

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**БИОЭНЕРГЕТИКА:  
мировой опыт и прогноз развития**

**Научный аналитический обзор**

Москва 2007

## ВВЕДЕНИЕ

Основным вопросом, стоящим на пути прогресса в современном мире, является вопрос о развитии энергетики, базирующейся на доступе к энергетическим ресурсам.

За последние пять лет в динамике производства и потребления углеводородного сырья, в частности, нефти и газа, наблюдается стабильный рост на уровне 1,6% (газ) и 2,7% (нефть) в год. Задача обеспечения постоянно растущих потребностей мировой и национальных экономик в энергии обуславливает необходимость развития возобновляемой энергетики и, в частности, биоэнергетики. Это также диктуется решением глобальных проблем, связанных с ограниченностью запасов ископаемых видов топлива и обеспечением экологической безопасности — выполнение принятых обязательств в рамках Киотского протокола.

Биоэнергетика несет в себе новые технологии, которые требуют для массового внедрения в энергетический баланс новых видов топлив, серьезной политической и экономической поддержки со стороны государства. Биомасса, аккумулирующая в себе солнечную энергию в форме углеводов растительного происхождения, служит исходным сырьем для выработки биотоплива в твердом, жидком и газообразном виде в зависимости от технологии переработки.

Россия обладает крупнейшими запасами невозобновляемых источников энергии и в 2006 г. вышла на первое место в мире по добыче нефти, но хватит ее лишь на ближайшие 30-40 лет. В то же время имеющийся ресурсный потенциал биомассы России практически неисчерпаем.

Развитие биоэнергетики в России является весьма актуальной государственной задачей по снижению энергозависимости сельскохозяйственного производства, обеспечению животноводства кормовым белком, созданию дополнительных рабочих мест и дополнительному производству в аграрном секторе экономики конкурентоспособной экспортной продукции.

При подготовке обзора использованы публикации в открытой печати, а также документы российско-германского конгресса «Биогенные источники энергии — предпосылки для экономи-

ческого сотрудничества в области биоэнергетики», прошедшего в рамках 14 аграрного форума «Восток-Запад» на Международной выставке «Зеленая неделя-2007» в Берлине 19 января 2007 г., материалы посещения российскими специалистами предприятий Германии с целью изучения технологических процессов и организационно-экономических условий работы предприятий биоэнергетики.

Настоящий обзор подготовлен группой специалистов Минсельхоза России и ФГНУ «Росинформагротех», Россельхозакадемии, МГАУ и ВИМ во исполнение поручения Министра сельского хозяйства Российской Федерации А. В. Гордеева (протокол совещания от 16.01.07 № АГ-13/21) на основе анализа мирового опыта использования различных видов биотоплива, а также потребности в сельскохозяйственном сырье для его производства.

В подготовке материала принимали участие сотрудники ФГНУ «Росинформагротех» В. Н. Кузьмин, А. П. Королькова, А. Е. Поликарпов.

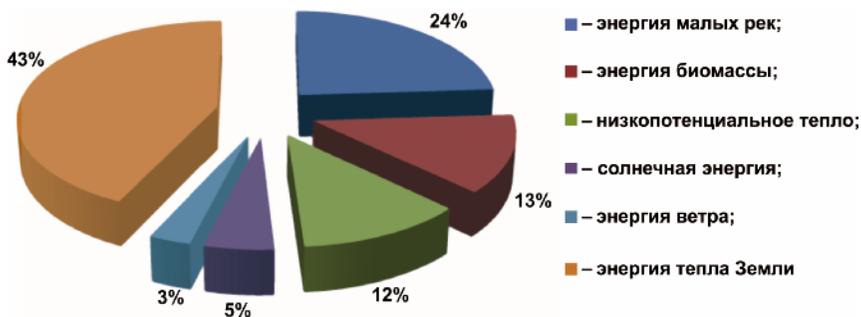
## **1. БИОЭНЕРГЕТИКА, ВИДЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА**

На сегодняшний день доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в мировом энергетическом балансе невелика — порядка 14%, а вклад биомассы — около 1,8%. Но, как показывает практика, даже незначительные колебания в предложении на рынках энергетических ресурсов вызывают сильные изменения цен. Это говорит о том, что роль альтернативной энергетики в укреплении стабильности на рынках этих ресурсов в перспективе будет только расти.

В структуре альтернативной энергетики в мире энергия биомассы составляет до 13% (рис. 1.1). По прогнозам ученых, доля возобновляемых источников энергии к 2040 г. достигнет 47,7%, а вклад биомассы — 23,8%.

Возобновляемые источники энергии как производные солнечной активности можно подразделить **на две категории:**

**первичные ВИЭ** — солнце, воздушные и водные потоки, энергия которых преобразуется непосредственно на преобразователях различного рода в необходимую для жизнедеятельности энергию;



*Рис. 1.1. Структура альтернативной энергетики в мире*

**вторичные ВИЭ** — биомасса, использование которой требует переработки с определенными энергетическими затратами в газообразные, жидкие и твердые виды топлива.

Новая отрасль энергетики «**Биоэнергетика**» решает двуденную проблему получения топлива и охраны окружающей среды. Биоэнергетика, с научной точки зрения, изучает механизм преобразования энергии в процессах жизнедеятельности биологических объектов.

Источником для производства биотоплива является биомасса, представляющая собой биологически разлагаемые компоненты продуктов и отходов сельского хозяйства (как растительного, так и животного происхождения), лесного хозяйства и связанных с ними производств, а также биологически разлагаемые компоненты промышленных и бытовых отходов.

Эффективному энергетическому использованию биомассы в последнее время уделяется особое внимание. В пользу этого имеются следующие аргументы:

- использование растительной биомассы при условии ее непрерывного восстановления (например, новые лесные посадки после вырубки леса) не приводит к увеличению концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере;
- в промышленно развитых странах в последние годы появились излишки обрабатываемой земли, которую целесообразно

зерна, древесина, солома и др.). Данная технология в настоящее время находится на финальной стадии разработки.

Приставка «био-» в традиционных названиях спиртов, используемых в качестве моторного топлива, появилась сравнительно недавно, чтобы подчеркнуть их экологическую чистоту. При сгорании биоэтанола из растительного сырья выделяется в 10 раз меньше углекислого газа, чем при сгорании бензина. Добавление одной части этанола в бензин экономит три части нефти. Спирт — единственный возобновляемый жидкий источник топлива, добавление которого к бензину не требует изменения конструкции двигателей.

По данным Argonne National Laboratory (США), использование 10%-ной смеси этанола снижает выброс парниковых газов на 12-19% по сравнению с обычным бензином. Например, в 2004 г. использование этанола позволило сократить выбросы парниковых газов примерно на 7 млн т, что сравнимо с годовым выбросом газов 1 млн автомобилей.

### **Биогаз**

По своим физико-химическим показателям биогаз близок к природному газу, поскольку основной его компонент — метан. Источниками получения биометана служат продукты метанового брожения органических веществ растительного и животного происхождения.

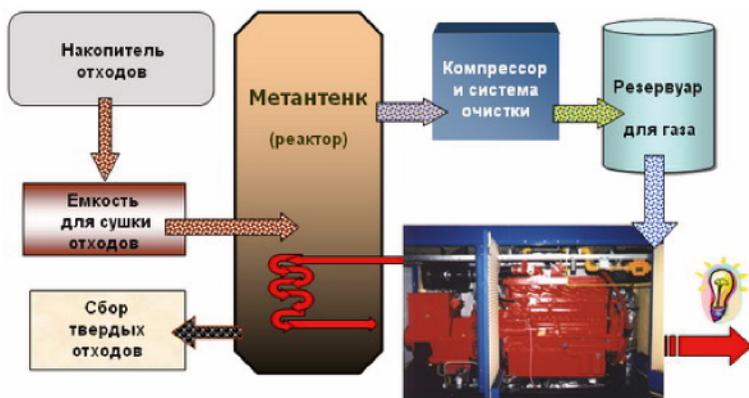
В биогазовой технологии используется процесс ферментизации — разложение органических материалов в результате жизнедеятельности микроорганизмов (специфический природный биопроцесс анаэробных бактерий различных физиологических групп). Основными продуктами этого процесса являются горючие газы (преимущественно метан, водород, моноокись углерода) и гумус. Для получения биометана биогаз очищают от  $\text{CO}_2$  и влаги.

Чисто энергетическая эффективность данной технологии невысока — в условиях средней полосы России до 70% производимого газа потребляется биогазовой установкой. Несмотря на это, технология отличается высокой рентабельностью, так как позволяет утилизировать стоки животноводческих ферм, сельскохо-

зайтвенные и бытовые отходы, отходы лесозаготовки и деревообработки.

Главные преимущества биогаза — наличие местных источников сырья, снижение парникового эффекта и экологического ущерба от систем сбора органических отходов, обеспечение экологически замкнутой энергетической системы.

Анаэробный процесс протекает при температуре 35-45°C без



доступа кислорода в емкость, которая называется метантенком или реактором (рис. 1.6).

Рис. 1.6. Схема получения биогаза

На эффективность работы биогазовой установки большое влияние оказывает предварительная подготовка исходного субстрата. Чем меньше размеры частиц органических компонентов исходного сырья, тем больше их удельная поверхность и соответственно интенсивнее происходят процессы сбраживания. Так, измельчение субстрата до частиц размером менее 1 мм повышает выход биогаза на 20%. Интенсивность метанообразования в значительной мере зависит и от степени однородности исходного субстрата.

В этих условиях под действием имеющихся в биомассе бактерий навоз и птичий помет разлагаются с выделением метана ( $\text{CH}_4$ ) — 60-70%, углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) — 30-40, небольшого количества сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ) — 0-3%, примесей водорода, аммиака и окислов азота.

Теплота сгорания 1 м<sup>3</sup> биогаза достигает 22 МДж (в топливе 6,1 кВт·ч), что эквивалентно: сгоранию 0,6 л бензина, 0,85 л спирта, 1,75 кг дров или выработке 2 кВт·ч электроэнергии.

Выход биогаза из навоза (помета), полученного от одной головы скота (птицы) в сутки, составляет, м<sup>3</sup>: коровы — 1,5, бычки на откорме — 1,1, свиньи — 0,2, птицы — 0,012.

Расчеты показывают, что в сельской местности производство биометана может считаться рентабельным при наличии 20 коров, 200 свиней или 3500 кур.

Одним из источников получения биогаза может быть птицеводство. Для определения выхода биогаза принимают, что в одном типовом птичнике содержатся 25 тыс. кур, дающих в день до 5 т помета, из которого (при нормальных условиях) выходит 5000 м<sup>3</sup> биогаза, т.е. из 1 т куриного помета можно получить моторное топливо в количестве, эквивалентном 700 л бензина.

Не менее важным источником получения биогаза служит животноводство. Из 1 т сухого вещества навоза в результате анаэробного сбраживания при оптимальных условиях можно получить 340 м<sup>3</sup> биогаза, или в пересчете на одну голову крупного рогатого скота в сутки 2,5 м<sup>3</sup>, а в течение года — примерно 900 м<sup>3</sup>. Рассчитав энергетический эквивалент такого количества биогаза по отношению к бензину, можно прийти к выводу, что одна корова в год, кроме молока, «дает» более 600 л бензина. Одновременно при сбраживании обеспечиваются дезодорация и дегельминтизация навоза, снижение всхожести семян сорных растений и перевод органического удобрения в минеральную форму. Для пересчета количества биогаза с птицеводческого комплекса на животноводческий можно пользоваться следующими условными единицами: 1 корова = 4 свиньи = 250 кур.

Количество биогаза, выделяющегося в метантенке вместимостью 5000 м<sup>3</sup>, достаточно для работы генераторной установки мощностью около 200 кВт (табл. 1.2).

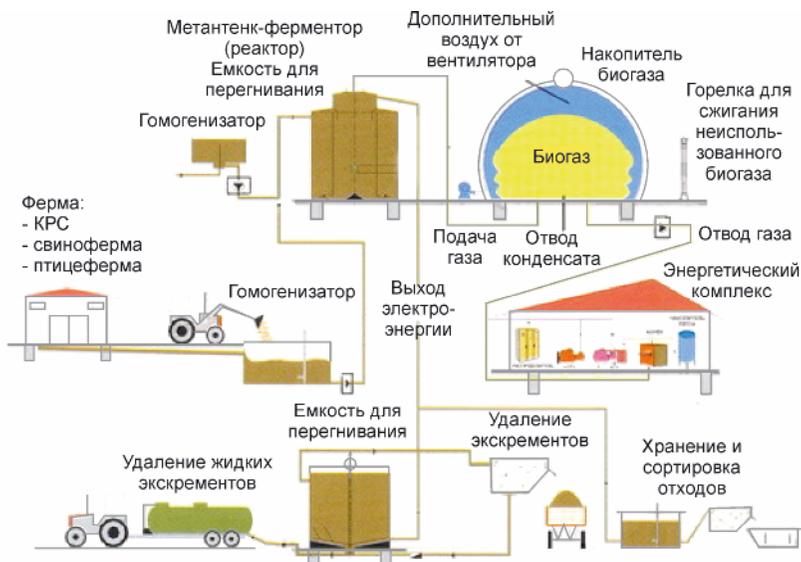
Получение биогаза экономически оправдано и является предпочтительным при переработке постоянного потока отходов (стоки животноводческих ферм, скотобоен, растительные отходы и

## 1.2. Количество биогаза, получаемого в метантенке вместимостью 5000 м<sup>3</sup>

	Число голов	Выход сухого вещества в сутки, кг	Количество сброженного навоза в сутки, т	Выход биогаза в сутки	
				ГДж	м <sup>3</sup>
Коровы	1640	9000	130	55	2400
Бычки	2530	9000	130	60	2700
Свиньи	15200	8000	150	70	3100
Птица	350000	13400	112	95	4300

т.д.), когда не требуются предварительный сбор отходов, организация и управление их подачи, при этом точно известно, сколько и когда будет получено отходов.

Получение биогаза возможно в установках разных размеров, но особенно эффективно в агропромышленных комплексах, в которых осуществляется полный экологический цикл. Биогаз



используют для освещения, отопления, приготовления пищи,

приведения в действие механизмов, транспорта, электрогенераторов (рис. 1.7).

*Рис.1.7. Схема получения и использования биогаза*

Эффективность биогазовых установок в основном зависит от количества произведенного биогаза. Исследования зарубежных и отечественных специалистов показали, что выход биогаза за-

### **1.3. Выход биогаза, получаемого при анаэробном сбраживании различных видов исходного субстрата**

Вид исходного субстрата	Содержание сухого вещества, %	Выход биогаза, м <sup>3</sup> /т
Навоз крупного рогатого скота	8	22
Свиной навоз	6	25
Птичий помет (твердый)	22	76
Солома:		
ячмень	86	300
пшеница	86	280
Силосная масса:		
трава	40	200
кукуруза	35	208
Кукурузная зерностержневая смесь (содержание клетчатки 5%)	65	414
Трава (луговая)	18	95

висит от состава субстрата для сбраживания, его предварительной подготовки, соблюдения оптимальных параметров и режимов процесса анаэробного сбраживания (табл. 1.3).

Подсчитано, что годовая потребность в биогазе для обогрева жилого дома составляет около 45 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> жилой площади, суточное потребление при подогреве воды для 100 голов крупного рогатого скота — 5-6 м<sup>3</sup>. Потребление биогаза при сушке 1 т сена влажностью 40% равно 100 м<sup>3</sup>, 1 т зерна — 15, для получения 1 кВт·ч электроэнергии — 0,7-0,8 м<sup>3</sup>.

По оценкам специалистов отраслевого объединения «Биогаз», в настоящее время в 80% действующих установок вместе с другими исходными продуктами используется кукуруза.

#### 1.4. Количество газа, получаемого с 1 га посевной площади в год

Сырье	Урожайность, т/га	Выход газа, м <sup>3</sup>
Кукурузный силос	45	9,1
Рожь (зерно)	7	4,3
Соломенно-зерновой силос:		
озимая рожь	30	6
озимая пшеница	30	6
овес	25	4,8
Силосная масса из целых растений:		
подсолнечник	35	6,9
озимый рапс	35	5,1
Злаки	28	5,3
Фацелия (масличная редька)	25	2,1

В табл. 1.4 представлены данные о количестве газа, которое можно получить с 1 га посевной площади в год, используя различные виды возобновляемого сырья.

В процессе анаэробного брожения значительно улучшаются свойства навоза как удобрения. Это происходит за счет минерализации находящегося в навозе азота. При традиционном компостировании навоза потери азота составляют до 30-40%. По сравнению с обычным компостированием анаэробная переработка увеличивает содержание в навозе аммонийного азота в 4 раза, от 20 до 40% содержащегося в навозе азота переходит в аммонийную форму. Содержание усваиваемого растениями фосфора удваивается и составляет до 50% от его общего количества в навозе. Сброженный навоз позволяет повысить урожайность на 10-20% по сравнению с использованием обычного навоза.

Еще один источник получения биогаза — твердые бытовые отходы (ТБО). Во всем мире остро стоит проблема нейтрализации или утилизации бытового мусора. Удельный годовой выход ТБО на одного жителя современного города составляет 250-700 кг. В развитых странах эта величина ежегодно возрастает на 4-5%.

