Консультативные программы IFC в Европе и Центральной Азии
Программа по стимулированию инвестиций в ресурсоэффективность

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Возможности для Украины

При партнерстве

MINISTRY FOR FOREIGN AFFAIRS OF FINLAND

STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT ARBEIT UND VERKEHR | Freistaat SACHSEN

NL Agency Ministry of Foreign Affairs

International Finance Corporation
World Bank Group

Материал подготовлен Международной финансовой корпорацией (IFC, Группа Всемирного банка).

Мнения и выводы, содержащиеся в настоящем отчете, необязательно отражают мнения IFC, Совета директоров Всемирного банка или его исполнительных директоров. IFC не гарантирует точности опубликованных данных и не несет ответственности за последствия в случае их использования.
Отчет не содержит исчерпывающей информации по обсуждаемой теме и не может быть положен в основу коммерческих решений. Для получения экспертных консультаций по вопросам законодательства, пожалуйста, обращайтесь к независимым юристам.
Содержание этой публикации защищено авторскими правами. Копирование и/или передача данного отчета могут быть нарушением соответствующего закона.
Отчет распространяется на условиях, согласно которым он не будет продаваться, предоставляться взаймы, перепродаваться или иным образом распространяться на коммерческой основе без предварительного согласия IFC.

Все материалы, использованные при подготовке настоящего документа, являются собственностью IFC.
Задать вопросы по содержанию отчета, получить разрешение на воспроизведение его частей, а также заказать дополнительные экземпляры можно в IFC по адресу:

01010, г. Киев, Днепровский спуск, 1
Телефон: +380 44 4906400
Факс: +380 44 4906420
www.ifc.org/ukraine

Консультативные программы IFC в Европе и Центральной Азии

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА: ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ УКРАИНЫ

Киев
2013

Оглавление

Введение 3

1. Практика обращения с отходами агропромышленного комплекса Украины 8

2. Потенциал выработки энергии из отходов сельского хозяйства 9

2.1. Наиболее перспективные виды отходов сельского хозяйства Украины для производства энергии 10

2.1.1. Потенциал использования отходов растениеводства 10

2.1.2. Потенциал использования отходов животноводства 11

2.2. Технологии переработки отходов сельского хозяйства для производства энергии 13

2.2.1. Прямое сжигание отходов сельского хозяйства..... 14

2.2.2. Анаэробное сбраживание отходов сельского хозяйства..... 16

3. Потенциал неэнергетического использования отходов АПК 18

3.1. Наиболее перспективные виды отходов сельского хозяйства Украины для неэнергетического использования 19

3.1.1. Неэнергетическое использование соломы 20

3.1.2. Неэнергетическое использование органических отходов сахарной промышленности..... 21

3.1.3. Неэнергетическое использование органических отходов масложировой промышленности..... 23

4. Рекомендации руководителям предприятий АПК 25

Пояснительная записка 27

Введение

Исследование потенциала выработки энергии и неэнергетического использования отходов сельского хозяйства в Украине выполнено Международной финансовой корпорацией (IFC, Группа Всемирного банка) с целью оценить потенциал использования отходов на сельскохозяйственных предприятиях Украины, а также стимулировать интерес владельцев таких предприятий к реализации проектов по повышению ресурсоэффективности, производству энергии и других продуктов из образующихся отходов.

Благодарности

Исследование подготовлено экспертами IFC Александром Ларионовым и Вадимом Щербаковым в рамках Программы IFC по стимулированию инвестиций в ресурсоэффективность в Украине.

Авторы выражают признательность коллегам и экспертам IFC, оказавшим содействие и поддержку в процессе проведения исследования (в алфавитном порядке): Зубкову Артему, Кодряну Вадиму, Кузнецовой Марии, Невмываному Сергею, Некрасову Борису, Рязановой Надежде, Ташпулатовой Саджиде, Туриловой Кристине, Якименко Ольге.

Авторы благодарны партнерам по проведению исследования — экспертам Научно-технического центра «Биомасса» Гелетухе Георгию, Матвееву Юрию и Кучеруку Петру.

Финансирование Программы IFC по стимулированию инвестиций в ресурсоэффективность в Украине осуществляется при поддержке Свободного государства Саксония (Германия), Министерства иностранных дел Финляндии и Агентства по международному деловому сотрудничеству при Министерстве экономических дел Нидерландов.

Глоссарий[1]

Агропромышленный комплекс (АПК) — межотраслевой комплекс, объединяющий сельское хозяйство, отрасли, обеспечивающие сельское хозяйство средствами производства, и отрасли по переработке продукции сельского хозяйства.

Анаэробное сбраживание — процесс разложения органических веществ в анаэробных условиях с образованием метана и углекислого газа.

Биогаз — горючий газ, который образуется при разложении биологических материалов и представляет собой смесь, состоящую в основном из метана и углекислого газа.

Вторичные отходы — отходы и побочные продукты, образующиеся в результате технологических процессов превращения целевого сырья в пищевую продукцию.

Доступное количество отходов — разница между объемом образования и потенциально возможным потреблением отходов.

Доступное количество отходов по сухому веществу — доступное количество, умноженное на долю сухого вещества в общей массе отходов.

Капитальные затраты — расходы на закупку оборудования для проектов по переработке биомассы, получаемой в сельском хозяйстве, а также на проектные, монтажные и пусконаладочные работы.

Когенерационная станция — установка, преобразующая топливо в тепловую и электрическую энергию.

Неэнергетическое использование органических отходов АПК — прямое использование органических отходов АПК в сельском хозяйстве, или использование органических отходов АПК в качестве сырья для производства материалов.

Парниковые газы — газы (диоксид углерода, метан, водяной пар, озон, оксид азота, фреоны), которые задерживают солнечное тепло в атмосфере планеты, вызывая парниковый эффект, способный спровоцировать глобальное потепление.

Первичные отходы — побочные продукты выращивания первичной продукции сельского хозяйства вне зависимости от места их образования, некондиционная часть первичной продукции сельского хозяйства, образующаяся при сборе и хранении урожая, а также продукты метаболизма животных.

Прямое использование органических отходов АПК — использование органических отходов АПК в сельском хозяйстве в виде удобрений для улучшения качества почв, подстилки и корма для животных/птицы.

---

[1] Источник: данные Научно-технического центра (НТЦ) «Биомасса»; Научно-технический энциклопедический словарь http://enc-dic.info/sciencetech/; Большой энциклопедический словарь http://enc-dic.info/enc_big/; Экономический глоссарий Всемирного банка www.worldbank.org

Сельское хозяйство — отрасль в составе АПК, состоящая из растениеводства и животноводства.

Теплотворная способность отходов — количество тепла, выделяемое на 1 т отходов при выработке из них тепловой и электрической энергии (МДж/т).

Тонна условного топлива — единица измерения энергии, равная 2,93•1010 Дж. Определяется как количество энергии, выделяющееся при сгорании 1 т топлива с теплотворной способностью 7000 ккал/кг.

Установленная мощность — сумма номинальных мощностей оборудования одного вида (генераторов, котлов, трансформаторов), входящих в состав промышленного предприятия, выражаемая в единицах мощности (кВт).

