловой энергии	13218,8	19093,5	Гкал/год
<b>Эквивалент моторного топлива</b>			
Суточный эквивалентный выход моторного топлива	5145,8	7432,7	л/сутки
Годовой эквивалентный выход моторного топлива	1878198,8	2712917,3	л/год
<b>Эквивалент природного газа</b>			
Суточный эквивалентный выход природного газа	5145,8	7432,7	куб.м/сутки
Годовой эквивалентный выход природного газа	1878198,8	2712917,3	куб.м/год

# Расчет стоимости биогазовой установки

Параметр	Значение	
	Мин	Макс
Стоимость технологического оборудования, тыс. руб.	<b>26736,0</b>	<b>28712,0</b>
Стоимость проектной и технологической документации (рабочий проект), тыс. руб.	<b>2138,9</b>	<b>2315,9</b>
Стоимость внедрения технологии, монтажа, пуско-наладочных работ, технологического надзора на время выхода реактора на рабочий режим, обучение персонала, тыс. руб.	<b>10766,4</b>	<b>2315,9</b>
Суммарная стоимость биогазовой системы, тыс. руб.	<b>39641,3</b>	<b>42679,4</b>
Стоимость когенерационной установки, тыс. руб.	<b>37000</b>	<b>37000</b>
Итого	<b>76641,3</b>	<b>79679,4</b>



# Предварительная экономическая оценка

Стоимость биогазовой установки, тыс. руб.	79679,4	
Годовые эксплуатационные затраты на вновь введенные сооружения		
Заработная плата 5 человек обслуживающего персонала по 85 тыс. руб. годового фонда ЗП, тыс. руб.	425	
Затраты на текущий ремонт в год в размере 1 % от общей стоимости оборудования, тыс. руб.	796,8	
Затраты на капитальный ремонт в размере 2,6% от общей стоимости, тыс. руб.	2071,7	
Итого затрат	3293,5	
Годовое сокращение затрат		
Используемое сырье	Навоз	Навоз +30% силос
Сокращение затрат на электроэнергию, тыс. руб.	7519,3	13529,8
Стоимость произведенных удобрений, тыс. руб.	69587,3	104353,5
Итого	77106,6	117883,3
<b>Годовой экономический эффект, тыс. руб.</b>	<b>73813,1</b>	<b>114589,8</b>
<b>Срок окупаемости, год</b>	<b>1</b>	<b>0,7</b>

# Финансирование проекта

Строительство биогазовой установки будет вести энергетическая компания «*GRETA ENERGY RU*». После окончания строительства фирма через лизинговую компанию сдаст готовое к работе оборудование хозяйству, на территории которого будет осуществляться строительство.

Схема финансирования:

- Заемные средства (кредит) – 90%      72000 тыс. руб.
- Бюджетное финансирование – 0 %      0 тыс. руб.
- Собственный капитал – 10%      8000 тыс. руб.

## Выводы

- Биогазовая установка обеспечит комбинированную выработку электрической и тепловой энергии для частичного покрытия соответствующих нагрузок ЗАО «Родина» (тепличное хозяйство, биолaborатория, административные корпуса). Помимо этого создание биогазовой установки даст возможность эффективно утилизировать биоотходы – навоз, скапливающийся в объеме 127, 1 т в сутки, с получением в виде побочного продукта экологически безопасных и высокоэффективных удобрений.
- Важным результатом проекта явится существенная экономия традиционного топлива. Предотвращение сжигания топлива,