В России мусор в основном вывозили на специально отведенные полигоны и свалки. Практически так же дело обстоит и сейчас. На территории страны в отвалах и хранилищах накоплено около 80 млрд т твердых отходов, причем токсичных из них более 1, 4 млрд т. Только под свалки и полигоны ТБО ежегодно официально отводится около 10 тыс. га земель.

К концу 80-х годов суммарная мощность энергоустановок, использующих в качестве топлива ТБО, достигала более 1,2 ГВт. Велось проектирование и строительство новых установок. Однако полного перехода от нейтрализации к утилизации ТБО сжиганием в мировой практике не произошло. В связи со сложностью выполнения природоохранных требований в последние годы прекращают свою деятельность многие мусоросжигательные заводы. Закрыт ряд заводов в США, в 1984 г. закрылись заводы в Японии (Камаки) и Финляндии (Хельсинки).

В мировой практике существует еще один способ утилизации твердых бытовых отходов — биотехнологический, представляющий собой компостирование мусора. Суть его заключается в биохимическом процессе разложения органической части ТБО микроорганизмами. Для компостирования, т.е. биотермической переработки легкогниющих веществ в органическое гумусообразное удобрение, необходимы три составляющих: сырье, аэробные микробы и время.

Аэробная обработка в течение двухсуточного нахождения мусора во вращающемся барабане (использована конструкция цементной печи) приводит к разогреву за счет окисления, разложению высокомолекулярных органических соединений, распаду органических веществ на простые составляющие. Продукт переработки используют как компост для удобрения почвы.

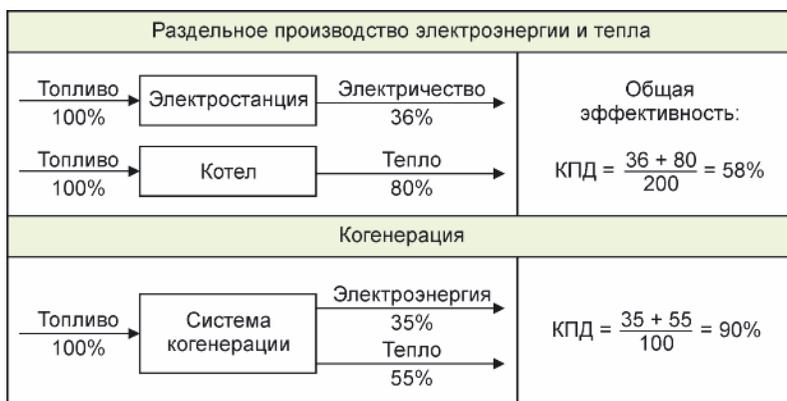
Более широко во всем мире распространено полигонное захоронение твердых бытовых отходов. Основные достоинства технологии захоронения — простота, сравнительно малые капитальные и эксплуатационные затраты и относительная безопасность. При разложении бытовых отходов выделяется биогаз, содержащий до 60% метана, что позволяет использовать его в качестве местного топлива. В среднем при разложении 1 т ТБО может образовываться 100-200 м<sup>3</sup> биогаза. В зависимости от содержания

метана низшая теплота сгорания свалочного биогаза составляет 18-24 МДж/м<sup>3</sup> (примерно 1/2 теплотворной способности природного газа).

Сопоставление разных вариантов утилизации ТБО показывает, что наиболее бурно развивается и имеет минимальное количество ограничений по экологическим и другим условиям технология получения биогаза на полигонах ТБО. Технология предусматривает сепарацию ТБО с извлечением ценных компонентов (черные и цветные металлы и др.), последующее прессование уменьшает объем свалки, позволяет механизировать укладку слоев мусора и облегчает получение биогаза. По технологической схеме предусмотрено бурение скважин на территории полигона, из которых вакуум-насосы водокольцевого типа обеспечивают откачивание биогаза. После отделения воды газ поступает в газодувки и по опорному газопроводу подается в котельную на сжигание. Из 5 млн м<sup>3</sup> ТБО получают 20 млн м<sup>3</sup> газа, который эквивалентен 70-80 Гкал тепловой энергии в год.

Конечным продуктом после их деструкции являются минерализованные вещества, остающиеся в толще трансформированной массы. В настоящее время за рубежом уже подводятся итоги десятилетнего опыта использования биогаза по такой технологии.

Биогаз позволяет значительно уменьшить общее потребление топлива путем применения когенерации (совместного производ-



ства электроэнергии и тепла). Сравнительные показатели когенерации и раздельного производства электричества и тепла при-

ведены на рис. 1.8.

*Рис. 1.8. Сравнительные характеристики различных способов получения энергии*

Исследования, разработки и проекты, реализованные в течение последних 25 лет, привели к существенному усовершенствованию технологии. Уровень распространения когенерации в мире



*Рис. 1.9. Общий вид когенерационной установки*

позволяет утверждать, что это наиболее эффективная (из существующих) технология энергообеспечения для огромной части потенциальных потребителей.

Технология когенерации сочетает положительные характеристики, которые недавно считались практически несовместимыми. Наиболее важными следует признать высокую эффективность использования топлива, более чем удовлетворительные экологические параметры, а также автономность систем когенерации.

Когенерационная установка (рис. 1.9) состоит из четырех основных частей: первичного двигателя, электрогенератора, системы утилизации тепла и системы контроля и управления.

Когенерационные системы, как правило, классифицируются по типу первичного двигателя, генератора, а также по типу потребляемого топлива.

В зависимости от существующих требований роль первичного двигателя могут выполнять поршневой двигатель, паровая или газовая турбина.

В будущем этот список может пополниться новыми технологиями (двигатель Стирлинга, микротурбины, топливные элементы).

Электрогенераторы предназначены для преобразования механической энергии вращающегося вала двигателя в электроэнергию. Они могут быть синхронными или асинхронными. Синхронный генератор может работать в автономном режиме или параллельно с сетью. Асинхронный генератор может работать только

параллельно с сетью. Если произошел обрыв или другие неполадки в сети, то асинхронный генератор прекращает свою работу. Поэтому для обеспечения гибкости применения распределенных когенерационных энергосистем чаще используются синхронные генераторы.

Теплоутилизатор является основным компонентом любой когенерационной системы. Принцип его работы основан на использовании энергии отходящих горячих газов двигателя электрогенератора (турбины или поршневого двигателя).

Простейшая схема работы теплоутилизатора следующая: отходящие газы проходят через теплообменник, где производится передача тепловой энергии жидкому теплоносителю (вода, глицерин). После этого охлажденные отходящие газы выбрасываются в атмосферу, при этом их химический и количественный состав не меняется. В атмосферу уходит и существенная часть неиспользованной тепловой энергии, так как для эффективного теплообмена температура отходящих газов должна быть выше температуры теплоносителя (не менее чем на 30°C), отходящие газы не должны охлаждаться до температур, при которых начинается образование водяного конденсата в дымоходах, что препятствует нормальному выходу газов в атмосферу. Кроме того, отходящие газы не должны охлаждаться до температур, при которых начинается образование кислотного конденсата, что приводит к коррозии материалов (особенно это важно для топлива с повышенным содержанием сероводорода).

Извлечение дополнительной энергии (скрытой теплоты водяных паров, содержащихся в выхлопных газах) возможно только путем понижения температуры отходящих газов до уровня ниже 100°C, когда водяные пары переходят в жидкую форму, что пока невозможно.

В качестве утилизатора тепла в когенерационной системе трудно использовать готовое типовое теплоэнергетическое оборудование. Теплоутилизатор, как правило, проектируется с учетом параметров и характеристик отходящего потока газов для каждой модели поршневого двигателя или турбогенератора и типа применяемого топлива. Многие производители двигателей име-

ют собственные наработки или используют продукцию своих партнеров в части утилизации тепла, что в большинстве случаев упрощает проектирование и выбор решения.

Для повышения производительности тепловой части когенерационной системы утилизатор может дополняться экономайзером — теплообменником, обеспечивающим предварительный подогрев теплоносителя отходящими из теплоутилизатора газами до его подачи в основной теплообменник, где нагрев теплоносителя обеспечивается уже теплом отходящих газов двигателя. Позитивным моментом, связанным с использованием экономайзера, является дополнительное снижение температуры отходящих из теплоутилизатора в атмосферу газов до уровня 120°C и ниже.

Когенерация в сельском хозяйстве распространена не очень широко, но ее использование в подавляющем числе случаев приводит к энергосбережению и получению дополнительных прибылей. Многообещающими вариантами использования когенерации являются производство этанола, сушка зерна или древесины, обогрев теплиц, зданий для содержания домашних животных или жилых домов.

Наибольшую выгоду сельским предприятиям могут принести технологии, использующие в качестве топлива биомассу (например, остатки урожая, древесины или животные отходы). Модули газификации преобразуют сельскохозяйственные и древесные отходы в газы с низкой или средней теплотворной способностью, которые могут использоваться в качестве топлива в подготовленных газопоршневых установках.

Когенерация позволяет решать и экологические проблемы. Технологии, предшествовавшие когенерации, предусматривали сжигание отходов (из-за невозможности их утилизации), получая в результате большие объемы выбросов загрязняющих веществ из-за неполного сгорания. В дополнение к загрязнению имелись эмиссии от горения вышеупомянутых жидких видов топлива. Когенерация избавилась не только от жидких видов топлива (и соответствующих эмиссий), но и от выбросов от неполного сгорания благодаря много лучшим условиям сгорания в котле.

Когенерационные установки различной мощности позволяют

удовлетворить потребности в электроэнергии не только сельскохозяйственных предприятий, но и других объектов народного хозяйства:

установка малой мощности серии Premi (от 22 до 47 кВт) применяется для покрытия собственных потребностей объекта в электроэнергии, отопления и получения горячей воды;

установки средней серии Sento (мощностью до 160 кВт) применяются чаще всего в промышленных объектах, больницах, бассейнах, гостиницах, торговых центрах, спортивных сооружениях, котельных, привязанных к определенному объекту;

установки высшей серии Quanto (мощностью 395-2016 кВт) применяются в крупных промышленных предприятиях и городских котельных, где имеются дефицит электрической энергии и



большой объем тепловой нагрузки в летнее время.

Возможности использования когенерационных установок приведены на рис. 1.10.

*Рис. 1.10. Возможности использования когенерационных установок*

Исследования, разработки и проекты, реализованные в течение последних 25 лет, привели к существенному усовершенствованию технологии, которая теперь действительно является хорошо отработанной и надежной. Уровень распространения когенерации в мире позволяет утверждать, что эта технология энергообеспечения является наиболее эффективной (из существующих).

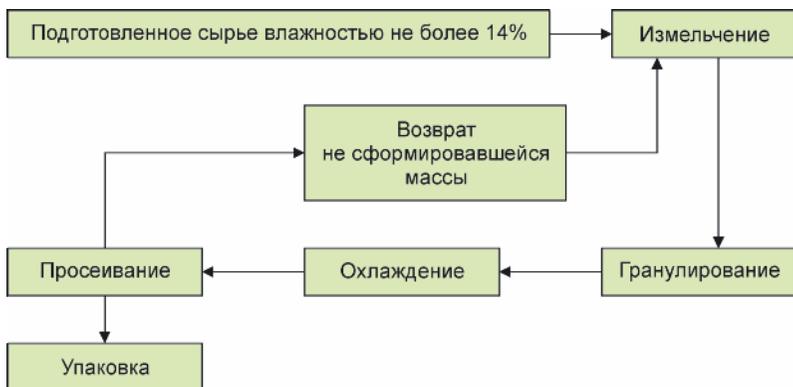
### **Твердое биологическое топливо (пеллеты, брикеты)**

Деревообработка и деревопереработка сопряжены с большими потерями древесины. На этапе заготовки леса отходы — пни, сучья, хвоя — могут достигать нескольких десятков процентов от первоначального объема. Лесопилка превращает около 60% древесины в доски, при этом на опил уходит 12, в концевые обрезки — 6 и 22% — в горбыль и обрезки кромок.

В настоящее время активно внедряется технология сжигания опилок, щепы и старой древесины. Однако процесс утилизации отходов имеет ряд недостатков. Во-первых, для повышения эффективности сгорания опилки и щепа должны быть сухими, что требует дополнительных технологических процессов. Во-вторых, нужны большие площади, чтобы складировать эти отходы. При этом, обращаться с ними надо предельно осторожно, ведь свежие опилки и щепа способны самовоспламеняться. В-третьих, мелкофракционные древесные отходы экономически не выгодно перевозить на расстояния более 20-40 км.

Изготовление брикетов и топливных гранул — альтернатива прямому использованию древесных отходов в виде топлива. Брикеты и гранулы выделяют больше тепла, чем опилки и щепа, увеличивая коэффициент полезного действия котельных, не требуют больших складских площадей и при хранении не самовоспламеняются, но автоматизировать процесс загрузки брикетов в топочное устройство довольно сложно. С этой точки зрения гораздо удобнее топливные гранулы (пеллеты) — цилиндрические прессованные изделия из высушенной древесины.

Наиболее подходящим сырьем для производства пеллет явля-



ются мерные опилки, стружка, щепя и другие отходы деревообработки влажностью не более 12-14%. Гранулы производятся без химических закрепителей под высоким давлением (рис. 1.11).

*Рис. 1.11. Технология производства пеллет*

Технологический процесс производства топливных гранул (пеллет) включает в себя несколько этапов.

### **1. Подача и складирование сырья.**

В состав оборудования участка подачи и складирования сырья входят сепарационная установка и транспортная система (шнековая, «живое дно» и др.).

### **2. Измельчение.**

Щепа, опил, кора, стружка подаются в измельчитель, установленный над загрузочным устройством материалопровода. При переработке крупнокусковых отходов вначале их подают в рубильную машину, а затем — в измельчитель.

Сырье может иметь различную влажность. Оно не должно содержать посторонние включения (камни, металл, песок), а суммарная доля коры, хвои, листвы не должна превышать 17% (из-за повышенной зольности), порода древесины значения не имеет, однако процессы производства более оптимально протекают при использовании хвойных пород.

### **3. Сушка измельченного сырья.**

Измельченное сырье (3-5 мм) по материалопроводу попадает

в камеру сушильного агрегата. Отбор излишней влаги осуществляется горячим воздухом, выработанным теплогенератором. Теплогенератор может работать как на тех же отходах, так и на газе.

При использовании барабанных сушилок температура воздуха на входе в сушилку составляет 250-280°C, на выходе из сушилки продукт имеет температуру 75-100°C. Сырье высушивается до влажности 8-15%. При необходимости после сушки оно может быть подвергнуто дополнительному тонкому измельчению в молотковой дробилке.

Далее измельченный и высушенный продукт по пневмотранспорту поступает в батарейный циклон, где происходит разделение высушенного материала и теплоносителя. Отработанный теплоноситель отводится в атмосферу, а высушенный материал подается на питающее устройство пресса-гранулятора непрерывного действия.

Использование диспергатора позволяет объединить участки предварительного измельчения и сушки сырья. Входные параметры сырья — технологическая щепка естественной влажности. Производительность 500 и 1000 кг/ч, габаритные размеры 2000x1600x1600 мм, температура сушильного агента — до 100°C.

#### ***4. Гранулирование.***

Питающее устройство пресса-гранулятора направляет измельченные и высушенные древесные отходы во внутреннюю полость вращающейся матрицы, имеющей отверстия  $\varnothing$  6-10 мм, в которых происходит формирование гранул под давлением, созданным при прохождении продукта между матрицей и вращающимися на эксцентриковых осях роликами.

#### ***5. Охлаждение.***

Через выходное отверстие пресса-гранулятора готовые гранулы попадают в специальное устройство — шкаф охлаждения и просеивания, где происходят охлаждение и отделение мелкой фракции.

Мелкая фракция подается обратно в бункер над прессом-гранулятором. Очищенные и остывшие гранулы подаются на участок упаковки и транспортировки к месту хранения либо поступают в большой накопительный бункер.

#### ***6. Упаковка.***

С помощью дозатора автоматического взвешивания готовые гранулы пакуются в большие мешки типа «Big-Bag» (рис. 1.12) или полипропиленовые мешки массой 30-40 кг.

Технология производства различных гранул была известна еще в XIX веке, однако гранулирование именно древесины для последующего сжигания в отопительных устройствах получило распространение относительно недавно.

Недостатками этого способа являются высокие энергетические затраты на измельчение древесных отходов и прессование, малое сопротивление на сжатие и сравнительно низкая теплота сгорания получаемых пеллет.

Топливные гранулы имеют плотность  $950 \text{ кг/м}^3$ , зольность — не более 5%, сопротивление на сжатие — 3-5 МПа. Рабочая теплота сгорания пеллет — до 4500 ккал/кг.

Наиболее близкой к технологии получения пеллет является технология производства топливных брикетов из смесей, содержащих в качестве компонентов древесные отходы и торф. Отходы древесины измельчают до размера не более 10 мм, торфяное сырье шихтуют с различных участков залежи, усредняют, измельчают и рассеивают по фракциям. Торф и древесину смешивают в соотношении 1:1, смесь сушат до влажности 12% и прессуют. Прессование смеси ведут при давлении 110 МПа в течение 10 с с одновременным нагревом матрицы до  $163^\circ\text{C}$ .

Полученные брикеты имеют сопротивление на сжатие 10 МПа, зольность — 12,5% и рабочую теплоту сгорания — 4000 ккал/кг.

К недостаткам метода относятся значительные энергозатраты на приготовление смеси и прессование; высокие трудоемкость подготовки торфяного компонента, материалоемкость, зольность получаемых брикетов; низкие производительность, рабочая температура сгорания.