Эксплуатационные затраты — расходы при эксплуатации оборудования для переработки биомассы, получаемой в сельском хозяйстве, включая заработную плату обслуживающего персонала и затраты на техническое обслуживание оборудования.

Энергетическое использование органических отходов АПК — использование органических отходов для получения электрической и тепловой энергии.

Список условных обозначений и сокращений

АПК — агропромышленный комплекс

КРС — крупный рогатый скот

ЭЭ — электрическая энергия

ТЭЦ — теплоэлектроцентраль

КГУ — когенерационная установка

ПППР — промышленность по переработке продукции растениеводства

ПППЖ — промышленность по переработке продукции животноводства

IFC — International Finance Corporation (Международная финансовая корпорация)

CAPEX — capital expenditures (капитальные затраты)

СВ — сухое вещество

грн — украинская гривна

€ — евро

ЗТ — зеленый тариф

НТЦ — научно-технический центр

млн — миллион

млрд — миллиард

МДж/т — мегаджоуль на тонну

МВтэл — мегаватт электрической энергии

МВттепл — мегаватт тепловой энергии

кВт•ч — киловатт-час

МВт•ч — мегаватт-час

ТВт•ч — тераватт-час

т — тонна

т у. т. — тонна условного топлива

Гкал — гигакалория

кг — килограмм

CO2e — эквивалент двуокиси углерода (углекислого газа)

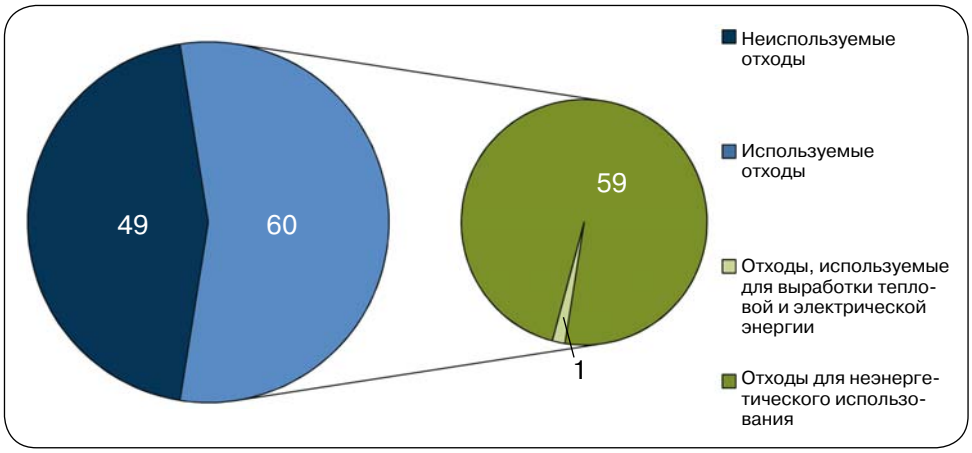
1 Практика обращения с отходами агропромышленного комплекса Украины

Если неиспользуемый объем отходов направить на выработку электроэнергии, за счет нее можно будет обеспечивать потребности Украины в электричестве на протяжении одного месяца.

Отходы агропромышленного комплекса — привлекательное сырье для получения тепловой и электрической энергии, прямого использования в сельском хозяйстве, а также производства материалов.

Ежегодно в АПК Украины образуется 109 млн т отходов[2], из которых 49 млн т неэффективно утилизируются или захораниваются, а 60 млн т используются с целью дальнейшей переработки[3]. Только 1 млн т из перерабатываемых отходов идет на получение тепловой и электрической энергии (ЭЭ), а оставшиеся 59 млн т используются в качестве удобрения для улучшения качества почв, подстилки в хлевах/стойлах и корма для животных/птицы. Из 49 млн т неиспользуемых отходов почти 20 млн т может быть направлено на реализацию экономически окупаемых проектов по выработке энергии.

Рис. 1. Использование отходов АПК в Украине, 2010 год, млн т



[2] Солома зерновых, кукурузные початки и стебли, корзинки подсолнечника, навоз крупного рогатого скота (КРС), навоз свиней, птичий помет, отходы пищевой промышленности и другие виды отходов.
[3] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.

2 Потенциал выработки энергии из отходов сельского хозяйства

Потенциал экономически окупаемых проектов по выработке энергии из отходов сельского хозяйства в Украине равен 25% ее годового промышленного энергопотребления. Общая сумма инвестиций в соответствующие проекты составит более €2 млрд.

В проекты по выработке тепловой и электрической энергии из 20 млн т доступных отходов, окупаемость которых не превышает 5 лет, потребуется инвестировать более €2 млрд. В результате переработки такого количества отходов может быть произведено энергии в размере до 9 млн т у. т. (73 ТВтч) в год, что составляет 25% от годового промышленного энергопотребления Украины.

Энергия, полученная вследствие реализации коммерчески эффективных проектов по переработке доступных отходов, позволит снизить потребность Украины в импорте природного газа на 8 млрд м^3 в год (25% от импортируемого из России природного газа в 2012 году). Экономия от сокращения импорта может составить около 28 млрд грн.

Проекты по сжиганию сухих отходов сельского хозяйства и получению тепловой и электрической энергии потребуют инвестиций в размере от €10 000 до €39 000 на 1 т используемых отходов в сутки (в зависимости от технологии и оборудования). Срок окупаемости подобных проектов в Украине в среднем составляет от 1 года до 5 лет.

Влажные отходы технологически целесообразно сбраживать в реакторах с последующим получением биогаза. Проекты по анаэробному сбраживанию, получению биогаза и последующей выработке энергии требуют затрат от €5000 до €23 000 на 1 т используемых отходов в сутки при сроке окупаемости от 6 до 14 лет. Использование зеленого тарифа (ЗТ) при продаже электрической энергии, получаемой из биогаза, сократит срок окупаемости до 4–8 лет.

Кроме того, подобные проекты оказывают положительное воздействие на окружающую среду за счет замещения выработки энергии из углеродного топлива и, как следствие, снижения выбросов CO2. Так, при замещении энергии, выработанной из 8 млрд м^3 природного газа, энергией, получаемой из отходов сельского хозяйства, сокращение выбросов парниковых газов составит около 15,8 млн т CO2e в год. Данный показатель соответствует 8% общих выбросов диоксида углерода в Украине в 2012 году[4].

2.1. Наиболее перспективные виды отходов сельского хозяйства Украины для производства энергии

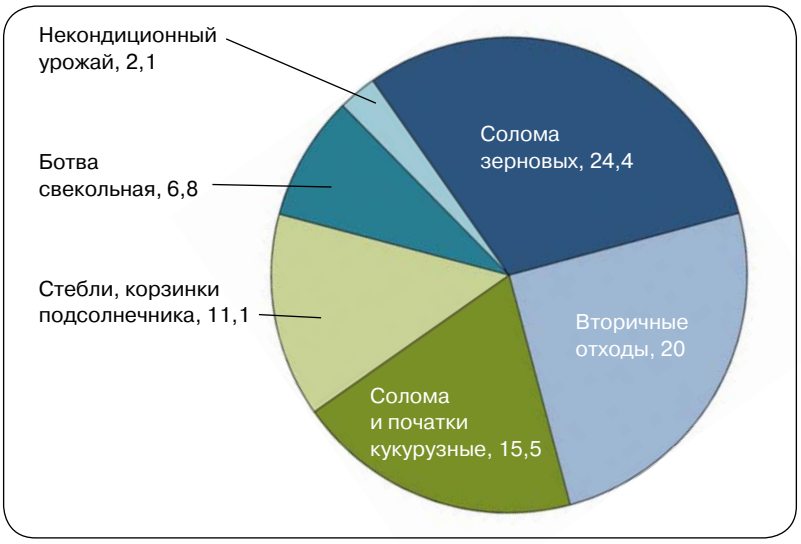
Значительную часть отходов АПК (более 80%) составляют отходы сельского хозяйства, то есть растениеводства и животноводства. Некоторые виды сельскохозяйственных отходов (солома колосовых, навоз КРС, свиной навоз, птичий помет) целесообразно перерабатывать для получения тепловой и электрической энергии.