*Рис. 1.12. Готовые пеллеты*

На устранение этих недостатков, повышение физико-механических свойств топливных брикетов и эффективности процесса их получения направлена технология получения топливных брикетов из растительной смеси и технического гидролизного лигнина. Технологический процесс включает в себя измельчение, сушку, смешивание компонентов и последующее прессование. В качестве исходного сырья используют смесь технического гидролизного лигнина с древесными отходами при следующем соотношении компонентов, масс. %: древесные отходы — 30-60, технический гидролизный лигнин — 70-40.

Физико-механические свойства топливных брикетов, приготовленных по предлагаемой технологии, приведены в табл. 1.5.

Компоненты смеси измельчают до размера не более 8 мм, прессуют при 80-100 МПа.

Использование в смеси с древесными отходами технического гидролизного лигнина (ТГЛ), представляющего собой природный полимер с высокой пластичностью и связывающей активностью, способствует хорошей адгезии в процессе прессования смеси лигниновых частиц с поверхностью древесного компонента и высокой когезии самого монолита в брикете.

Высокая пластичность ТГЛ позволяет использовать в составе смеси достаточно крупные частицы, что исключает необходимость их тонкого помола и снижает затраты. Связующая активность ТГЛ обеспечивает значительное повышение сопротивления сжатию и истиранию, снижает водопоглощение.

Использование ТГЛ в составе смеси повышает теплоту сгорания брикетов, так как он имеет повышенное содержание углерода за счет отмывания в процессе гидролиза легких углеводородов и низкое содержание золы, а также выделяет при сгорании до 6000 ккал/ч.

Использование для изготовления топливных брикетов предлагаемой смеси способствует расширению сырьевой базы за счет более эффективного использования древесных отходов и утилизации отходов гидролизных производств.

Предварительно компоненты растительной смеси (древесные отходы и технический гидролизный лигнин) очищают от металлических, минеральных и других включений с использованием магнитного уловителя и крупноячеистых решеток. Затем разделяют на виброгрохотах на две фракции. Фракции с частицами раз-

**1.5. Физико-механические свойства брикетов,  
изготовленных из смеси древесных отходов и гидролизного лигнина**

Номер опыта	Содержание компонентов, масс, %		Прочность брикетов		Плотность, г/см <sup>3</sup>	Водопо- глощение, %	Зольность, %	Теплота сгорания (рабочая), ккал/кг
	гидролизный лигнин	древесные отходы	временное сопротивле- ние сжатию, МПа	сопротивле- ние истира- нию, %				
1	80	20	25	97	1,3	3	2,16	5640
2	70	30	22	96	1,22	3,5	2,3	5460
3	60	40	18	94	1,16	3,8	2,4	5280
4	50	50	15	92	1,1	4	2,5	5100
5	40	60	11	90	1,04	4,8	2,6	4920
6	30	70	8	58	0,86	8,2	2,8	4740
Прототип	Торф 50	Древес- ные от- ходы тор- фяных месторо- ждений – 50	До 10	До 85	До 1,02	До 4,5	До 12,5	До 4000

мером меньше 8 мм поступают в приемные бункеры компонентов, а частицы более 8 мм доизмельчают в ножево-молотковых дробилках.

Подготовленные таким образом компоненты отдельно высушивают до влажности 12-16%. Просушенные компоненты подаются через расходные бункеры и дозаторы в смеситель, где тщательно перемешивают до получения однородной массы.

Полученную смесь направляют на прессование при давлении 80-100 МПа при комнатной температуре в непрерывном потоке. Готовые топливные брикеты складировуют.

Растительные смеси предлагаемого состава обеспечивают получение топливных брикетов с более высокой рабочей теплотой сгорания, достаточно высокой прочностью и плотностью, низкими водопоглощением и зольностью.

Утилизация ТГЛ уменьшает загрязнение окружающей среды, освобождает земельные угодья, способствует сохранению лесных массивов. Изготовление 40 т топливных брикетов предлагаемого состава обеспечивает сохранение 1 га лесных массивов.

## **2. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ БИОТОПЛИВА В МИРЕ**

Активное использование возобновляемых источников энергии из сельскохозяйственного сырья в странах американского континента (США, Бразилия, Канада), Азии (Япония, Китай) и Европы (Германия, Финляндия, Италия, Испания, Швейцария, Франция и др.) является одним из приоритетов национальных политик. Переход ряда стран на применение биотоплива связан с расширением использования экологически чистых и возобновляемых видов топлива. Так, в Японии сторонники применения биотоплива делают основной упор не на экономическую эффективность использования этого вида топлива, а на его экологические свойства (отсутствие выбросов серных окислов, более чем в три раза снижение выбросов сажи по сравнению с обычным дизельным топливом, менее опасное воздействие на здоровье человека и окружающую среду в целом).

Высокие цены на нефть и газ, установившиеся в последние

годы на мировом рынке, стимулируют развитие производства заменителей традиционного топлива из возобновляемых источников сырья.

В 2005 г. в мире было произведено более 30 млн т только моторного биотоплива. Динамика данного сектора впечатляет — в среднем рост 15-20% в год.

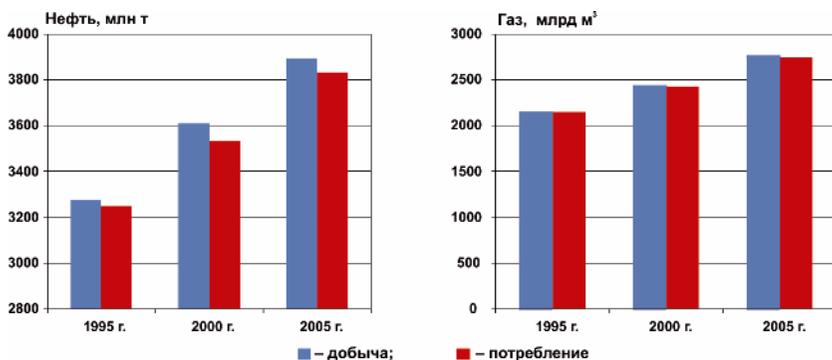
Многие государства в мире активно переходят на экологически чистое топливо для двигателей из возобновляемых источников энергии. Для стимулирования данных процессов разработан целый комплекс мер — законодательное регулирование, индикативное планирование объемов производства, льготное налогообложение, бюджетная поддержка и т.д.

Так, к 2010 г. в планах Бразилии, стран ЕС и ряда других государств предполагается довести долю биотоплива в общем потреблении до 5% и более. Во многих странах (даже «нефтегазоизбыточных») созданы специальные органы исполнительной власти, управляющие и координирующие реализацию программ в области производства альтернативных видов энергии.

В настоящее время по объему производства биотоплива среди стран ЕС лидирует Германия — ее рыночная доля достигает 3,75%. За ней следуют Швеция и Франция. В структуре потребления первичных видов топлива в Германии на долю биодизельного топлива приходится 3%, растительного масла — 0,33, биоэтанола — 0,27, дизельного топлива — 51,4 и автомобильного бензина — 45%. В Германии поставлена цель довести к 2010 г. долю биотоплива в общем топливном балансе до 6,75% вместо ранее запланированных правительством 6%.

Международная энергетическая ассоциация (IEA) прогнозирует, что к 2030 г. мировое производство биотоплива увеличится с 20 млн т энергетического эквивалента нефти в 2005 г. до 92-147 млн т, ежегодные темпы прироста производства составят 7-9%. В результате к 2030 г. доля биотоплива в общем объеме в транспортной сфере составит 4-6%. При этом наибольшим будет прирост производства этанола, поскольку ожидается, что производственные затраты на его выпуск будут сокращаться быстрее, чем на биодизель.

Проведенный анализ мирового производства и потребления углеводородного сырья (рис. 2.1) и биотоплива (рис. 2.2) показывает,



что среднегодовые темпы роста объемов производства ископаемых видов топлива за последние пять лет составляют 1,6-2,8%, производства биоэтанола — 31,7, а дизельного биотоплива — 80,7%.

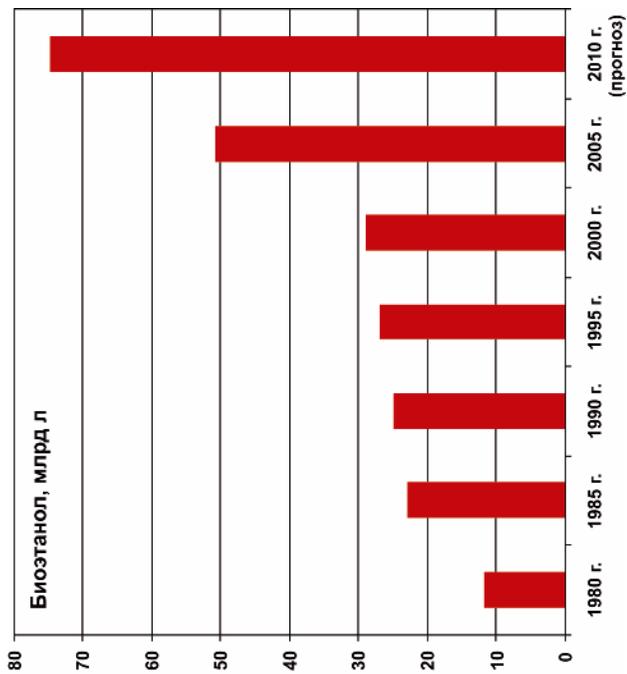
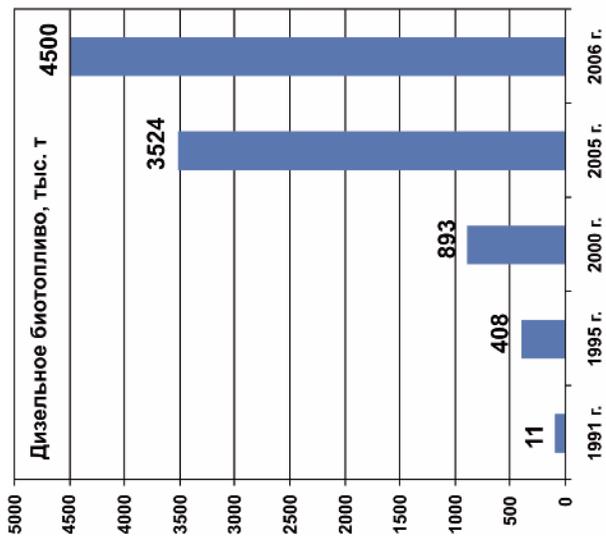
*Рис. 2.1. Динамика мирового производства и потребления углеводородного сырья*

Ожидается, что к 2030 г. потребление биогорючего в странах ЕС увеличится по сравнению с текущими показателями в 13-18 раз. ЕС поставил перед собой цель — к 2010 г. выйти на уровень потребления биотоплива в 5,75%, в то время как на текущий момент этот показатель составляет 1,4%.

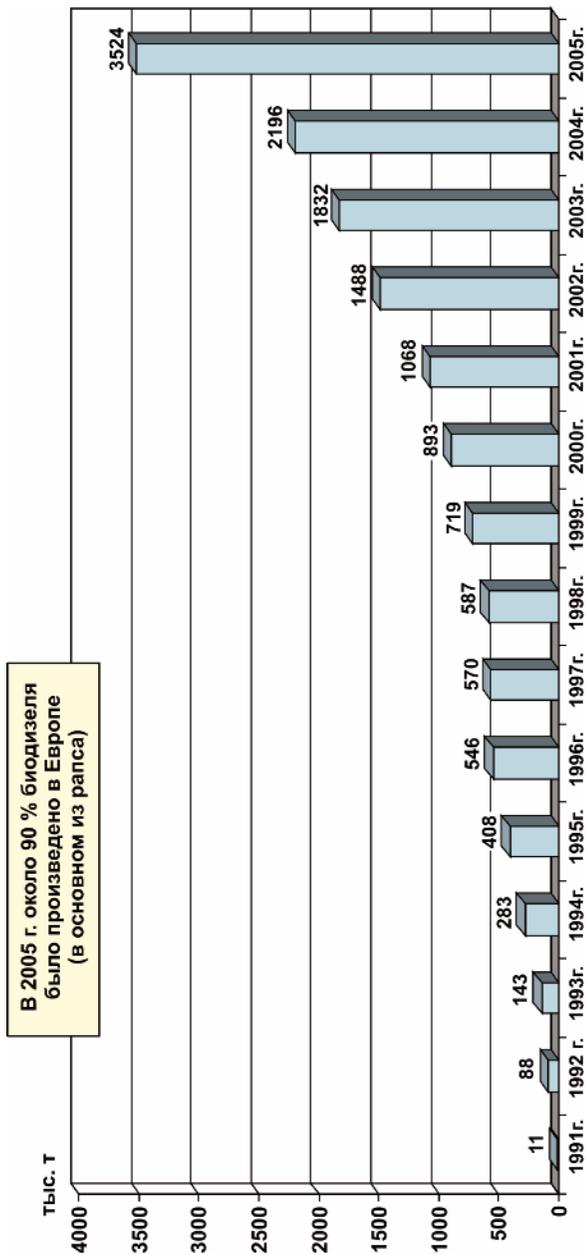
### **2.1. Биодизельное топливо**

Производство биодизельного топлива в мире в последние годы характеризовалось значительным ростом. В основном это происходило за счет основного производителя — Европейского союза, где лидером выступает Германия. В 2005 г. около 90% БДТ было произведено в странах ЕС (рис. 2.3, табл. 2.1).

По данным французского банка «BNP Paribas», прогнозируется рост производства биодизельного топлива в странах ЕС с 3,52 млн т в 2005 г. до 4,5 млн в 2007 г., так как правительства с помощью инвестиций стимулируют развитие этого сектора. В сообщении комиссии ЕС отмечается, что рост инвестиций запланирован почти во всех странах-участницах, больше всего в Германии, Франции и Испании. Суммарные производственные мощ-



*Рис. 2.2. Динамика производства моторного биотоплива в мире*



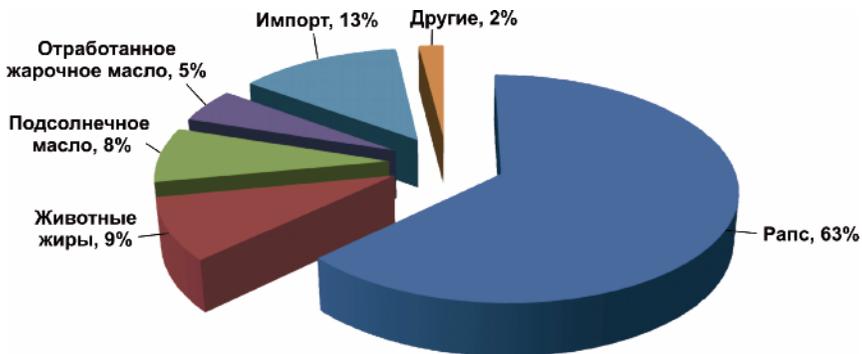
*Рис. 2.3. Производство биодизеля в странах ЕС*

## 2.1. Производство биодизельного топлива в странах ЕС, тыс. т

Страна	2004 г.	2005 г.
Германия	1035	1909
Франция	348	492
Италия	320	396
Чешская Республика	60	133
Польша	0	100
Австрия	57	85
Другие страны ЕС	113	409
<b>Всего</b>	<b>1933</b>	<b>3524</b>
Рост, %		82,5

ности ЕС расширятся с 6 млн т в 2004 г. до 8 млн в 2007 г. Руководство ЕС с 2004 г. субсидирует фермеров, производящих сырье для биотоплива (в частности выращивающих рапс), из расчета 45 евро/га.

Для обеспечения предусмотренной Директивой Евросоюза 2003/30 ЕС от 8 мая 2003 г. доли потребления биотоплива в



2010 г. в размере не менее 5,75% понадобится 12,5 млн т масла и жиров, в том числе 7,9 млн т рапсового масла (рис. 2.4). Будут построены 40 новых заводов. Дефицит масла, покрываемый за

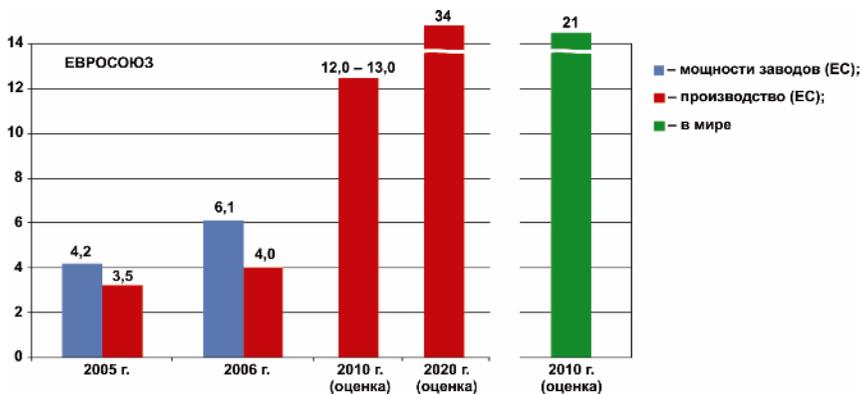
## 2.2. Оценка потребности ЕС в производстве биодизеля

Год	Потребность, млн т	Доля в совокупном потреблении дизельного топлива, %
2005	4,25	2
2006	5,95	2,75
2007	7,75	3,5
2008	9,55	4,25
2009	11,5	5
2010	13,45	5,75

**Источник:** Европейский совет по биодизелю.

счет импорта, составит порядка 1,6 млн т.