2.1.1. Потенциал использования отходов растениеводства

В 2010 году общий объем выращенных в растениеводстве культур (зерновые, технические, кормовые и овощные) составил 59 млн т.

В растениеводстве и промышленности по переработке продукции растениеводства (ПППР) ежегодно образуется около 80 млн т отходов. Из них 60 млн т — первичные отходы, образующиеся после сбора урожая, и 20 млн т — вторичные отходы, получаемые в результате технологических процессов превращения целевого сырья в пищевую продукцию.

Рис. 2. Структура образования отходов растениеводства и ПППР Украины, 2010 год, млн т



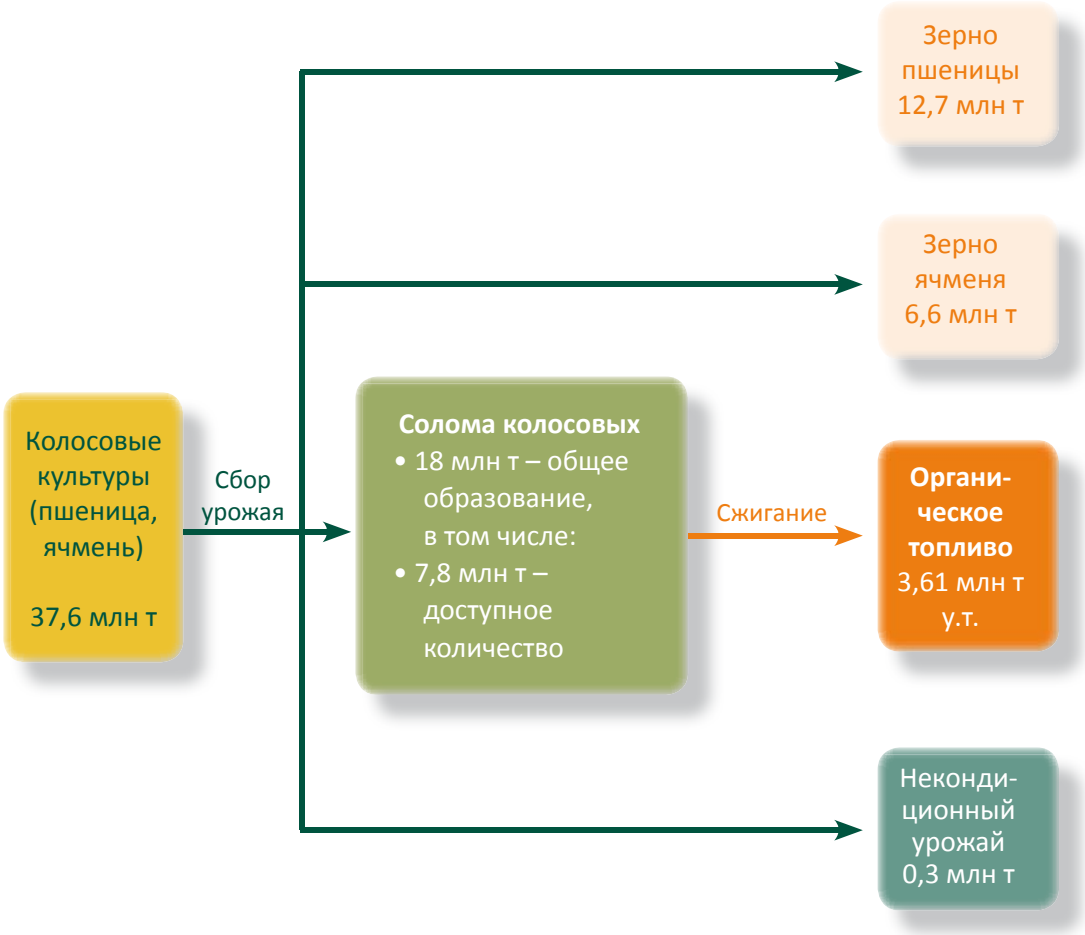
[4] По данным International Energy Agency, 2012.

Солома зерновых является крупнейшей фракцией первичных отходов растениеводства — 24 млн т. Из них 18 млн т приходится на первичные отходы колосовых культур (пшеница и ячмень), что составляет 23% отходов растениеводства), из которых целесообразна выработка энергии.

Солома колосовых представляет собой один из наиболее актуальных видов сырья для выработки энергии путем сжигания в силу следующих факторов:

- большое количество (18 млн т);
- высокий показатель доступного количества (7,8 млн т);
- высокая теплотворная способность при сжигании (12 000–16 000 МДж/т)[5].

Рис. 3. Потенциал получения органического топлива из первичных отходов зерновых культур в Украине, 2010 год



[5] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.

2.1.2. Потенциал использования отходов животноводства

В 2010 году общее поголовье животных (рогатый скот, лошади, свиньи, птица, кроли) на предприятиях Украины составило более 116 млн голов.

Ежегодно в животноводстве и промышленности по переработке продукции животноводства (ПППЖ) Украины образуется до 29 млн т отходов. Из них первичные отходы (навоз и помет) составляют 28,5 млн т — это 98% всей массы отходов животноводства.

Рис. 4. Структура образования отходов животноводства и ПППЖ в Украине, 2010 год, млн т

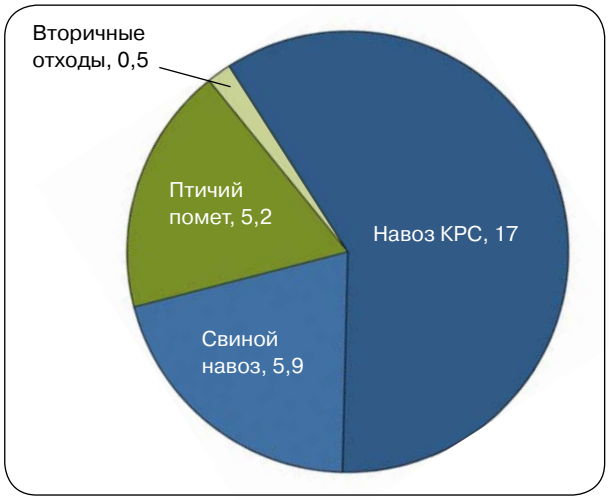
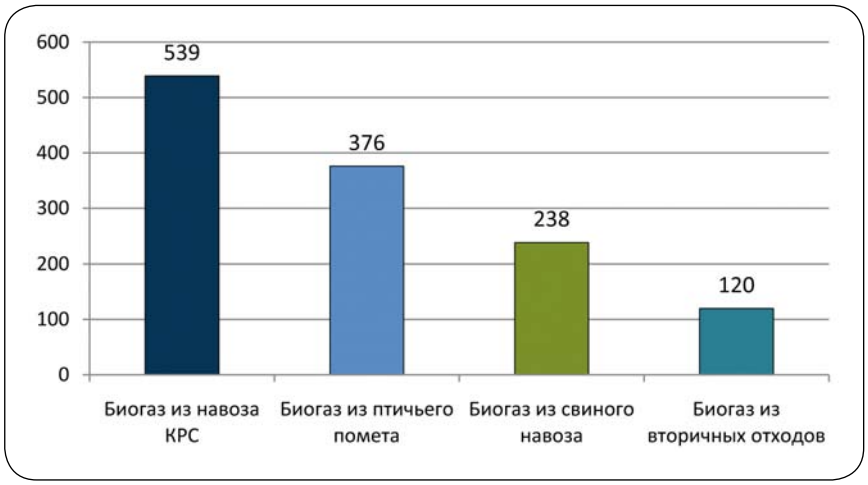


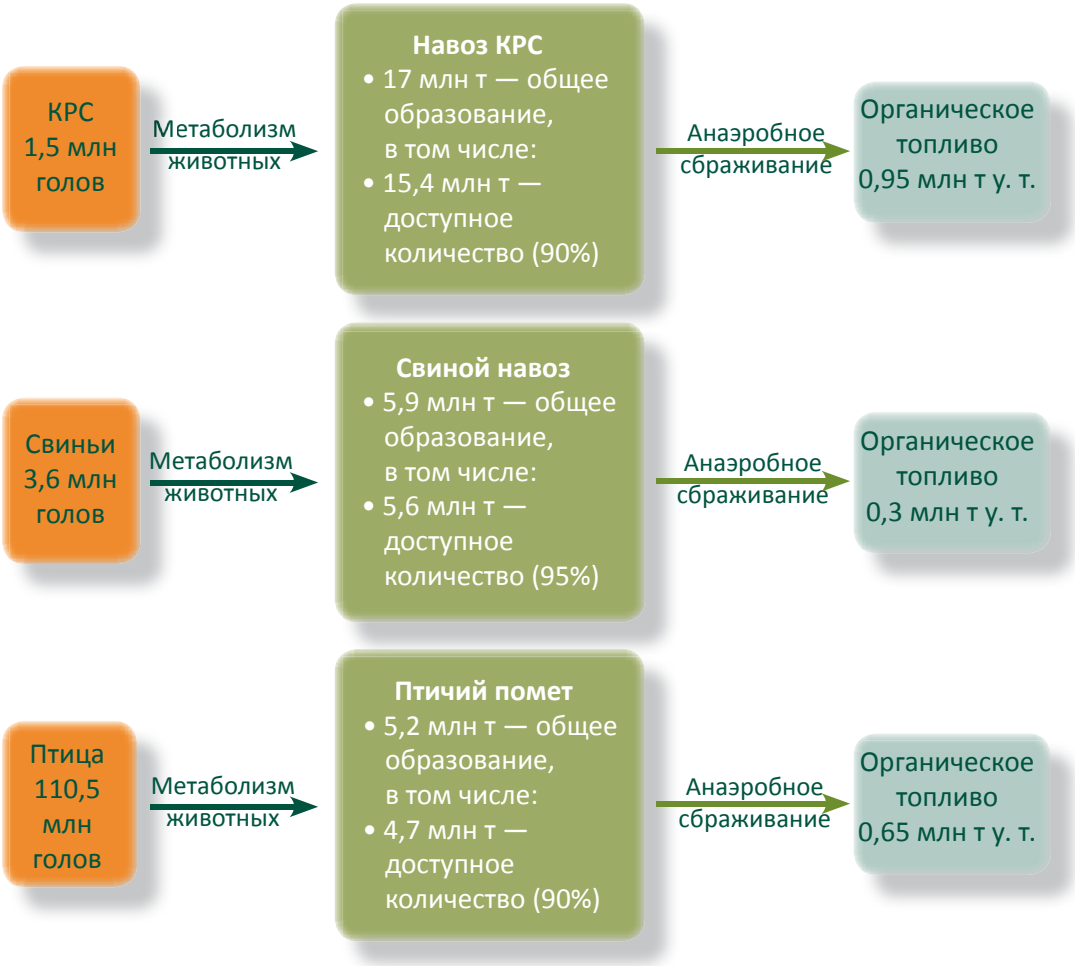
Рис. 5. Средний потенциал выхода биогаза из отходов животноводства и ПППЖ, млн м^3



Навоз крупного рогатого скота (КРС), свиной навоз и птичий помет целесообразно использовать в качестве топлива для проектов по анаэробному сбраживанию отходов в силу следующих факторов:

- большие объемы (28,5 млн т);
- высокий показатель доступного количества (25,7 млн т);
- значительный потенциал выработки энергии при анаэробном сбраживании (до 2950 МДж/т)[6].

Рис. 6. Потенциал получения органического топлива из первичных отходов животноводства в Украине, 2010 год



2.2. Технологии переработки отходов сельского хозяйства для производства энергии

Наиболее целесообразными технологиями переработки отходов сельского хозяйства для производства энергии в Украине являются:

- **сжигание**, преимущественно для сухих материалов (содержание сухого вещества (СВ) более 40%);
- **анаэробное сбраживание с получением газообразного топлива** — для влажных материалов (содержание СВ менее 12%).

[6] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.

Для проектов с прямым сжиганием в качестве топлива лучше использовать солому колосовых. Срок окупаемости подобных проектов не превышает 5 лет.

Для анаэробного сбраживания и выработки тепловой и электрической энергии из биогаза в качестве сырья целесообразно использовать первичные отходы животноводства: навоз КРС, свиной навоз и птичий помет. С точки зрения экономической эффективности подобные проекты не являются коммерчески привлекательными, так как их срок окупаемости может превышать 10 лет. В случае использования зеленого тарифа, то есть более высокого тарифа на электрическую энергию, произведенную из альтернативных источников, срок окупаемости биогазовых проектов составит от 4 до 8 лет.

2.2.1. Прямое сжигание отходов сельского хозяйства

Энергетические установки на биомассе предназначены преимущественно для сжигания одного вида исходного материала. Причем сама переработка тем эффективнее, чем больше процент сухого вещества в отходах.

Процесс выработки энергии при сжигании сухих растительных отходов в Украине целесообразно организовать одним из ***2 способов: прямое сжигание*** *в котлах с производством тепла* и ***сжигание в котлах на теплоэлектроцентралях*** *(ТЭЦ) с комбинированным производством тепловой и электрической энергии.*

Прямое сжигание в котлах с производством тепла

Данный вид установок для выработки тепловой энергии можно условно классифицировать на **котлы на фермах** (установленная мощность до 1 МВт) и **центральные котельные** (установленная мощность более 1 МВт). По типу подачи топлива котлы бывают а) периодического действия и б) с автоматической подачей.