*Рис. 2.4. Прогнозируемая сырьевая база для производства биодизельного топлива в ЕС к 2010 г.*



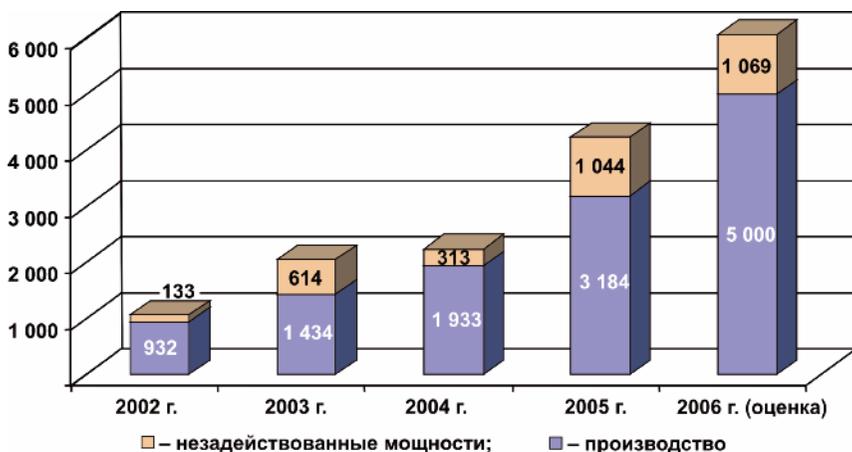
Оценка потребности Евросоюза в производстве биодизеля представлена в табл. 2.2.

Планируемый объем годового производства биодизельного топлива в 2010 г. составит 13 млн т, для чего при европейском уровне урожайности рапса потребуется занять под него 10 млн га (рис. 2.5).

*Рис. 2.5. Перспективная потребность в биодизельном топливе в ЕС и мире, млн т*

Нехватка сырья в ЕС может замедлить развитие биотоплив-

ной промышленности. Уже практически достигнут максимум производства рапсового масла (4,6 млн т), а потребление дизельного топлива транспортными средствами превысило 500 млн т, и



для увеличения выпуска биодизельного топлива необходим импорт сырья. Проблема нехватки сырья будет усиливаться по мере увеличения перерабатывающих мощностей в Европе. Средняя загрузка введенных в последние годы в ЕС мощностей для производства БДТ составляет 75-80% (рис. 2.6, табл. 2.3).

*Рис. 2.6. Мощности и производство дизельного биотоплива в ЕС, тыс. т*

В этой ситуации для России возникает дополнительная возможность реализовать свой земельный потенциал для увеличения объемов производства биодизельного топлива из растительного сырья и самого сырья для экспорта в страны ЕС.

Лидерами в производстве биодизельного топлива являются Германия, Франция, Италия, США (табл. 2.4).

Значительный опыт в области производства и применения топлива из растительных масел накоплен в Германии, где уже к началу 1990 г. имелось более 350 раздаточных колонок, а потребитель имел возможность заправить автомобиль или трактор биодизелем (рис. 2.7).

В настоящее время на рынке Германии чистый биодизель прода-

## 2.3. Мощности по производству биодизеля в странах ЕС, тыс. т

Страна	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
Германия	450	1025	1088	1903	2681
Италия	210	420	419	827	857
Франция	366	500	502	532	775
Великобритания	3	5	15	129	445
Испания				100	224
Чешская Республика				188	203
Польша				100	150
Португалия				6	146
Австрия	25	50	100	125	134
Словакия				89	89
Бельгия				55	85
Дания	10	40	44	81	81
Греция				35	75
Швеция	1	8	8	12	52
Эстония				10	20
Словения				17	17
Венгрия					12
Литва				10	10
Латвия				5	8
Мальта				2	3
Кипр				2	2
<b>Всего</b>	<b>1065</b>	<b>2048</b>	<b>2246</b>	<b>4228</b>	<b>6069</b>

Источник: Европейский совет по биодизелю.

#### 2.4. Страны-лидеры в производстве биодизельного топлива (2005 г.), млн т

Страна	Производство
Германия	1,91
Франция	0,49
Италия	0,39
США	0,29
Чешская Республика	0,13

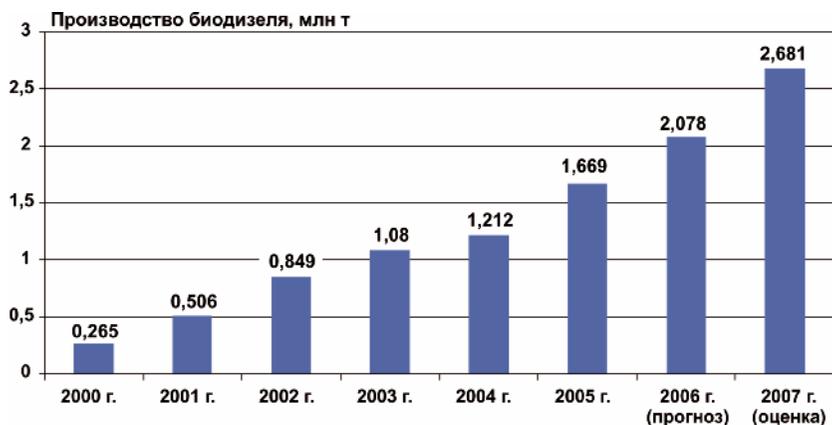


Рис. 2.7. Динамика развития производства биодизеля в Германии (2000-2006 гг.)

ют на 2 тыс. бензоколонках. Рост продаж за 2005 г. составил 33%.

По данным UFOP (Объединение по содействию использования масличных и протеиносодержащих культур), биодизель способен заменить в Германии 5-10%, а в ЕС — до 10% суммарной потребности в дизельном топливе.

В 2007 г. в **Германии** с биодизельного топлива начнет взиматься налог в размере 9 центов за 1 л, однако его цена, составляющая в среднем 98 центов за 1 л, все еще на 10 центов ниже стоимости дизельного топлива на базе нефти. Это объясняется тем, что возделывание рапса субсидируется из Федерального бюджета властями земель Германии и ЕС. Размер субсидий составляет 40 центов за 1 л, что обеспечивает производителям прибыль. По расчетам консалтинговой фирмы «Meb Consulting», издержки производства биодизельного топлива на базе рапсового масла в 2005 г. находились на уровне

51 цента за 1 л (в пересчете на топливный эквивалент).

В 2006 г. цены на рапс повысились почти на 20% и поэтому издержки производства биодизельного топлива из чистого рапсового масла находились на уровне 60 центов за 1 л. Рапсовое масло при таких ценах было не конкурентоспособно по сравнению с дизельным топливом, чья цена нетто при цене нефти 61 долл. за баррель составляла 47 центов за 1 л. По данным консалтинговой фирмы «Meb Consulting», лишь при повышении цены нефти до 75-80 долл. за баррель производство рапсового масла может быть рентабельным, т.е. обходиться без субсидирования, подвергаясь лишь незначительному налогообложению как минеральное топливо, либо принудительным квотам (в качестве добавок), установленным правительством.

За лидерство на немецком рынке биодизельного топлива борются две фирмы. «AT Agrar Technik» строит новые мощности объемом 1,8 млн т в год. С ней конкурирует фирма «Lurgi» из Франкфурта-на-Майне, имеющая заказы на 19 новых установок общей мощностью 2,6 млн т биодизельного топлива в год. Объем ее инвестиций оценивается в 400 млн евро.

В **США** в настоящее время 90% биодизельного топлива получают из соевого масла, а остальное — из других видов масел, включая животный жир. По данным национального управления по биодизельному топливу (NBV), в 2005 г. потребление и производство биодизельного топлива из соевого масла увеличились по сравнению с 2004 г. втрое — до 75 млн галлонов (285 млн л), а в 2006 г. — до 150-200 млн галлонов (570-760 млн л). Для сравнения в странах Европы в 2005 г. было произведено 800 млн галлонов (3 млрд л), большей частью в Германии.

В США действуют 86 биодизельных установок и 60 других находятся в стадии монтажа. После его завершения и расширения 13 действующих установок общие мощности могут увеличиться еще на 714 млн галлонов (2,7 млрд л).

Главными факторами, поддерживающими спрос на биодизельное топливо в США, считаются высокие цены на энергию и льготы, предоставляемые в соответствии с Законом 2005 г. об энергетической политике, а также отдельными штатами. Закон предпри-

сывает, в частности, что в 2012 г. в качестве моторного топлива должно использоваться не менее 7,5 млрд галлонов (28,5 млрд л) возобновляемого топлива.

Проблема биодизельного топлива в **Италии** заключается в отсутствии достаточной сырьевой базы (т.е. растительных масел) для его производства. В настоящее время за счет местных растительных масел – подсолнечного и соевого – производится лишь 20% всего биодизельного топлива, тогда как 70% потребности промышленности обеспечивается за счет импорта рапсового и соевого масел.

По данным Канадской ассоциации возобновляемых видов топлива, производство биодизельного топлива в **Канаде** составляет в настоящее время менее 300 млн л в год, что затрудняет достижение поставленной цели – доведение доли биотоплива до 5% в нефтяном топливе. Для решения поставленной задачи необходимо будет ежегодно производить около 3 млрд л биодизельного топлива и этанола. В Западной Канаде предполагаемые мощности по производству биодизельного топлива оцениваются в 133,5 млн л в год, и новая установка мощностью 114 млн л в год строится в провинции Альберта.

Производство рапсового семени (канола) в стране в 2006 г. находилось на уровне 8,3 млн т, а с учетом технологического прогресса к 2015 г. может увеличиться до 14 млн т, из которых 2,5 млн предполагается использовать для получения биодизельного топлива.

В **Великобритании** топливо смешивают с подсолнечным маслом – оно на 20% дешевле дизельного. Одновременно решается проблема утилизации растительного масла, бывшего в употреблении в ресторанах, кафе и других местах, а это почти 70 млн л. По оценкам английских специалистов, стоимость процесса производства дизельного биотоплива для дорожного транспорта в настоящее время в 2-3 раза превышает стоимость обычных видов топлива. Поэтому правительством поставлена задача разработать более эффективные и менее дорогостоящие технологии переработки биологического сырья для получения очищенного от окиси углерода топлива.

Французскими исследователями установлено, что при добав-

лении в дизельное топливо до 30% биотоплива двигатель и сам автомобиль не требуют никаких модификаций, его технические параметры не ухудшаются, частота поломок не возрастает. Эти выводы французских ученых были подтверждены многолетней практикой эксплуатации во Франции автомобилей на таком топливе. При использовании дизельного топлива с более чем 30%-ной растительной добавкой необходимо незначительное техническое переоборудование двигателя.

Следует отметить, что в отличие от многих стран Евросоюза, **Франция** не пошла по пути использования чистого биотоплива для небольшого парка машин, предпочитая добиваться перехода как можно большего числа машин с дизельными двигателями на топливо с небольшим содержанием растительных добавок. Доказательством правильности такой линии является активная вовлеченность лидирующих нефтеперерабатывающих корпораций («Тоталь», «Бритиш Петролеум», «Шелл») в деятельность по разработке и коммерциализации смешанного топлива. Линия на продвижение смешанного топлива также была поддержана французскими производителями автомобилей, которых переход на дизельное топливо с 5- или 30%-ной добавкой биотоплива не вынудил тратиться на модификацию автомобилей под новые стандарты.

## **2.2. Биэтанол**

По данным Комиссии ЕС, в 2008 г. предполагается увеличить общую мощность по производству этанола в странах ЕС до 5,5 млн т с 1,76 млн т в конце 2006 г.

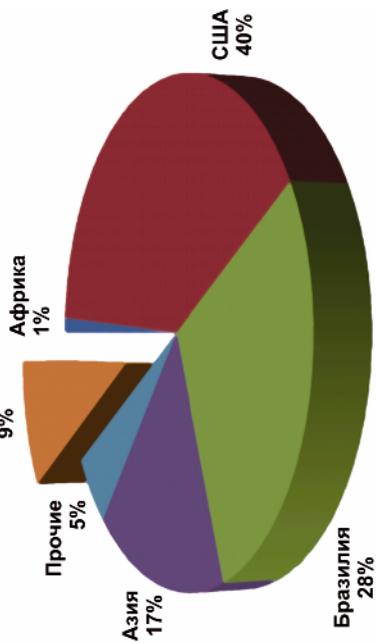
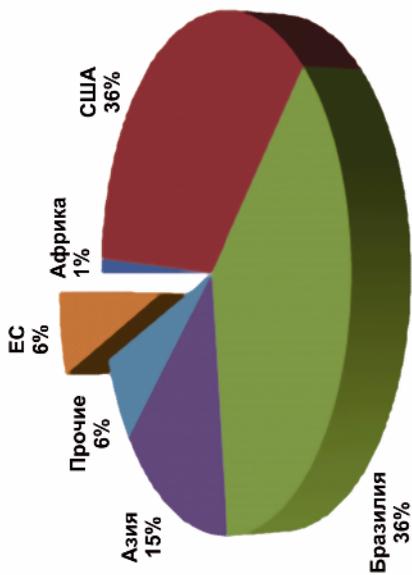
Развитие производства биоэтанола привело к значительному повышению мирового спроса на сельскохозяйственное сырье. Для получения этанола широко используются зерно, сахарная свекла и сахарный тростник. Рост мирового рынка биоэтанола составляет 25% в год, в перспективе он будет конкурировать с нефтепродуктами. При сгорании этанола выделяется в 10 раз меньше углекислого газа, чем при сгорании бензина.

Прогноз мирового производства биоэтанола в 2005-2010 гг. представлен на рис. 2.8. В будущем ожидается дальнейший рост

### Мировое производство

2005 г. – 44,9 млн м<sup>3</sup>

2010 г. – 90 млн м<sup>3</sup>



### Производство в Европе

2005 г. – 2,8 млн м<sup>3</sup>

2010 г. – 8,5 млн м<sup>3</sup>

Рис. 2.8. Мировое производство этанола в 2005-2010 гг.

производства биологического топлива в ряде стран, в том числе в Бразилии, США и Канаде. В Бразилии этанол выпускается на основе сахарного тростника, США — кукурузы, Канаде — куку-

### 2.5. Производство этанола в 2005 г., млн л

Страна	Производство
США	16117,92
Бразилия	15978,06
Китай	3795,12
Индия	1697,22
Франция	907,2
Россия	748,44
Германия	430,92
ЮАР	389,34
Великобритания	351,54
Испания	298,62
<b>Весь мир</b>	<b>45927</b>

рузы и пшеницы. В странах ЕС темпы развития производства биоэтанола будут не такими высокими.

По прогнозу, производство и потребление спирта к 2020 г. достигнет в мире — 120 млн т в год, в США и Канаде — 40 млн т. Производство этанола в ряде стран в 2005 г. представлено в табл. 2.5.

Основными производителями биоэтанола являются США и Бразилия. В 2006 г. в США было произведено 16,1 млн т биоэтанола, на что было использовано 13% урожая кукурузы, в Бразилии его производство составило 16 млн т (из сахарного тростника). В этих странах достигнута значительная конкурентоспособность данного вида возобновляемого топлива по сравнению с топливом из нефти.

Необходимо отметить, что «чистый» этанол крепостью 95% и более используется в качестве моторного топлива в сравнительно небольших объемах. Наиболее широко применяются различные смеси бензина с этанолом, содержащие от 5-10 до 85-95% этанола, при этом в основном используется этанол, полученный из

возобновляемых источников растительного сырья.

Наиболее широко этанол в качестве моторного топлива используется в Бразилии, что обусловлено значительными возможностями по его производству. Более 90% автомобилей в стране работают на моторном топливе, содержащем этанол. В 1991 г. была принята программа, предусматривающая обязательное применение 5% этанола в составе бензина. В 2000 г. содержание этанола было доведено до 20%. В ближайшие годы этанол будет составлять в среднем около 24% в топливном балансе страны. Бразилия является крупнейшим производителем этанола в мире — до 13 млн т в год, что составляет 57% мирового производства. Практически весь этанол в Бразилии получают ферментацией сахарного тростника или черной патоки. Около 240 тыс. т топливного этанола Бразилия импортирует из других стран. Все это стало возможным благодаря национальной программе (действует с 1970 г.) по широкомасштабному использованию этанола в качестве автомобильного топлива и субсидиям правительства, которые получили соответствующую финансовую поддержку Мирового банка. В последнее время Бразилия использует в качестве топлива смеси, в которых содержание этанола составляет 26% в бензине и 3% — в дизельном топливе.

Бразилия обладает технологиями и оборудованием, способными поддерживать ежегодное производство этанола на уровне 4 млрд галлонов (~16 млрд л), а также экспортирует технологии, оборудование и обслуживание. Помимо этого этанол дает возможность умело балансировать на рынке переработки сахарного тростника. При снижении мирового спроса на сахар-сырец тростник является источником для производства спирта, что позволяет сохранять объемы его выращивания независимо от мировой конъюнктуры рынка сахара.

В ближайшие шесть лет Бразилия намерена более чем в 2 раза увеличить экспорт этанола, воспользовавшись ростом мирового спроса на альтернативные виды топлива. Производство этанола за этот период должно быть доведено до 36 млрд л в год, тогда его годовой экспорт может увеличиться до 7 млрд л.