Капитальные затраты (CAPEX) на установку котлов для сжигания биомассы на фермах и в центральных котельных в основном зависят от установленной мощности оборудования. Наименьшие удельные капитальные затраты в размере от €10 000 на 1 т используемых отходов в сутки приходятся на котлы с автоматической подачей топлива установленной мощностью от 1 МВт. Наибольших удельных капитальных затрат в размере до €38 000 на 1 т используемых отходов в сутки требуют котлы периодического действия с установленной мощностью 150 кВт.

Важной статьей эксплуатационных расходов для котлов с периодической системой подачи топлива является оплата труда операторов, осуществляющих загрузку топлива в котел. При использовании котлов с автоматической подачей топлива аналогичная статья эксплуатационных расходов отсутствует.

Сжигание в котлах на ТЭЦ с комбинированным производством тепловой и электрической энергии

Такой способ использования биомассы, как сжигание в паровых котлах на ТЭЦ установленной электрической мощностью от 2 до 20 МВт и тепловой мощностью от 5 до 60 МВт, обеспечивает производство электрической и тепловой энергии.

CAPEX при сжигании отходов сельского хозяйства на ТЭЦ и получении тепловой и электрической энергии варьируется от €30 000 до €39 000 на 1 т используемых отходов в сутки.

При реализации проектов по переработке отходов сельского хозяйства в тепловую и электрическую энергию на ТЭЦ собственник сельскохозяйственного предприятия должен учитывать возможность использования зеленого тарифа на возобновляемую электрическую энергию из биомассы, который на 01.09.2013 составлял 0,1259 €/кВт•ч. **При выработке электрической энергии и продаже ее в сеть по зеленому тарифу срок окупаемости проектов по сжиганию отходов АПК на ТЭЦ снижается с 4–5 лет до 2,5–3 лет.**

Таблица 1. Примеры проектов по использованию соломы колосовых культур для производства энергии путем сжигания

Вид отходов, доступное количество (млн т)	Технология	Оборудование	Объем вырабатываемой энергии (МДж/т), глубина переработки	Затраты на внедрение технологий (€ на 1 т в сутки)	Срок окупаемости (экономия/продажа в сеть по тарифу)	Применяемость технологии в Украине
Солома колосовых 7,8	Сжигание/совместное сжигание	Котлы на фермах (до 1 МВт)	12 000–16 000 77–89%	10 000–38 000	1–4,5 года	60 котлов мощностью от 150 кВт до 1 МВт в девяти областях Украины[7]
		Центральные котельные (от 1 МВт)				
	Комбинированное производство тепла и ЭЭ	Теплоэлектроцентрали (2–20 МВт эл, 5–60 МВт тепл)	12 000–14 500 85–90%	30 000–39 000	2,5–3 года (с учетом ЗТ, равного €0,1259 за кВт·ч)	Отсутствуют практики применения технологий

[7] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.

2.2.2. Анаэробное сбраживание отходов сельского хозяйства

В качестве основного сырья для анаэробного сбраживания в реакторе и дальнейшего производства биогаза чаще всего используют навоз КРС, свиной навоз и птичий помет. В отличие от выработки энергии из сухих веществ, где сжиганию подвергается какой-либо один вид отходов, **при выработке биогаза в реакторе в качестве сырья обычно используется смесь из различных видов субстратов (от 2 до 10 и более)**. Для эффективного анаэробного сбраживания навоза КРС, свиного навоза и птичьего помета к данным видам отходов обычно добавляют зеленую массу, например силос кукурузы и растительные отходы, а также жировые и другие органические отходы. Универсальной смеси не существует, и задача подбора сырья для биогазового реактора обычно сводится к определению доступного количества отходов, совместная переработка которых с навозом окажется наиболее эффективной. Основным способом организации производства энергии на основе газа, полученного в результате анаэробного сбраживания сельскохозяйственных отходов, являются ТЭЦ. Главным источником дохода биогазовых проектов служит продажа электрической энергии либо экономия на ее закупке из сети.

При производстве биогаза путем анаэробного сбраживания органических отходов количество вырабатываемой энергии может варьироваться от 203 до 2950 МДж/т[8]. При этом стоимость технологий для переработки данных видов отходов и получения биогаза составляет:

- €5400–7200 на 1 т расходуемого в сутки навоза КРС;
- €6300–8400 на 1 т расходуемого в сутки свиного навоза;
- €17 000–23 000 на 1 т расходуемого в сутки птичьего помета[9].

Окупаемость биогазовых проектов варьируется в пределах от 6 до 14 лет. Подобный срок не является привлекательным с точки зрения инвестирования.

Использование зеленого тарифа при продаже электрической энергии, получаемой из биогаза, позволяет сократить период окупаемости биогазовых проектов до 4–8 лет.

В этом случае сельскохозяйственное предприятие сможет закупать электрическую энергию по обычному тарифу для промышленных предприятий (0,0944 €/кВт•ч), а выработанную из биогаза продавать по зеленому тарифу. Однако следует отметить, что зеленый тариф распространяется на электроэнергию из биомассы, к которой законодательство Украины относит лишь отходы. Поскольку силос не является отходом, то зеленый тариф на электроэнергию, полученную на основе силоса, не распространяется.

[8] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.
[9] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.

Стоит учитывать, что зеленый тариф хоть и влияет положительно на окупаемость, однако не является определяющим фактором, в соответствии с которым биогазовые проекты можно рассматривать как коммерчески привлекательные. Для старта продаж энергии в сеть по зеленому тарифу предприятие должно собрать необходимую документацию и произвести подключение к сети, что потребует дополнительных расходов на строительство инфраструктуры, объем которых зависит от удаленности и состояния электросетей[10].

Таблица 2. Примеры проектов по использованию навоза КРС, свиного навоза и птичьего помета для производства энергии на основе биогаза

Вид отходов, доступное количество (млн т)	Технология	Оборудование	Объем вырабатываемой энергии (МДж/т), глубина переработки	Затраты на внедрение технологий (€ на 1 т в сутки)	Срок окупаемости (экономия/продажа в сеть по тарифу)
Навоз КРС 15,4	Когенерация на основе биогаза	Биогазовые станции (в среднем от 500 кВт до 2 МВт) с ТЭЦ на биогазе	245–920 40–60%	5400–7200	6–14 лет или 4–8 лет с учетом ЗТ
Свиной навоз 5,6			203–1003 40–60%	6300–8400	
Птичий помет 4,7			321–2950 40–60%	17 200–23 000	

[10] Подробнее см. Дорожную карту IFC «Как получить Зеленый тариф».

3 Потенциал неэнергетического использования отходов АПК

Проекты по производству материалов из отходов АПК могут окупаться быстрее проектов по энергетическому использованию сухих отходов АПК.

Основными направлениями неэнергетического использования органических отходов АПК являются:

- применение в качестве подстилки для животных;
- переработка и использование в качестве полезных кормовых добавок для животных;
- применение в качестве органических удобрений;
- производство вторичных материалов[11] .

Неэнергетическое использование отходов АПК в качестве корма, подстилки и удобрений для улучшения качества почв на мелких сельскохозяйственных предприятиях[12] более целесообразно, чем выработка из них тепловой и электрической энергии. При минимальных капитальных затратах на прямое использование данные проекты немедленно окупятся за счет экономии денежных средств, предназначенных для закупки удобрений, корма для животных/птицы или подстилки.

Производство материалов из отходов АПК является альтернативой выработке из них энергии. Подобные проекты потребуют инвестирования от €1200 до €12 100 на 1 т используемых в сутки отходов в зависимости от применяемого оборудования, технологий и видов отходов. Окупаются данные проекты за 5–7 лет.

Производство материалов из определенных видов отходов более рентабельно, чем их энергетическое использование. Выгодно производить лизин, дрожжи из мелассы, пектин из жома, масло из жмыха. Из-за высокой стоимости производимых материалов на открытом рынке срок окупаемости подобных проектов составляет 1–2 года.

[11] Химические материалы, другая продукция с высокой добавленной стоимостью.
[12] Предприятия, на которых ежегодно образуется менее 300 т сухих отходов / 7000 т влажных.

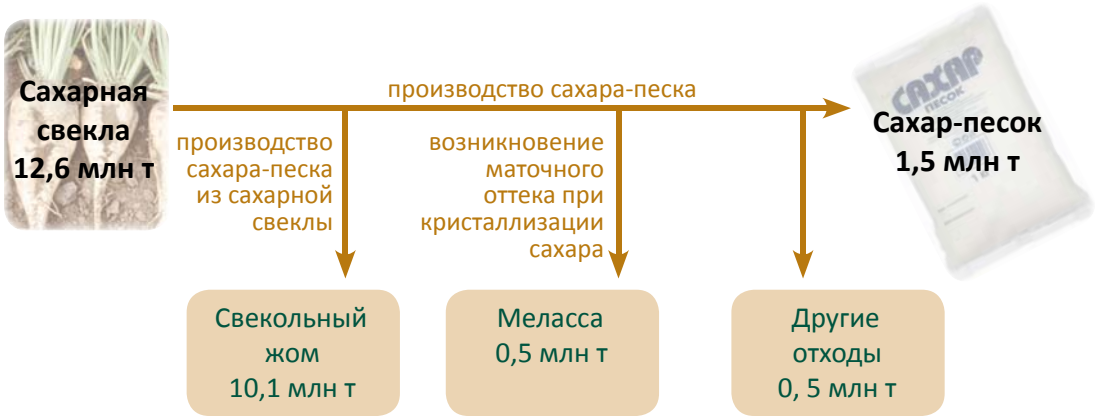
3.1. Наиболее перспективные виды отходов сельского хозяйства Украины для неэнергетического использования

Для неэнергетического использования целесообразно применять первичные отходы растениеводства (солому зерновых, кукурузные початки и стебли, корзинки подсолнечника) и отходы масложировой и сахарной промышленности, которые составляют около 80% отходов ППР. Данные виды отходов ежегодно образуются в большом количестве и могут быть использованы в качестве сырья для производства материалов, подстилки, удобрений и кормов, кормовых добавок.

Девяносто семь процентов отходов сахарной промышленности составляют свекольный жом и меласса. Данные отходы образуются в процессе производства рафинированного сахара из сахарной свеклы. Всего в 2010 году было получено 10,6 млн т свекольного жома и мелассы.

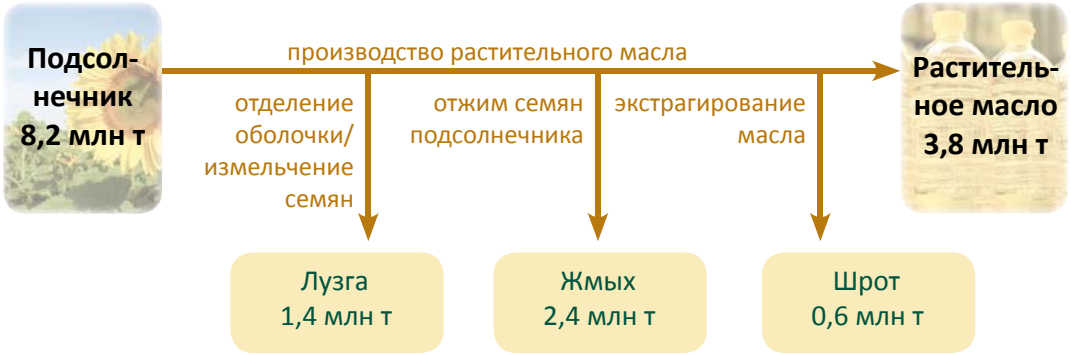
Рис. 7. Структура образования вторичных органических отходов в промышленности по переработке продукции растениеводства Украины, 2010 год, млн т

Рис. 8. Образование вторичных отходов при переработке сахарной свеклы, 2010 год



Лузга, жмых и шрот являются основными отходами масложировой промышленности и возникают в процессе производства растительного масла из семян подсолнечника. В 2010 году общее количество данных видов отходов составило около 4,3 млн т.

Рис. 9. Образование вторичных отходов при переработке подсолнечника, 2010 год



3.1.1. Неэнергетическое использование соломы

Для неэнергетических целей солому зерновых, кукурузные початки и стебли, корзинки подсолнечника[13] можно эффективно использовать любым из вышеуказанных способов (см. п. 3).

Прямое применение соломы в сельскохозяйственных целях более выгодно мелким предприятиям, где данный вид отходов образуется в количестве до 300 т в год. Подобное использование окупается немедленно за счет экономии денежных средств, предназначенных для закупки удобрений, корма для скота или подстилки.

Солома может быть эффективно переработана в целлюлозу, бумагу или картон. Строительство завода по производству целлюлозы из соломы потребует меньше инвестиций, чем строительство завода по производству целлюлозы из древесной массы. Капитальные затраты составят около €1500 на 1 т используемых отходов в сутки.

Опыт европейских стран показывает, что **оптимальным является производство целлюлозы из соломы на предприятии мощностью от 10 000 до 20 000 т в сутки**. Ориентировочная стоимость строительства подобного предприятия составит более €15 млн, а срок окупаемости — от 5 до 7 лет[14].

[13] Далее в тексте солома зерновых, кукурузные початки и стебли, корзинки подсолнечника будут условно классифицироваться как «солома».

[14] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.

Таблица 3. Примеры проектов по неэнергетическому использованию соломы

Вид отходов, общее количество (млн т)	Технология переработки	Продукция / выход продукции при переработке 1 т отходов	Затраты на внедрение технологий (€ на 1 т отходов в сутки)	Срок окупаемости проектов
Солома зерновых, кукурузные початки и стебли, корзинки подсолнечника 49	Производство корма для животных	Солома	—	Немедленная окупаемость, обусловленная экономией на закупке корма для скота
	Использование в качестве удобрения	Солома	—	Немедленная окупаемость, обусловленная экономией на закупке удобрений
	Производство материалов	Целлюлоза 400–500 кг	от 1500	5–7 лет
		Бумага		
		Картон		
	Подстилка для КРС, свиней, овец	Соломенная подстилка	—	Немедленная окупаемость, обусловленная экономией на закупке подстилки для скота

3.1.2. Неэнергетическое использование органических отходов сахарной промышленности

Органические отходы сахарной промышленности целесообразно использовать в качестве корма для животных/птицы, производить из них удобрения и химические материалы.