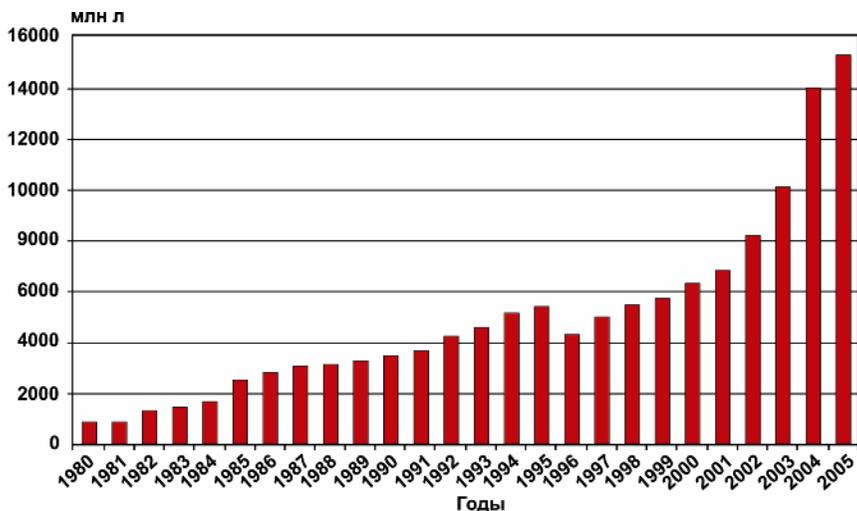
Значительное место занимает этанол и в производстве моторных топлив в США, как октаноповышающая 10%-ная добавка к

бензину (так называемый бензин E10, или «Газохол»). В 2002 г. в США было выработано около 6,5 млн т этанола, главным образом из возобновляемого сырья — кукурузы. Из сорго (6 млн га) ежегодно получают 44 млн л этанола, что покрывает около 10% национальной потребности в жидком топливе. Ведущие производители автомобилей — фирмы «Chrysler», «Ford», «General Motors» — оценили эффективность использования этанола в качестве топлива. При этом не только снижаются выбросы вредных веществ в атмосферу, но и увеличивается срок службы двигателей. В настоящее время более 12% автомобилей США работают на смеси этанола и бензина.

С 2004 г. США ежегодно производит 13 млн т биоэтанола и более. Благодаря его производству страна ежегодно экономит 1,5 млрд долл. на импорте нефти. Законопроект, внесенный в Сенат США, предусматривает установление стандарта на топливо из возобновляемых источников сырья (renewable fuel standard, RFS), в соответствии с которым в 2012-2014 гг. в товарном бензиновом фонде страны должно применяться до 15,5 млн т этанола в год. Сенат США продлил налоговые льготы на этанол до 2007 г., которые чрезвычайно важны, так как стоимость 1 л этанола примерно в 2,5 раза дороже стоимости 1 л бензина.

В соответствии с «Законом о возобновляемых топливах для обеспечения энергетической безопасности США» содержание этанола в бензине должно быть увеличено с 1,3 до 5%, что при производстве бензина в количестве 380-400 млн т потребует производства этанола на уровне 15-20 млн т. В США планируется утроить производство этанола. По инициативе Сената использование этанола должно быть доведено до 54,6 млн т в год к 2010 г., до 68 млн к 2015 г. и примерно 168 млн т в 2015 г. Тогда этанол на 25% заменит бензин, сейчас его доля в топливе для машин составляет до 10%. Из валового сбора кукурузы (более 200 млн т) на производство этанола может быть направлено 25% урожая. Используя высококрахмалистые сорта (при 70% крахмала в зерне) в США из 1 т кукурузы получают 0,38 т биоэтанола.

Наблюдается растущий потенциал в потреблении топливной смеси этанола и бензина E85. Производство топливного этанола



в период 1980-2005 гг. показано на рис. 2.9.

В табл. 2.6. представлена дополнительная информация о мощностях по производству этанола за 2001-2005 гг. Отдельно показана доля участия существующих и новых производителей в общих производственных мощностях.

*Рис. 2.9. Производство этанола в США*

В США в 2004 г. функционировал 81 завод по производству этанола в 20 штатах, они произвели более 13 млрд л этанола. В 2005 г. началось строительство еще 18 заводов, которые будут производить дополнительно более 3 млрд л спирта в год. Открытие каждого завода, производящего 150 млн л этанола (42 тыс. дкл в сутки), обеспечивает постоянной работой 700 человек и приносит 1,2 млн долл. в год в местный и государственный бюджеты.

Производство этанола открыло производителям пшеницы и кукурузы новый рынок сбыта и дало им возможность получать более высокую прибыль, чем ранее. Это, в свою очередь, привело к подъему сельского хозяйства, позволившему сократить издержки на программы по поддержке фермеров, финансируемые из налоговых средств.

По данным Национальной ассоциации производителей зерновых, в производстве этанола в США заняты более 40 тыс. чело-

### 2.6. Рост производственных мощностей по этанолу

Показатели		2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Существующее производство	Число компаний	44	44	44	44	44
	Число заводов	57	58	58	58	58
	Мощность производства в год, млн л	8400	9392	10179	10501	10796
Новые производители	Число компаний	4	21	40	40	40
	Число заводов	4	21	43	44	46
Существующее и новое производство	Мощность производства в год, млн л	310	1961	5031	5250	5962
	Число компаний	48	65	84	84	84
	Число заводов	61	79	101	102	104
Мощность производства в год, млн л		8710	11353	15210	15751	16758

век, а прямой и косвенный вклад в экономику страны составляет более 6 млрд долл. в год путем поддержки смежных отраслей. Такое оживление в этой области сельского хозяйства во многом связано с небывалым ростом количества фермерских кооперативов, приобретающих оборудование по производству этанола.

По данным Ассоциации возобновляемого топлива, 900 тыс. американских фермеров являются членами кооперативов по производству этанола. Положительное воздействие на экономику страны оказывает не только этанол. Из 1 т кукурузы (точнее, из крахмала) можно произвести не менее 410 л этанола. В зависимости от используемого оборудования в процессе выработки этанола могут быть получены и другие продукты, например, кукурузное масло, двуокись углерода, подсластители (мальтозные и глюкозные сиропы), протеиновый корм для животных (клейковина зерна и глютен) и сухая барда. Эти побочные продукты зачастую приносят заводам биоэтанола (био заводам) значительные доходы.

В настоящее время в США рассматривается внедрение стандарта возобновляемого топлива, в соответствии с которым определенную долю общего объема топлива, потребляемого в стране, должно будет составлять возобновляемое топливо американского производства, например, биоэтанол и биодизель. По данным исследования, проведенного компанией «AUS Consultants», благодаря введению нового стандарта импорт сырой нефти к 2012 г. сократится более чем на 250 млн т.

Смесь бензина и этанола, известная под названием E-10, используется американскими автомобилистами вот уже четверть века. Использование ее разрешено всеми крупными производителями автомобилей. E-10 подходит для использования во всех видах автомобилей, улучшает работу двигателя, добавляя 2-3 октановые единицы к детонационной стойкости топлива, противодействует перегреву двигателя, выполняет функцию антифриза топливпровода и не вызывает загрязнения топливных форсунок.

Закон об энергетике, принятый недавно в США, предусматривает, что к 2012 г. производство этанола составит около 28,4 млн т, а для этого следует собирать не менее 60 млн т кукурузы.

В связи с ростом цен на энергоносители Президент США Джордж Буш неоднократно заявлял о необходимости «избавиться от нефтяной зависимости». По его мнению, этой цели можно добиться путем перехода на этаноловое топливо. В августе 2005 г. Президент подписал закон об энергетической политике (Energy Policy Act), который предусматривает субсидии и налоговые льготы производителям этанола.

Каждый произведенный галлон (3,8 л) этанола позволяет компании платить налогов на 51 цент меньше. В 2005 г. более 30% продаваемого в США топлива содержало спирт. В 2006 г. 18% выращенной в США кукурузы (6 млн га) пошло на производство этилового спирта. К 2009 г. этот показатель может вырасти до 30%.

Подсчитано, что в США, Канаде и странах ЕС на замену 10% потребления транспортного топлива биологическим потребуются задействовать от 30 до 70% сельскохозяйственных угодий, чтобы получить необходимое количество исходного сырья.

Департамент энергетики США планирует изготавливать этанол из биогазификатов (продукты ферментного расщепления целлюлозы) древесины при стоимости 0,79 долл. за галлон (0,2 долл. за 1 л) в 2005 г. и 0,56 долл. за галлон (0,14 долл. за 1 л) в 2030 г.

По информации Министерства сельского хозяйства США, этанол содержит на 67% больше энергии, чем требуется для выращивания зерновых и переработки их в этанол. Исследователи отмечают, что в сфере производства этанола существенно увеличилась эффективность выхода энергии за счет высоких урожаев зерновых, развития технологий, а также более эффективной практики ведения сельского хозяйства.

Другие виды топлива требуют больше энергии для своего производства, чем дают. Очищенный бензин выделяет на 15% меньше энергии, чем требуется для его производства.

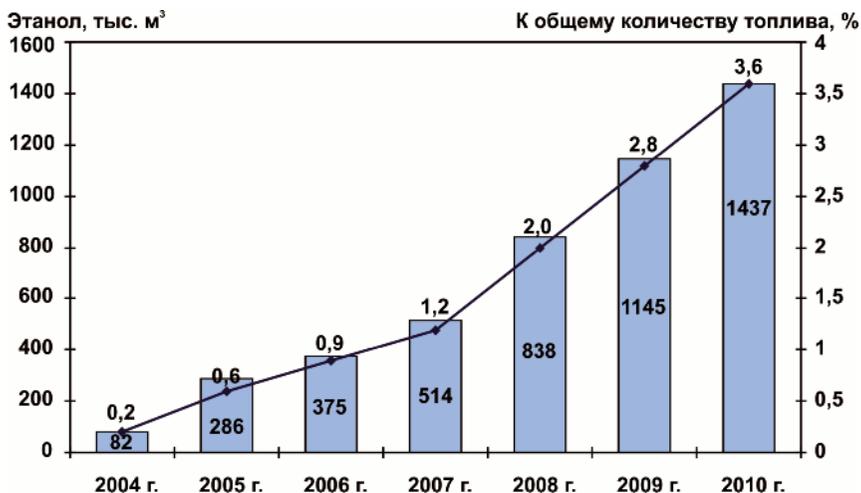
Дополнительный спрос на сельскохозяйственное сырье, вероятно, повлияет и на развитие соответствующих рынков. По оценкам экспертов, крупнейшие производители биологического топлива — Бразилия, США, страны ЕС и Канада — в перспективе существенно сократят экспорт и/или увеличат импорт такого сырья. В результате к 2014 г. мировые цены на сахар могут выра-

сти приблизительно на 60%, на зерно — на 4, на растительные масла — на 20%. Однако данными прогнозами не охвачены такие страны, как Индия и Китай, в которых производство биологического топлива может значительно увеличиться в следующем десятилетии.

Успешно развивают национальные программы по увеличению производства биоэтанола Канада, страны ЕС, Индия, Китай, Япония, Австралия и др.

В Австралии к 2010 г. намечено довести производство топлив из возобновляемых источников сырья до 280 тыс. т, для чего планируется строительство пяти новых заводов. В 2000 г. в Австралии общее производство топливного этанола составило 32 тыс. т, большей частью используемого в виде 10%-ной добавки к бензину.

В Германии биотопливо для бензиновых двигателей было представлено на рынке, когда первые большие этаноловые заводы были пущены в эксплуатацию. Пять действующих предприятий



по выпуску биоэтанола уже сейчас испытывают трудности со сбытом своего годового производства, составляющего суммарно 600 млн л, так как пока мало автомобилей работает на таком горючем. Развитие рынка биоэтанола в Германии приведено на рис. 2.10.

*Рис. 2.10. Развитие рынка биоэтанола в Германии*

Тем не менее, до конца 2007 г. в строй войдут еще четыре предприятия, и производственные мощности расширятся на 50%.

Немецкие производители биоэтанола рассчитывают на то, что с 1 января 2007 г. 2% их топлива будет добавляться в бензин. Добавка этанола в такой пропорции не нарушает работу автомобильных двигателей. Таким образом ежегодно может реализовываться около 500 млн л биоэтанола.

Европейский стандарт бензинового топлива DIN EN 228 позволяет добавлять в бензин 5% этанола. Если в Германии к общему объему бензина будет добавлено 5% этанола, то это составит 1,3 млн т в год.

По сообщению представителей французского банка «BNP Paribas», в ближайшие пять лет следует ожидать роста производства этанола в странах ЕС — экспортерах зерна. В частности, Венгрия намерена увеличить переработку своего излишка пшеницы в биотопливо и объявила о расширении производственных мощностей по получению биоэтанола до 2,8 млн м<sup>3</sup> с 80 тыс. в настоящее время.

Согласно прогнозу банка, в 2010 г. выпуск этанола в странах ЕС достигнет 6 млн м<sup>3</sup>, причем около половины этого количества будет производиться из пшеницы.

В Италии производство биоэтанола в 2005 г. составляло около 1 млн галлонов, а в конце 2006 г. выросло до 1,3 млн. Также страна объявила о намерении включить в 2006 г. биоэтанол и биодизельное топливо в общий баланс потребления бензина и дизельного топлива в объеме 1% и в последующем повышать эту долю ежегодно на 1%.

По данным Канадской ассоциации возобновляемых видов топлива, согласно прогнозу, выпуск этанола в Канаде в 2010 г. должен достигнуть 650 млн л.

Повышенный интерес к производству биотоплива проявляют не только развитые страны. Это и страны Юго-Восточной Азии, особенно зависящие от импорта нефти. Так, Пакистан наращивает производство этанола, чтобы хотя бы частично уменьшить зависимость экономики от нефти, на импорт которой ежегодно

расходуется 4,6 млрд долл. Многие пакистанские сахарные заводы включают выпуск этанола в свою производственную программу. Для производства этанола в Пакистане используется также меласса, объем выпуска которой составляет около 2 млн т в год.

В Индии этанол также получают из мелассы; ее годовое производство оценивается в 7,5 млн т, из которых может быть получено 1,87 млрд л этанола. В октябре 2006 г. индийские власти дали разрешение на добавление к бензину 5% этанола, а в октябре 2007 г. эта цифра может быть повышена до 10%.

В Таиланде, согласно заявлению организации «Ethanol Thai», в предстоящие годы планируется расширить выпуск этанола с использованием установок, которые будут включаться в производственную структуру сахарных заводов.

Этанол в этой стране получают из мелассы, маниоки и сахарного сиропа (продукта, полученного из сахарного тростника). Согласно первой фазе программы развития производства этанола на 2006 г., 3 установки выпускают 375 тыс. л в сутки. Предусмотрено ввести в действие еще 3 установки производительностью 715 тыс. л в сутки.

На втором этапе программы получены лицензии на проектирование и строительство 18 установок по производству этанола, при этом 14 из них интегрированы с сахарными заводами, остальные ориентированы на переработку маниоки. Эти установки, согласно проекту, обеспечат дополнительное производство 3,65 млн л в сутки. Таким образом, общий объем производства этанола в Таиланде должен достигнуть 4,7 млн л в сутки.

Перспективные потребности стран ЕС и мира в биоэтаноле представлены на рис. 2.11.

Анализ показывает, что в настоящее время наблюдается рост производства и потребления этанола во всем мире, хотя основная его часть производится в Северной и Южной Америке.

Чистое топливо — чистая окружающая среда. Этанол нетоксичен, растворим в воде, не вызывает загрязнения грунтовых вод. При разливе бензина этанол разлагается естественным образом быстрее других составляющих, не нанося при этом вреда окружающей среде.

Две крупнейшие транснациональные корпорации мира —

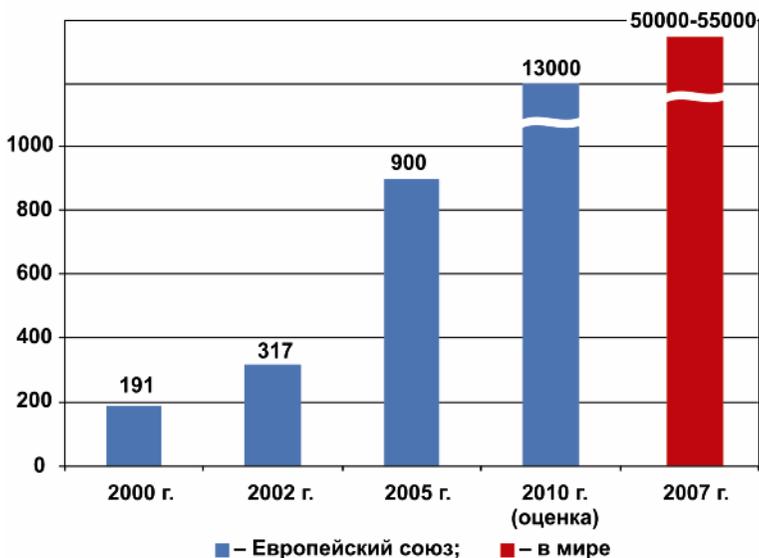


Рис. 2.11. Потребности в биоэтаноле в странах ЕС и мира, тыс. т

«DuPont» и «British Petroleum» (BP) три года работали над проектом создания нового вида биотоплива — биобутанола, который по сути то же самое, что и биоэтанол, но только более калорийный и менее затратный в производстве. К тому же, само производство биобутанола с технической точки зрения значительно проще.