Свекольный жом

Свекольный жом можно вывозить на поля вместе с твердыми удобрениями для улучшения органического состава почв. Неэнергетическое использование жома в качестве удобрения окупится немедленно и, как и в случае с прямым использованием соломы, за счет материальных средств, сэкономленных на закупке удобрений.

Жом также используется как корм для скота. В отличие от соломы, которую дают животным в чистом виде, жом необходимо перерабатывать путем обезвоживания, прессования и консервации. В результате образуется высококачественный кормовой продукт, пищевая ценность которого для животных превышает пищевую ценность сырого жома в полтора раза. **Стоимость подобной продукции на рынке составляет €200 за 1 т**.

Применяют жом и в качестве сырья для получения пектина — вещества, которое используется в пищевой промышленности при производстве молочных продуктов. **Цена 1 т пектина, полученного в результате переработки жома, на открытом рынке составляет €14 500**.

Меласса

Эффективным способом неэнергетической переработки является производство из мелассы лизина с дальнейшим применением его в качестве кормовой добавки. Стоимость производства 1 т лизина колеблется от €1200 до €1460 на 1 т используемых отходов в сутки в зависимости от процесса ферментации и сушки. Проекты по производству лизина окупаются в пределах 7 лет[15].

Меласса может использоваться как сырье для производства лимонной кислоты и дрожжей. Технология изготовления лимонной кислоты сложная, энергоемкая, требует специального оборудования и соблюдения высоких санитарно-гигиенических норм. Стабильное производство качественной лимонной кислоты из мелассы экономически выгодно на крупных заводах, мощность которых превышает 2500 т в год[16]. При изготовлении дрожжей меласса служит основным сырьем, формирующим питательную среду.

Таблица 4. Примеры проектов по неэнергетической переработке органических отходов сахарной промышленности

Вид отходов, общее количество (млн т)	Технология переработки	Продукция / выход продукции при переработке 1 т отходов	Затраты на внедрение технологий (€ на 1 т отходов в сутки)	Стоимость произведенной продукции / срок окупаемости проектов
Свекольный жом 10,1	Производство корма для животных	Сушеный, консервированный жом, белково-витаминные комплексы 300–400 кг	Нет данных	€200 за 1 т
	Производство пектина	Пектин 100–200 кг	Нет данных	€14 500 за 1 т
	Использование в качестве удобрения	Жом	—	Окупается немедленно за счет экономии на закупке удобрений
Меласса 0,5	Производство корма для животных	Лизин	1200–1460	До 7 лет
	Производство материалов	Лимонная кислота	Нет данных	Нет данных
		Дрожжи 600–700 кг	Нет данных	Нет данных

[15] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.
[16] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.

3.1.3. Неэнергетическое использование органических отходов масложировой промышленности

Лузга

Лузгу можно использовать как кормовую добавку к грубым кормам. В чистом виде она не может применяться в качестве корма, поскольку очень плохо усваивается животными. Данный вид отходов также служит удобрением, улучшающим свойства почвы. Прямое использование лузги в виде подстилки при выращивании птицы и удобрений для улучшения качества почв окупается немедленно, как и прямое неэнергетическое использование отходов сахарной промышленности и соломы.

Также лузга находит применение в процессе производства кормовых дрожжей для сектора животноводства. **Стоимость проектов по выращиванию кормовых дрожжей из лузги составляет от €8000 до €12 000 на 1 т используемых отходов в сутки. Подобные проекты окупаются в пределах 2 лет[17].**

Жмых

Жмых традиционно используется в качестве корма путем непосредственного введения в рацион животных или производства комбикормовой продукции. Введение подсолнечного жмыха в рацион питания животных благоприятно влияет на обмен веществ, укрепляет иммунную систему, ускоряет рост молодняка, повышает яйценоскость птицы.

Так как в жмыхе остаточное содержание масла составляет 10% от общей массы, эффективными будут проекты по экстракции масла из жмыха. **Стоимость таких проектов составляет от €9000 до €12 000 на 1 т используемых отходов в сутки. Срок окупаемости — около года**.

Шрот

Шрот, как и жмых, либо непосредственно вводится в рацион животных, либо используется для производства комбикормовой продукции. Благодаря шроту увеличивается продуктивность животных, улучшается качество животноводческой продукции, повышается содержание жира в молоке и суточный удой коров. **Стоимость организации проектов по производству комбикормов на основе шрота составляет от €2000 до €4100 на 1 т используемых отходов в сутки. Срок окупаемости — от 1 года до 3 лет[18]**.

[17] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.
[18] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.

Таблица 5. Примеры проектов по неэнергетическому использованию органических отходов масложировой промышленности

Вид отходов, общее количество (млн т)	Технология переработки	Продукция / выход продукции при переработке 1 т отходов	Затраты на внедрение технологий (€ на 1 т отходов в сутки)	Срок окупаемости проектов
Лузга 1,4	Подстилка при выращивании птицы	Лузговая подстилка	—	Окупается немедленно за счет экономии на закупке подстилки
	Производство корма для животных — ферментация/ выращивание кормовых дрожжей	Кормовые дрожжи, добавки к грубым кормам 200–300 кг	8000–12 000	1–2 года
	Использование в качестве удобрения	Лузга	—	Окупается немедленно за счет экономии на закупке удобрений
Жмых 2,4	Производство продукции с высокой добавленной стоимостью (экстракция масла)	Масло 15–100 кг	9000–12 000	1 год
	Производство корма для животных	Высокобелковая добавка в комбикормах	Нет данных	Нет данных
Шрот 0,6	Производство корма для животных	Белковая, углеводная и липидная добавка в комбикормах	2000–4000	1–3 года

4 Рекомендации руководителям предприятий АПК

Для принятия решения о внедрении проектов по переработке отходов, образующихся на предприятии АПК, необходимо осуществить ряд шагов.

Шаг 1. Оценить потенциал образования и специфические характеристики имеющихся на вашем предприятии видов органических отходов:

- определить количество и виды отходов, образующихся на предприятии;
- оценить возможные альтернативы использования каждого вида отходов с помощью привлечения внешней или внутренней экспертизы.

Шаг 2. Определить, для каких задач осуществляется переработка органических отходов:

- выработка энергии для собственных нужд / продажи в сеть;
- прямое использование отходов с минимальными издержками и экономией на закупке подстилки/корма/удобрений;
- производство материалов для продажи на открытом рынке.

При осуществлении проектов по энергетической переработке органических отходов необходимо оценить целесообразность получения зеленого тарифа, поскольку для начала продажи энергии в сеть по такому тарифу владелец предприятия должен будет пройти ряд регуляторных процедур, построить необходимые инфраструктурные сооружения, что потребует времени и дополнительных расходов[19].

При низких объемах образования отходов (меньше 300 т сухих отходов или 7000 т влажных) предприятию рекомендуется рассматривать проекты по неэнергетической переработке.

[19] В соответствии с законодательством Украины о зеленом тарифе прохождение регуляторных процедур и строительство всех инфраструктурных сооружений должно быть завершено до подачи заявления относительно утверждения зеленого тарифа на предприятии.