Осуществление проекта началось в 2003 г., а в конце 2007 г. биобутанол начнет производиться и продаваться в Великобритании. Его можно производить из кукурузы, пшеницы, сахарной свеклы, сахарного сорго и ячменя. В будущем для производства биобутанола можно будет использовать и целлюлозосодержащие компоненты сельскохозяйственных культур, такие, как сухие стебли кукурузы или солома.

Энергосодержание биобутанола и бензина ближе по своим показателям друг к другу, чем этанол. В настоящее время до 10% биобутанола можно добавлять в бензин европейского качества, а американского качества — 11,5%. В будущем имеется потенциальная возможность увеличить долю биобутанола в бензине до 16%.

## 2.3. Биогаз

### 2.7. Производство биогаза в мире

Страна	Объем производства биогаза в год, млн м <sup>3</sup>	Суммарная мощность биоЭС на биогазе, МВт
США	500	200
Великобритания	200	80
Франция	40	16
Россия (потенциальные возможности)	58	-

Главными преимуществами биогаза являются его возобновляемость, наличие местных источников сырья для получения топлива, снижение парникового эффекта и экологического ущерба от систем сбора органических отходов, обеспечение экологически замкнутой энергетической системы.

В табл. 2.7. приведены данные по производству биогаза в мире.

Из таблицы видно, что в США в настоящее время годовой объем выработки биогаза составляет 500 млн м<sup>3</sup>. Значительная часть его поступает на электростанции. Суммарная электрическая мощность установок, работающих на биогазе, составляет около 200 МВт.

В США работает более десяти крупных биогазовых заводов, один из которых (при трех откормочных комплексах на 110 тыс. голов) подает вырабатываемый биогаз в газораспределительную сеть Чикаго. Кроме этого, в США получили широкое распространение установки для использования отходов на небольших скотоводческих фермах с поголовьем крупного рогатого скота до 150 голов.

В Великобритании добывается в год около 200 млн м<sup>3</sup> биогаза. Суммарная мощность биоЭС Великобритании составляет около 80 МВт.

Во Франции добывается в год около 40 млн м<sup>3</sup> биогаза. На одной из свалок вблизи Парижа была построена биоТЭС, использующая биогаз, эмиссия которого составляет 1,5 тыс. м<sup>3</sup> в сутки.

Правительство Дании предоставляет значительные налоговые льготы для производителей биогаза: около 20% капитальных инвестиций для централизованного биогаза и 30% для индивидуальных станций или установок. Суммарная годовая энергетическая мощность производителей биогаза Дании, получаемого из всех источников, в настоящее время составляет до 4ПДж. Планируется дальнейшее увеличение его производства до 6ПДж. В настоящее время в Дании эксплуатируются 18 биогазовых заводов, способных ежегодно обрабатывать 1,2 млн т биомассы (75% отходов животноводства и 25% других органических отходов), давая до 45 млн м<sup>3</sup> биогаза, что эквивалентно 24 млн м<sup>3</sup> природного газа.

В фермерских хозяйствах Европы и Канады распространены установки производительностью до 100-200 м<sup>3</sup> биогаза в сутки, что обеспечивает хозяйство тепловой энергией летом на 100%, зимой — на 30-50%.

В настоящее время в Китае эксплуатируются более 5 млн семейных биогазовых реакторов (ферментеров), ежегодно производящих около 1,3 млрд м<sup>3</sup> биогаза, что обеспечивает газом для бытовых нужд свыше 35 млн человек. Также имеются 600 больших и средних биогазовых станций, которые используют органические отходы животноводства и птицеводства, винных заводов с общим объемом 220 тыс. м<sup>3</sup>. Действуют 24 тыс. биогазовых очистительных реакторов для обработки отходов городов, работают около 190 биогазовых электростанций с ежегодным производством 3109 Вт·ч. Биогазовая продукция в Китае оценивается в 33 ПДж.

В Индии, как и в Китае, основной упор сделан на семейные и общинные биогазовые установки — в 1993 г. их было около 2 млн. Ежегодно в Индии вводятся в эксплуатацию 5-6 тыс. таких установок, дающих от 2 до 400 м<sup>3</sup> биогаза в день. Основные положения национальной программы Индии по развитию биогазовых технологий включают в себя пункты по снабжению чистой энергией для отопления и приготовления пищи, получению органических удобрений, повышению эффективности сельскохозяйственного производства и многое другое.

В 1992 г. в Германии было 139 установок по производству и использованию биогаза, к 2001 г. их число достигло 1,5 тыс. и продолжает увеличиваться (сейчас около 5 тыс.). «Закон о возобновляемой энергии», принятый в Германии в августе 2004 г., направлен на развитие строительства и эксплуатации биогазовых установок. В качестве сырья могут использоваться навоз и практически любые органические отходы и остатки. Получаемый биогаз на 2/3 состоит из метана и на 1/3 — из диоксида углерода. 1 м<sup>3</sup> биогаза эквивалентен 0,65 л мазута и 0,66 м<sup>3</sup> природного газа. Из него можно получить 2 кВт·ч электрической и 4 кВт·ч тепловой энергии. Для этого газ сжигается в двигателях внутреннего сгорания или блоках ТЭС.

В середине 90-х годов биогазовая установка мощностью 50 МВт была редкостью, а в 2001 г. появились установки мощностью 100 МВт со стоимостью электроэнергии 0,1 евро за 1 кВт·ч. Появились фирмы, которые проектируют биогазовые установки различной мощности.

Фирма «Bigates» проектирует биогазовые установки мощностью до 350 кВт для сельскохозяйственных районов, которые, кроме выработки электроэнергии и тепла, позволяют сокращать выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу (на 2200 т в год).

На выставке «Зеленая неделя-2007» немецкая фирма «RIELA» представила комплексы для хранения сельскохозяйственных и промышленных продуктов и носителей возобновляемой энергии.

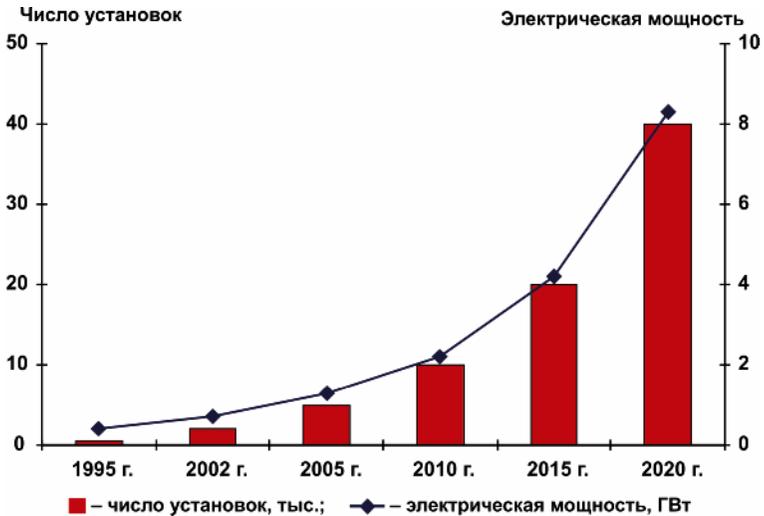
Фирма производит установки для получения биогаза только из жидкого навоза или органических отходов (коммунальные и пищевые отходы, осадки и жир сточных вод, отходы боен от здоровых животных, трупов животных из животноводческих комплексов, от переработки овощей и фруктов, производства сахара, пива и т.п.).

Энергопредприятие «Stawag» (г. Аахен, Германия) планировало в 2006 г. ввести в эксплуатацию установку синтеза биогаза производительностью 1000 м<sup>3</sup>/ч. Она будет перерабатывать ежегодно 25,5 тыс. т кукурузного силоса. Синтезированный биогаз будет подвергаться предварительной очистке, а затем закачиваться в газопровод. Замещенный природный газ будет конвертиро-

Общее количество биогаза – 24 млн м<sup>3</sup>



ван в электроэнергию на четырех новых мотор-генераторных установках суммарной электрической мощностью 2 МВт. Сто-



имость проекта 9,5 млн евро.

Рис. 2.13. Прогноз роста количества биогазовых установок в Германии к 2020 г.

Потенциал производства биогаза и прогноз роста количества биогазовых установок в Германии до 2020 г. приведены на рис. 2.12 и 2.13.

*Рис. 2.12. Потенциал производства биогаза на примере Германии, млн м<sup>3</sup>*

В Тюрингии эксплуатируются 40 установок синтеза биогаза, еще 30 строятся или проектируются. В качестве исходного сырья используются навоз, а также силос соломы и энергетических растений. КПД установки получения биогаза не превышает 35%.

Стало существенно расти использование электроэнергии, получаемой из биогаза. Отработана технология переработки отходов картофеля для получения биогаза и сжигания его в газовых двигателях с получением электроэнергии и тепла из выхлопных газов (пример – ТЭС мощностью 2,5 МВт на фабрике картофельных чипсов в Бельгии). Используется также биогаз, выделяющийся на установках по осветлению сточных вод, получаемых на бумажных фабриках из отходов древесины, в фармацевтической промышленности при переработке и расщеплении жиров и др.

Большое количество биогаза производится также и при переработке твердых бытовых отходов городов: в США – 9ПДж, Германии – 14, Японии – 6, Швеции – 5ПДж.

Швеция представила первый в мире экологически чистый пассажирский поезд, работающий на биологическом газе (рис. 2.14). Оборудованный двумя автобусными двигателями на биогазе поезд может перевозить до 54 пассажиров. Предполагается, что он будет использоваться на восточном побережье Швеции.

Новый поезд способен проехать до 600 км без дозаправки, развивая скорость до 130 км/ч.

В Швеции на биогазе уже работают около 800 автобусов, а сот-



*Рис.2.14. Экологически чистый пассажирский поезд, работающий на биогазе*

### 3. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОТОПЛИВА

#### 3.1. Германия

Значительный опыт в области применения топлива из растительных масел накоплен в Германии, где топливо биодизель, изготавливаемое из рапсового масла, можно приобрести везде.

Потребитель выбирает топливо биодизель по ряду его потребительских свойств:

доступная цена, сопоставимая с ценой на нефтяное дизельное топливо;

экологическая чистота выбросов с отработавшими газами, в том числе выбросы твердых частиц уменьшаются в 2 раза по сравнению с дизельным топливом;

малый цикл биологического разложения в случае течи или других аварийных выбросов, что не влияет на состояние окружающей среды;

возможность использования работающих дизелей в закрытых помещениях с ограниченным воздухообменом.

Биодизель, пригодный для применения в качестве топлива дизельных двигателей, получают химическим способом, который называют переэтерификацией. В рапсовое масло добавляют метиловый спирт до 10% по его объему. С помощью катализатора (например, едкого калия) удаляются побочные продукты, в том числе глицерин. Переэтерификация проходит при низких температурах (60-70°C). В итоге получается продукт, пригодный для использования в качестве топлива для дизельного двигателя. Затраты на получение биодизеля по ценам 1990 г. составляли 0,15-0,20 немецких марок за 1 л.

Биодизель — сложный метилэфир рапсового масла (сокращенно — RME). Позднее это сложное название заменено на биодизель.

Биодизель в Германии получают из масличной культуры — рапса. Рапс выращивается, как правило, на выведенных из севооборота земельных угодьях. Его посевы повышают биологическую активность, улучшают структуру почвы. Рапс выполняет функции очистителя почвы от азота, что способствует снижению нитратной нагрузки на грунтовые воды.

### *3.4. Россия*

ГНУ ВИМ, МГАУ проведен комплекс исследований по использованию в сельском хозяйстве биодизельного топлива на основе рапсового масла.

Биотопливо из рапсового масла используется в качестве моторного топлива в двух вариантах:

смесевое топливо, состоящее из смеси рапсового масла с дизельным топливом (биодит);

в виде метилового эфира рапсового масла (МЭРМ), получаемого при метанолизе рапсового масла.

Смесевое топливо по сравнению с метиловым эфиром рапсового масла имеет следующие преимущества: простая технология получения, реализуемая в сельскохозяйственном предприятии без накладных расходов, высокая стабильность в хранении, растворении на молекулярном уровне.

Сравнительные физико-химические характеристики рапсового масла, смесевое и дизельного топлив приведены в табл. 3.9.

По сравнению с дизельным топливом плотность чистого рапсового масла больше на 9%, вязкость — в 25 раз, содержание серы меньше в 10 раз, температура застывания выше на 17°С по сравнению с зимним топливом и на 10°С ниже, чем летнего дизельного. Смесевое топливо по физико-химическим показателям занимает промежуточное положение.

Большая вязкость чистого рапсового масла осложняет его применение в двигателях, однако при повышении температуры до 70-90° его вязкость снижается до значений, близких к вязкости дизельного топлива.

Метиловый эфир рапсового масла по физико-химической характеристике (вязкость — зольность) ближе к дизельному топливу, при его использовании не нужен подогрев топлива, в меньшей степени образуются отложения на деталях цилиндропоршневой группы. Качество метиловых эфиров рапсового масла нормируется европейским стандартом EN 14.214.2003 (ЕС).

С учетом мирового опыта использования биотоплива в виде метилового эфира рапсового масла представляют интерес технологическая схема, баланс энергии и массы при производстве смесевое топлива (рис. 3.5) и метилового эфира рапсового масла.

### 3.5. Беларусь

Работы по использованию растительного масла в качестве топлива дизельных двигателей в Беларуси проводились на Минском тракторном заводе в 1990-1995 гг. Основная цель работ заключалась в создании двухтопливных дизелей тракторов «Беларусь», способных работать на традиционном нефтяном топливе и альтернативном растительном. Особенность компоновки и два топливных бака, размещенных на универсально-промышленном тракторе, дают возможность иметь на тракторе два вида топлива. Двухтопливный дизель на тракторе в условиях возможного дефицита дизельного топлива при использовании рапсового масла может обеспечить бесперебойную работу тракторной техники в особенно важные для сельскохозяйственного производства периоды. Производство рапса и рапсового масла из него в условиях Беларуси возможны, ряд хозяйств в Брестской области успешно выращивают рапс и получают хорошие урожаи.

Использование рапсового масла в качестве моторного топлива прорабатывалось по двум направлениям: первое — смесь 75% рапсового масла и 25% дизельного топлива, второе — моторное топливо из рапсового масла, по этому направлению проводилась работа с моторным топливом, полученным из Польши, и топливом, полученным в результате совместных работ НПО «Транстехника» и лаборатории термодинамики органических веществ БГУ. Учеными БГУ предложена принципиальная технологическая схема получения моторного топлива из рапсового масла, на модульной установке получено первое в Беларуси моторное растительное топливо для дизельных двигателей. Испытание его на дизелях проведено в лаборатории двигателей ГСКБ по универсально-пропашным тракторам Минского тракторного завода.

Результаты испытаний дизеля Д-244 при работе на биотопливе, полученном в Польше (табл. 3.11), показали, что при переводе дизеля на биотопливо мощность уменьшается на 3,6 кВт, или на 8,67%, при частоте вращения 1700 мин<sup>-1</sup>.

Стендовые испытания биотоплива проводились на четырехцилиндровом дизеле Д-243 Минского моторного завода. Моторная установка в составе с дизелем и агрегатами его обслужива-

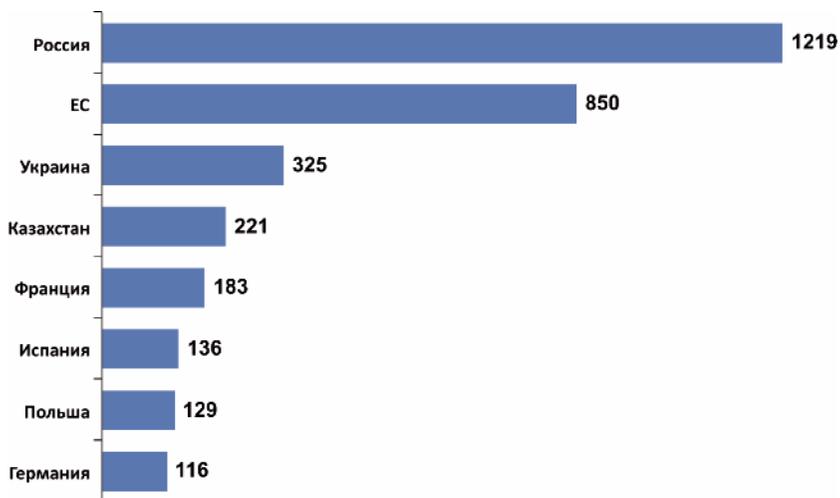
#### 4. ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА БИОЭНЕРГЕТИКИ

Мировая индустрия биотоплива характеризуется наличием широкого спектра мер законодательного и нормативно-правового обеспечения развития биоэнергетики, а также государственных программ, направленных на увеличение производства биотоплива в конкретной стране и их рыночной доли.

Для стимулирования производства биотоплива в разных странах разработан комплекс мер — законодательное регулирование, индикативное планирование объемов производства, льготное налогообложение, бюджетная поддержка и т.д.

**Государственное регулирование и законодательная система в Европе**, относящиеся к индустрии биодизеля, получили значительное развитие начиная с 1980-х годов, но это развитие происходило различными путями в разных странах (даже после основания ЕС). Первые относящиеся к данной отрасли стандарты были разработаны в Австрии в 1991 г. (ON C 1190). За ней последовали Франция и Италия — 1993 г., Чешская Республика — 1994 г., Германия с наиболее детально проработанными стандартами из всех разработанных ранее (DIN E 51606) — 1997 г. Данные стандарты имели решающее значение для получения гарантий со стороны производителей дизельного транспорта, касающихся использования биодизеля. В итоге в различных странах это привело к возрастанию спроса на биодизель в качестве топливного ресурса.

В гораздо большей степени использование биодизельного топлива было стимулировано Киотским протоколом. Протокол, подписанный в 1997 г., обязывал страны ЕС сокращать выпуск парниковых газов на 8% с 2008 по 2012 гг. ЕС 14.05.2003 г. принял Директиву по распространению биотоплива (2003/30), которая призывала увеличить долю рынка биотоплива в ЕС до 2% к 2005 г. и до 5,75% — к 2010 г. Разработка Директивы была мотивирована необходимостью сокращения выпуска парниковых газов в транспортном секторе в ответ на принятие Киотского протокола и укрепления энергетической безопасности Сообщества путем снижения европейской зависимости от импорта нефти. Одной из наиболее значительных целей Директивы было увели-



*Рис. 5.1. Плодородные земли, тыс. км<sup>2</sup>*

### 5.1. Динамика сельскохозяйственных угодий и пашни в Российской Федерации, млн га

Год	Сельскохозяйственные угодья	Пашня
1990	222,41	132,3
1995	221,99	130,2
2000	221,09	124,37
2005	192,64	116,8

Уменьшение площади пашни почти на 16 млн га, а также залежи говорят о сокращении продуктивно используемых в сельском хозяйстве сельхозугодий. Службы государственного земельного контроля ежегодно обнаруживают большие массивы неиспользуемых угодий (в 2003 г. – 8,4 млн га), факты нецелевого их использования (в 2003 г. – 0,5 млн га).

На всей территории России деградирует почвенный покров, снижается продуктивность сельхозугодий, расширяются ареалы их подтопления, загрязнения и захламливания. Идет зарастание кормовых угодий кустарником и мелколесьем. Значительная

часть сельхозугодий (12,9 млн га) находится в составе земель запаса и тоже зарастает, теряя сельскохозяйственную ценность. По оценке Министра сельского хозяйства РФ А. В. Гордеева, на сегодняшний день в России остаются невостребованными около 20 млн га продуктивной пашни. Этот ресурс можно было бы использовать для выращивания энергетических сельскохозяйственных культур, к примеру, рапса.

Россия располагает достаточной сырьевой базой для развития биоэнергетики. Это, прежде всего, органические отходы АПК, городов и лесопереработки. В настоящее время ежегодный объем производимых органических отходов АПК и городов по регионам России в сумме составляет почти 700 млн т (рис. 5.2 и 5.3). Из этого количества отходов можно ежегодно получать до 58 м<sup>3</sup> биогаза, до 90 млн т пеллет, до 330 тыс. т этанола и до 165 тыс. т растворителей (бутанола и ацетона). Громаден потенциал России в производстве биотоплива, он сопоставим с потенциалом США — около 1 млрд т биомассы.

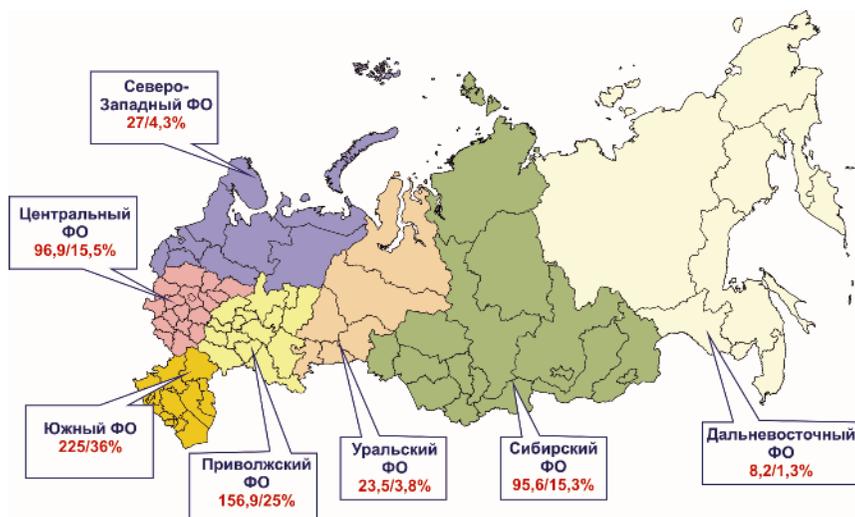


Рис. 5.2. Распределение суммарного количества органических отходов АПК в 2005 г. по федеральным округам, млн т

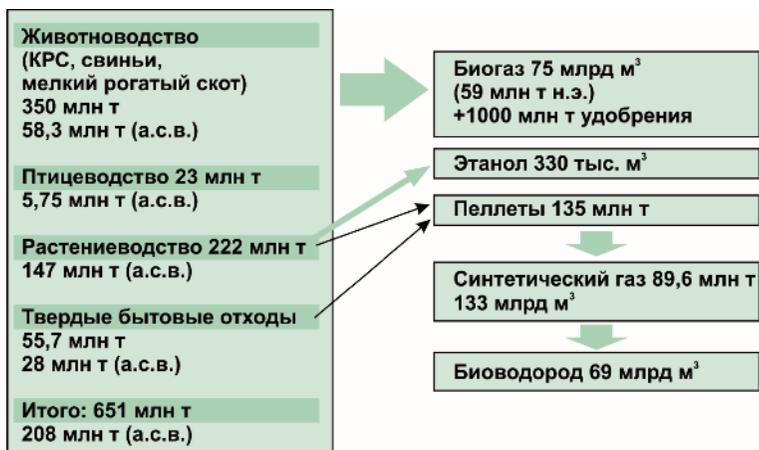


Рис. 5.3. Потенциальные возможности получения биотоплива в России из отходов сельскохозяйственного производства и твердых бытовых отходов (ТБО)

В последние десятилетия особый интерес вызывают высокоэнергетические культуры, т.е. культуры с высоким удельным содержанием углеводов. Это масличные культуры (рапс, сурепица, соя, подсолнечник и др.), используемые для производства дизельного биотоплива (биодизельное топливо, биодизель), зерновые (кукуруза, пшеница, сорго и др.) и технические (сахарная свекла, сахарный тростник и др.), используемые для производства биоэтанола. Доля высокоэнергетических культур в общей площади сельскохозяйственных угодий представлена на рис. 5.4.

Для производства биодизельного топлива можно использовать различные виды растительных масел, в том числе подсолнечное и соевое, которые традиционно производятся в России, однако основной сырьевой базой биотоплива является яровой и озимый рапс. Ресурсные возможности России в производстве биодизельного топлива представлены в табл. 5.2.

Площади посева рапса в 2001-2005 гг. составляли 134-260,5 тыс. га, валовой сбор 113-276 тыс. т, урожайность семян 8,4-11 ц/га. В структуре посевных площадей доля рапса составляет лишь 0,1-0,27% от всей посевной площади сельскохозяйственных культур и 3-4% от посевной площади масличных культур (рис. 5.5). В кон-

це 1980-х годов доля рапса от площади масличных составляла более 7%. При этом более половины его в европейской части страны были сосредоточены в Южном и Приволжском федеральных округах с благоприятными условиями для возделывания подсолнечника и сои.

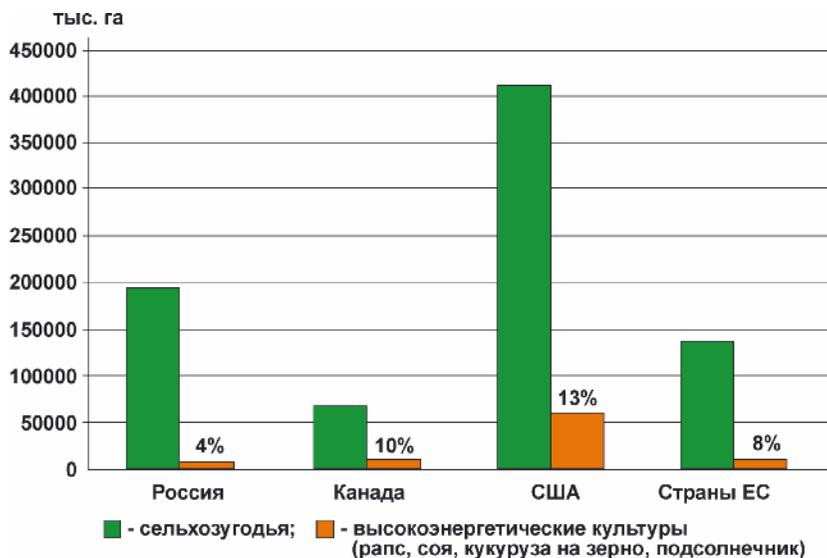


Рис. 5.4. Доля высокоэнергетических культур (рапс, соя, кукуруза, подсолнечник) от общей площади сельскохозяйственных угодий

## 5.2. Ресурсные возможности России в производстве дизельного биотоплива

Показатели	Значение
Возможные площади для возделывания рапса, млн га	2,25
Средняя урожайность, ц/га	20
Валовой сбор, млн т	4,5
Производство, млн т:	
рапсовое масло	1,58
биодизель	1,35

По данным Всероссийского научно-исследовательского и проектно-технологического института рапса (ВНИПТИР), с учетом почвенно-климатических условий России потенциальная площадь подсолнечника оценивается в 6,2-6,5 млн га, сои – 1-1,2, общая площадь рапса – 5,2-6, в том числе на пищевые и технические цели – 2,2-2,5, на корма и зеленое удобрение – 3-3,5 млн га. При этом из 2,5 млн га рапса, которые могут быть использованы для получения масла, примерно 85-90% площадей должны быть отведены для ярового рапса, 7-10 – для озимого (Северный Кавказ, южная часть Центрального региона, Калининградская область) и 3-5% – для возделывания яровой сурепицы (северный, северо-западный и восточно-сибирский регионы).

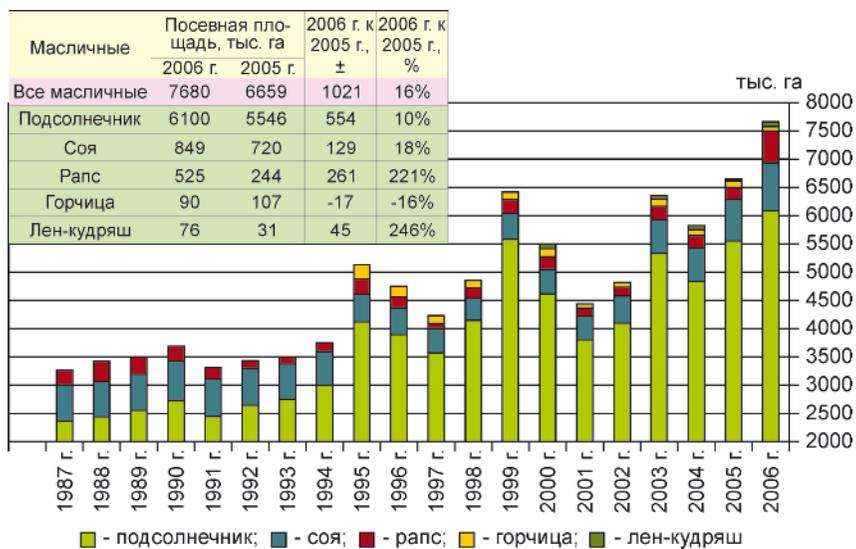


Рис. 5.5. Посевные площади масличных культур в 1987-2006 гг.

Природно-климатические условия большинства сельскохозяйственных районов России благоприятны для возделывания ярового рапса. Особенно перспективен яровой рапс для северных районов страны благодаря холодостойкости и универсальности использования. Возделывание его в Северо-Западном, Центральном районах, на Урале и в Сибири значительно уменьшит зависимость этих регионов от поставок продовольственного и техни-

ческого масла, жмыхов и шротов для животноводства и птицеводства. Потенциальная площадь посевов ярового рапса в Центральном районе оценивается в 200-250 тыс. га, в Центрально-Черноземных областях – 180-200, в Поволжье – 230-250, в Уральском регионе – 500-550 и Сибири – 650-700 тыс. га.

Несмотря на значительное увеличение площадей посева рапса за последние два года урожайность его практически не изменилась. Более того, если урожайность озимого рапса в 2005 г. (16,7 ц/га) и 2006 г. (16,3 ц/га) была на уровне среднесулетней, то урожайность ярового рапса в 2006 г. (8,9 ц/га) примерно на 1,5 ц/га ниже по сравнению с урожайностью прошлого года.

Динамика валовых сборов масличных культур за последние два десятилетия показана на рис. 5.6. Основную долю в валовом производстве маслосемян занимают подсолнечник – 87,5%, соя – 7,1 и рапс – 3,5%.

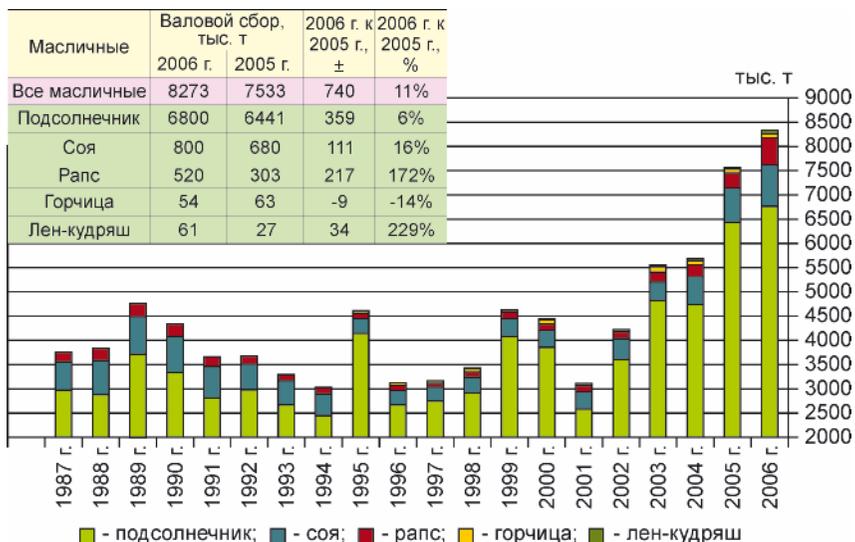


Рис. 5.6. Валовой сбор семян масличных культур в 1987-2006 гг.

В 2006 г. из валового сбора семян рапса в 520 тыс. т в Центральном федеральном округе собрано – 160 тыс., Северо-Западном – 65, Южном – 118, Приволжском – 148, Уральском – 4 и Сибирском федеральном округе – 25 тыс. т.

Резервы дальнейшего увеличения производства растительного масла за счет подсолнечника и сои практически исчерпаны, поскольку фактическая площадь посева этих культур в регионах, благоприятных для их возделывания, приблизилась к максимальному значению. Дальнейший рост площадей под этими культурами приведет к ухудшению фитосанитарной ситуации в посевах и резкому увеличению производственных затрат на борьбу с вредителями и болезнями. На данном этапе основным резервом увеличения объемов производства растительного масла является, прежде всего, расширение посевов масличных культур за счет рапса.

Значительный рост производства ярового рапса уже наметился в центральных районах страны – это, прежде всего, Липецкая, Орловская, Тульская области. Именно здесь наблюдается избыток производственных мощностей по переработке масличных, которые будут охотно загружаться рапсом. Орловская область расширяет производство рапса рекордными темпами и уже вышла на второе место по сбору маслосемян после Республики Татарстан.

Природные условия России позволяют развернуть широкомасштабное производство масличного рапсового сырья, однако посевные площади и валовое производство масличного сырья из рапса в России до 2005 г. составляли не более 3-4%. Динамика производства масличного рапса представлена в табл. 5.3 и на рис. 5.7.

По данным Росстата, в 2006 г. посевные площади под рапсом составили 525 тыс. га. В основе значительного роста данного показателя лежат инвестиционные влияния крупных операторов индустрии, обладающих возможностью самостоятельно перерабатывать масличные семена. По оценке ИКАР, валовой сбор рапса в 2006 г. может составить примерно 520 тыс. т. На рис. 5.8 представлена динамика и прогноз производства рапса в России в 1999-2012 гг.

Потенциал производства масличных культур в России очень велик. Рост валовых сборов семян рапса в последние годы является результатом спроса на сырье со стороны маслоперерабатывающих предприятий. Кроме того, стимулирование производства рапса со стороны производителей биодизельного топлива, а также необходимость диверсификации растениеводческой отрасли предопределяют увеличение площадей под рапсом в среднесроч-

ной перспективе. Это подтверждается и разработанной ВНИП-ТИР научно-обоснованной концепцией размещения рапса и сурепицы в России.