Шаг 3. В зависимости от целей использования и вида органических отходов выбрать оборудование и технологии для переработки:

- оценить необходимую производительность оборудования в зависимости от вида/объема имеющихся отходов и поставленной цели переработки;

Таблица 6. Минимальная необходимая мощность когенерационной установки (КГУ) и котлов для переработки отходов в целях производства энергии[20]

Животноводство	Поголовье	Минимальная необходимая мощность КГУ
КРС	1650–10 000	150–920 кВт
Свиньи	10 050–50 000	150–750 кВт
Птица	151 000–1 000 000	150 кВт — 1 МВт
Растениеводство	**Урожай (т/год)**	**Минимальная необходимая мощность котла**
Колосовые культуры (пшеница, ячмень)	300–1900	150 кВт —1 МВт

- определить предстоящие затраты по переработке 1 т продукции и приблизительный срок окупаемости проекта;
- оценить степень зависимости проектов от макроэкономических факторов: изменения тарифов на тепловую и электрическую энергию, изменения курса национальной валюты относительно иностранной (например, при ослаблении гривны относительно евро проекты по переработке на европейском оборудовании будут иметь более длительный срок окупаемости).

Шаг 4. Выбрать поставщика технологии и оборудования:

- собрать предложения от нескольких поставщиков;
- внимательно сравнить ценовые предложения поставщиков (необходимо учесть, что оборудование может иметь разные технические характеристики);
- уточнить требования по эксплуатации оборудования, объем и виды гарантий, наличие дополнительных услуг (доставка, монтажные и пусконаладочные работы, обучение обслуживающего персонала).

Шаг 5. Выбрать способ финансирования проектов:

- помимо использования собственных сбережений рассмотреть возможность привлечения заемных средств[21];
- собрать предложения финансовых институтов, в том числе тех из них, которые имеют целевые программы по финансированию.

[20] По данным НТЦ «Биомасса», 2012.

[21] При привлечении заемных средств срок окупаемости проектов может увеличиваться в зависимости от размера и условий займа.

Пояснительная записка

Для анализа потенциала образования органических отходов на предприятиях АПК, возможностей их переработки, а также проведения расчетов использовались следующие данные:

- статистическая информация об объемах основных выращенных сельскохозяйственных культур и поголовье животных в Украине в 2010 году[22];
- данные НТЦ «Биомасса»:
  - потенциал образования отходов сельского хозяйства в целом по отрасли в разрезе годового объема образования отходов, их общего доступного количества, а также доступного количества по сухому веществу;
  - удельный и абсолютный вес образования определенного типа отходов с 1 т сельскохозяйственной культуры или от одного животного;
- способы использования отходов растениеводства и животноводства;
- технико-экономическая оценка проектов по переработке органических отходов АПК:
  - общие затраты на проекты по переработке отходов;
  - экономия / доход от выработки и продажи энергии / произведенных материалов;
  - срок окупаемости проектов по выработке энергии из отходов с учетом следующих допущений:
    - владелец перерабатывающей установки в качестве топлива использует органические отходы, образующиеся на его предприятии, а не закупает их у других предприятий;
    - владелец органических отходов использует собственные сбережения для реализации и финансирования проектов по выработке тепловой и электрической энергии.

В качестве критериев оценки, влияющих на итоговую эффективность проектов по переработке биомассы для получения энергии, учитывались:

- капитальные затраты на технологии по сжиганию / анаэробному сбраживанию органических отходов АПК, в структуру которых входит стоимость оборудования, проектные, монтажные и пусконаладочные работы;
- эксплуатационные затраты, в структуру которых входит техническое обслуживание оборудования, заработная плата обслуживающего персонала;
- амортизация оборудования с учетом 15–20-летнего срока эксплуатации;
- тарифы на электрическую и тепловую энергию для промышленных предприятий, зеленый тариф на электрическую энергию из биомассы и биогаза;

[22] Годовой объем отходов, доступных для переработки в энергию, был вычислен НТЦ «Биомасса» путем умножения данных Госкомстата Украины за 2010 год о годовых объемах производства основных сельскохозяйственных культур на сельскохозяйственных предприятиях на удельные показатели образования отходов для каждой из основных фракций. Объемы произведенной продукции и образовавшихся отходов в частных фермерских хозяйствах не рассматривались. Также не рассматривалась сельскохозяйственная продукция, целенаправленно выращиваемая для выработки тепловой и электрической энергии.

Таблица 7. Тарифы на электрическую и тепловую энергию; ЗТ[23]

Тариф	Единицы	Значение на 01.09.2013 г
Тариф на электрическую энергию	грн/кВт·ч	0,9561
	€[24]/кВт·ч	0,0944
Тариф на тепловую энергию	грн/Гкал	900–1000
	€/Гкал	88,9–98,8
Зеленый тариф на электрическую энергию из биомассы и биогаза[25]	грн/кВт·ч	1,2545
	€/кВт·ч	0,1259

- курс евро относительно гривны (данный фактор актуален в случае, если необходимое для выработки тепловой/электрической энергии оборудование закупается в странах Европы);
- дополнительные факторы:
  - стоимость и доступность земельных участков в Украине;
  - стоимость строительных материалов в Украине;
  - экологические и другие нормативные требования к выбросам загрязняющих веществ.

В качестве критериев оценки, влияющих на итоговую эффективность проектов по переработке биомассы для производства продукции / химических материалов, кормов, учитывались:

- капитальные затраты на оборудование и технологии по производству кормовой продукции и материалов из отходов сельского хозяйства;
- эксплуатационные затраты на техническое обслуживание оборудования;
- амортизация оборудования с учетом 20-летнего срока эксплуатации;
- курс евро относительно гривны;
- дополнительные факторы в зависимости от вида перерабатываемых отходов.

Основные ограничения использования данных:

- отсутствие единого и полного источника данных по образованию и переработке отходов сельского хозяйства;
- необходимость проверки корректности данных, содержащихся как в официальных, так и в независимых источниках;
- сложность подтверждения точности данных, полученных в результате исследований в области расчета технико-экономической оценки проектов по переработке отходов сельского хозяйства.

[23] По данным Национальной комиссии регулирования электроэнергетики Украины, 2012.
[24] По данным Национального банка Украины на 01.04.2013.
[25] Действует с 01.04.2013 по 31.12.2014.

Об IFC

IFC, входящая в Группу Всемирного банка, является крупнейшим глобальным институтом развития, деятельность которого направлена исключительно на поддержку частного сектора. Работая с частными предприятиями в более чем 100 странах мира, мы используем наши капитал, опыт и влияние, чтобы способствовать искоренению нищеты и содействовать росту всеобщего благосостояния. В 2013 финансовом году мы инвестировали рекордные $25 млрд, направив их на реализацию потенциала частного сектора в области создания рабочих мест и решения самых неотложных проблем развития. За дополнительной информацией обращайтесь на www.ifc.org

При поддержке Министерства иностранных дел Финляндии, Свободного государства Саксония (Германия), Агентства по международному деловому сотрудничеству при Министерстве экономических дел Нидерландов

Контактная информация:
IFC
01010, г. Киев,
Днепровский спуск, 1
Телефон: +380 44 4906400
Факс: +380 44 4906400
www.ifc.org/ukraine

International Finance Corporation
World Bank Group

2013