### 5.3. Динамика производства рапса в Российской Федерации

Год	Площадь, тыс. га	Урожайность, ц/га	Валовой сбор семян, тыс. т
1976-1980	2,7	5,5	1,5
1981	38,4	3,8	14,5
1985	73,4	7,1	52,3
1990	257,3	10	258,1
1995	102,4	6,7	135,5
2000	233	6,4	148
2001	134,1	8,4	112,5
2002	145,2	7,9	115
2003	229,5	8,4	192
2004	251,2	11	275,9
2005	243,6	12,4	302,7
2015 (проект)	2000-2500	14	2800-3500

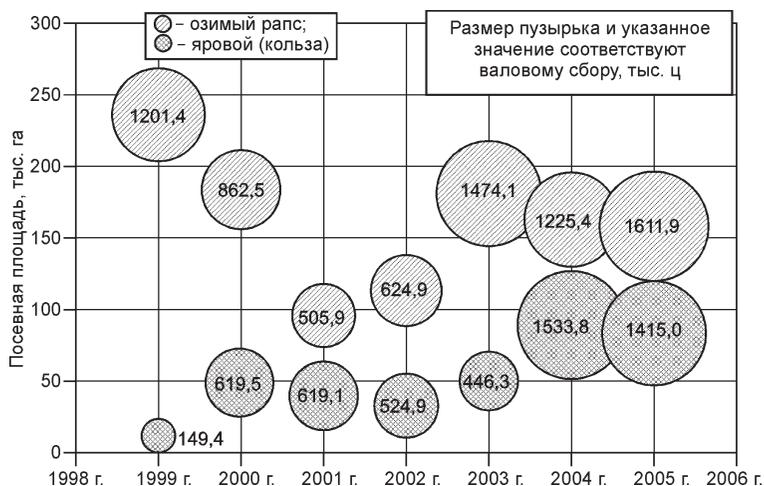


Рис. 5.7. Динамика посевных площадей и валового сбора озимого и ярового рапса в России (1999-2005 гг.)



Рис. 5.8. Динамика и прогноз производства рапса в России, тыс. т

По оценкам экспертов, с сырьем для производства биоэтанола в России проблем значительно меньше, чем для биодизеля. В качестве биомассы для производства биоэтанола можно использовать часть урожая таких культур, как кукуруза, сахарное сорго, пшеница (табл. 5.4) и сахарная свекла (табл. 5.5).

#### 5.4. Ресурсные возможности России в производстве биоэтанола, тыс. га

Посевная площадь	2005 г.	2010 г. (прогноз)
Пшеница	25400	29000
Кукуруза	868	1400
Сахарное сорго	120	400
<b>Итого</b>	<b>26388</b>	<b>30800</b>

#### 5.5. Потенциальные возможности по производству топливного биоэтанола из мелассы

Федеральный округ	Производство		
	сахарная свекла, млн т	меласса, млн т	этанол, тыс. т
Центральный	10,4	0,52	182,0
Южный	6,7	0,335	117,25
Приволжский	4,3	0,21	73,5
Сибирский	0,866	0,043	15,1

На рис. 5.9 показана динамика посевных площадей и валовых сборов культур зерновой группы в 1990-2006 гг. По предварительным данным Росстата, валовой сбор зерна в России в 2006 г. в хозяйствах всех категорий составил 77,9 млн т, что на 0,4% меньше прошлогоднего.



5.9. Посевные площади и валовые сборы зерновых культур в 1990-2006 гг.

В стране существует избыток производства зерна (от 5 до 12 млн т в год в зависимости от валового сбора), который может быть переработан в биотопливо. Кроме того, в России имеются возможности для расширения площадей под сахарной свеклой и картофелем. Однако несмотря на то, что поиск альтернативных видов топлива активно ведется самыми разными компаниями, ни один из предложенных вариантов, кроме газомоторного топлива, не нашел в стране практического воплощения.

По ориентировочным оценкам ВНИИ НП, потребность в этаноле, который может использоваться в качестве добавки к бензину согласно действующим стандартам, составляет около 320 тыс. т, или около 1% от объема производства бензина, в том числе 200 тыс. т гидролизного и 120 тыс. т синтетического этанола.

В последние годы привлекает к себе интерес и сорго, причем не только как кормовая, но и как ценная техническая культура

для производства биоэтанола. С 1 га посевов можно произвести 3-5 т спирта. Этанол можно производить из любой биомассы, но выход его будет значительно колебаться (рис. 5.10).

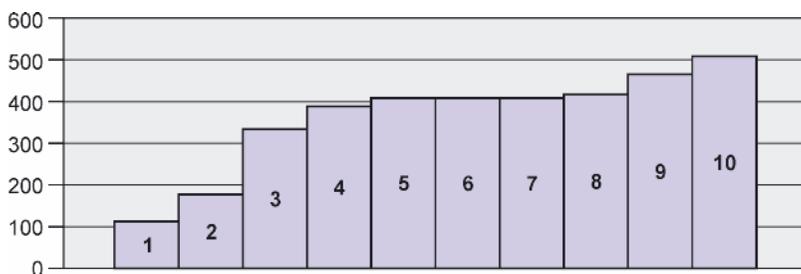


Рис. 5.10. Выход биоэтанола из 1 т сырья различных видов биомассы: 1 — картофель; 2 — кассава; 3 — овес; 4 — ячмень; 5 — пшеница; 6 — майло (тип сорго); 7 — рожь; 8 — кукуруза, 9 — рис; 10 — сорго

В зоне сухих степей сахарное сорго можно высевать на площади не менее 300-400 тыс. га, что позволит производить 1-1,5 млн т биоэтанола в год.

В 1986-1990 гг. в ФГНУ РосНИИСК «Россорго» была смонтирована установка по производству патоки и этилового спирта из биомассы сахарного сорго. При работе линии в расчетных параметрах выход сока в среднем составил 30% к общей массе сорго, а патоки — 7-8%. Такая переработка обеспечивала получение 80-100 кг кормового сахара из 1 т зеленой массы.

При равной урожайности сахарного сорго и кормовой свеклы 200 ц/га выход кормового сахара с 1 га посева составил соответственно 1400-1500 и 1100-1200 кг. Себестоимость его производства из сорго на экспериментальной линии составила 47-55 коп/кг, а из свеклы при ее прямом использовании из хранилищ достигла 65-71 коп/кг. (Использование сахарного сорго для производства сока и патоки. — Саратов, 1989).

Эта проблема имеет и другой важный аспект. Организация производства этанола в больших масштабах позволит привлечь широкие слои фермеров, которые будут иметь стабильные зака-

зы на зерно и биомассу сорго по приемлемым ценам, что значительно улучшит их финансовое состояние.

Анализ информационных материалов показывает, что производство энергонасыщенных культур требует больших затрат и средств, использования специализированной техники. Поэтому значительное расширение посевных площадей, повышение урожайности и сбора продукции на нынешнем этапе невозможны без экономической поддержки и помощи государства.

По всем энергонасыщенным культурам разработаны межведомственные или ведомственные государственные программы. Некоторые из них приняты к исполнению Правительством Российской Федерации. Ряд мер, направленных на стимулирование производства высокоэнергетических культур, биодобавок и белковых кормов, уже реализуется:

- оказывается государственная поддержка сельскохозяйственным товаропроизводителям при приобретении семян по кредитам, полученным на эти цели в российских кредитных организациях, путем субсидирования части процентной ставки Банка России;

- сельскохозяйственным товаропроизводителям на условиях федерального лизинга и по инвестиционным (субсидированным) кредитам предоставляются техника и оборудование, необходимые для возделывания, уборки и переработки сельскохозяйственных культур для производства биотоплива и его компонентов, оборудование для переработки отходов продукции животноводства, в том числе и для получения биогаза;

- государственная поддержка в форме субсидий по инвестиционным кредитам на строительство перерабатывающих производств и комплектацию их технологическим оборудованием.

Правительству Российской Федерации необходимо решить вопрос об оптимизации торговых пошлин в пользу российских производителей продукции энергонасыщенных культур — сои, кукурузы, рапса, сорго.

Возможности производства биогаза по регионам России и его использование при эксплуатации машинно-тракторного парка представлены на рис. 5.11. Потенциальные возможности страны в производстве биотоплива методом пиролиза — в табл. 5.6.

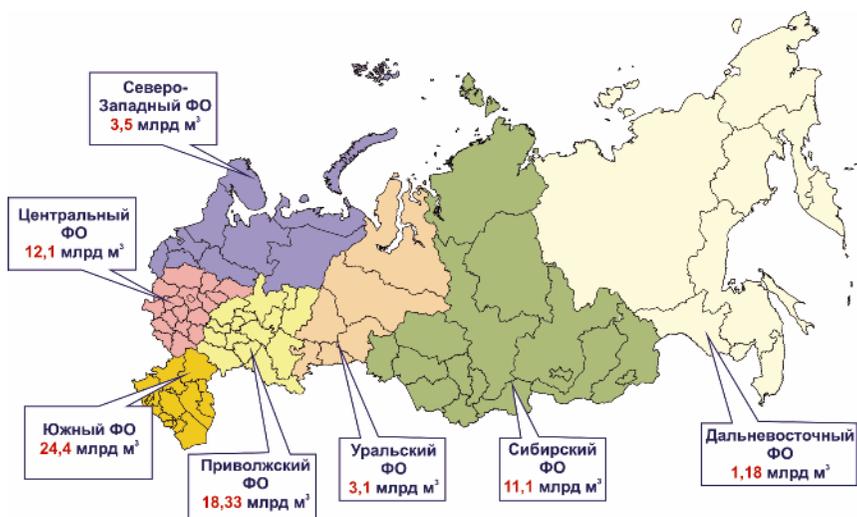


Рис. 5.11. Возможности производства биогаза по регионам России

### 5.6. Возможности России в производстве биотоплива методом пиролиза

Растительные отходы и местное сырье	Ежегодно образующиеся запасы сырья, тыс. т	Количество топлива, которое может быть произведено из этих запасов, тыс. т у.т.
Солома	40000	17142
Стержни кукурузы	400	194
Лузга	1320	641
Костра	20	9
Древесные опилки	600	300
Торф	1000	400
<b>Всего</b>	<b>43340</b>	<b>18686</b>

Общее количество органических отходов АПК составило в 2005 г. 624,2 млн т (225 млн т по с.в.). По энергосодержанию — 80,4 млн т н.э. Из них по птицеводству — 23,1 (5,8) млн т — 1,5 млн т н.э., животноводству — 349,7 (58,3) млн т — 17,5, растениеводству — 222,2 (147) млн т — 54,1, по перерабатывающей промышленности — 29,2 (14) млн т — 7,3 млн т н.э.

При использовании 20% урожая производство биоэтанола может составить 3,3 млн т, а доля его в общем объеме потребления бензина к 2010 г. — 13,2%.

Современное сельское хозяйство России ежегодно потребляет 2 млн т бензина и 4,8 млн т дизельного топлива.

По многолетним исследованиям советских и российских специалистов, 1 л бензина или дизельного топлива может быть заменен 1 м<sup>3</sup> природного газа в сжатом состоянии (1 м<sup>3</sup> природного газа эквивалентен 2 м<sup>3</sup> биогаза).

Для нужд транспорта и сельскохозяйственных машин необходимо в год расходовать до 16,6 млрд м<sup>3</sup> биогаза, или 25% от его потенциального производства.

### ***5.2. Материально-техническая база***

В России нет ни одного предприятия по производству биодизельного топлива, хотя имеются мощности и опыт получения растительных масел.

Большинство экспертов полагает, что производство биодизеля в России будет развиваться по сценарию западноевропейских стран путем строительства заводов большой мощности.

В средствах массовой информации и специальных изданиях в последнее время появилось достаточно много заявлений российских и западных компаний, промышленных групп о намерениях по строительству таких заводов. Проверить реальность этих заявлений с точки зрения их практической реализации пока не представляется возможным.

#### **Предложения по строительству заводов по производству биодизельного топлива**

Пять липецких агрохолдингов — «ЗеРос», «Агрохим», «Агро-Липецк», «Русагро» и «Липецкагроснабсервис» заявили о намерении в ближайшее время построить в регионе завод по выпуску и переработке рапсового масла в биодизельное топливо мощностью 120 тыс. т рапса в год. Объем инвестиций составит 10 млн евро.

Немецкие компании «Beo Obrigheim» и «Solido Project AG» еще в начале 2005 г. заявили о намерении построить в Нижне-

родской области завод по производству рапсового масла. Они подписали протокол намерений о создании совместного предприятия в России с участием «Veo Obrigheim» и российских инвесторов. Заинтересованность в проекте возникла из-за активного перехода стран Европы на биодизельное топливо.

Инвестиции в строительство завода составят 15 млн евро, объем производства — 25 тыс. т рапсового масла в год, срок окупаемости — восемь-десять лет. Предполагается, что до 50% стоимости проекта профинансирует ЕС, 20-25% — «Veo Obrigheim» (компания поставит маслоэкстракционный завод под ключ), остальное — российские инвесторы. На первом этапе масло будет отправляться через немецких участников проекта в страны Европы для производства биотоплива, чтобы ускорить окупаемость завода.

Администрация Нижегородской области подтвердила готовность оказать компании помощь при решении всех вопросов строительства завода. Если проект окажется эффективным, то мощности завода увеличатся вдвое, а затем начнется строительство еще двух заводов на юге области. Максимальный объем производства трех заводов — 150 тыс. т рапсового масла в год, общие инвестиции — около 90 млн евро. Для этих целей потребуются 450 тыс. т маслосемян в год, а площади посева должны составить 225 тыс. га. Кроме того, рассматриваются возможности строительства завода по производству биотоплива из рапсового шрота мощностью 25 тыс. т топлива в год. Его стоимость составит 43 млн евро, срок окупаемости — восемь лет.

Администрация Краснодарского края одобрила проект строительства маслоэкстракционного завода по переработке рапса, предложенного австрийской компанией S.T.C. GmbH. Предполагается, что предприятие будет производить до 250 тыс. т масла в год, которое будет направляться в Западную Европу в качестве сырья для производства моторного биотоплива. Стоимость проекта оценивается в 30 млн евро. Проект имеет хорошие экономические перспективы, если в крае удастся вырастить достаточное количество сырья.

Вторым проектом на территории Краснодарского края, к реализации которого приступили немецкие инвесторы, является

строительство в Мостовском районе завода по переработке рапса мощностью до 150 тыс. т. семян в год. Конечный продукт переработки — рапсовое масло — будет поставляться в Германию для производства биотоплива. По информации администрации района, германская сторона предполагает закупать рапс по цене около 200 евро/т и рассчитывает вложить в строительство около 15 млн евро. Чтобы обеспечить мощность завода сырьем, необходимо будет засеять рапсом не менее 60-65 тыс. га.

Руководство ООО «Азовская судовой верфь» (Ростовская область) объявило о планах строительства на территории предприятия завода по выпуску биодизеля мощностью 150 тыс. т в год. Собственники «Азовской судовой верфи» представили в областную администрацию бизнес-план и технико-экономическое обоснование проекта, в соответствии с которым под этот проект будет создано отдельное акционерное общество и определен генеральный подрядчик строительства. Реализация проекта будет осуществляться за счет собственных средств компании, а также средств привлеченных инвесторов. По предварительным оценкам, общая стоимость проекта составит 60 млн евро. Продавать биодизель собственники намерены за границу, где расположены основные потребители этого вида топлива.

ЗАО «Холдинговая компания «Золотой колос» (Республика Татарстан) намерено построить в республике комплекс по переработке рапса в биотопливо мощностью 300 тыс. т сырья в год. Проект находится в стадии рассмотрения. Холдинг намерен реализовывать конечную продукцию в виде масла и биотоплива, в том числе экспортировать их в Европу. На строительство планируется привлечь иностранные инвестиции, в частности, австрийские. Предполагается, что масло рапса будет поставляться в Австрию, а оттуда — в другие страны Европы. Стоимость создания производства оценивается примерно в 30 млн евро.

ОАО «Нэфис косметикс» (Республика Татарстан) в 2007 г. планирует запустить под Казанью маслоэкстракционный завод мощностью 300 тыс. т маслосемян в год, рассчитанный и на переработку рапса. Продукция завода будет ориентирована в основном на пищевую промышленность, тогда как проект «Золотого

колоса» — только на топливно-энергетический комплекс. Обеим компаниям нужно быть готовым к тому, чтобы закупать рапс за пределами республики, поскольку «Нэфис косметикс» собирается в дальнейшем довести мощности своего завода до 600 тыс. т маслосемян в год. Пока же местного сырья не хватает даже на загрузку первого этапа производства.

Достигнута договоренность между администрацией Курганской области и немецкими компаниями «Kai Runge» и «Malch & Partner GmbH» о создании совместного предприятия по производству рапса и рапсового масла на территории области.

В Группу компаний «Прод экс» входят завод по производству масла из семян подсолнечника, рапса и сои ООО «Красная горка» мощностью 7 тыс. т масла в год, предприятие по подготовке, сушке и хранению зернового сырья ООО «Зернопродукт» со складами вместимостью 25 тыс. т (Томская область), завод по производству масла из подсолнечника и рапса ООО «Степные ключи» (Алтайский край) мощностью 6 тыс. т масла в год.

Томская Группа компаний «Прод экс» намерена до 2009 г. увеличить производство растительных масел до 200 тыс. т в год, вложив в это 1,2 млрд руб. Первым проектом группы станет строительство завода по производству рапсового масла в Кемеровской области стоимостью 350 млн руб. и мощностью 73 тыс. т. в год. Производство разместят на площадке с имеющейся инженерной инфраструктурой в г. Топки, который расположен недалеко от г. Кемерово. Участники томского масложирового рынка считают, что проект окупится, если компания найдет внешние рынки сбыта.

Потребность завода в рапсе составит примерно 200 тыс. т в год, она будет обеспечиваться местными производителями. В 2007 г. рапсом будет засеяно 37 тыс. га, а к 2009 г. — 125 тыс. га. Планируется собрать соответственно 45 тыс. и 150 тыс. т семян рапса. Все произведенное рапсовое масло компании «Прод экс» планируют поставлять в качестве сырья для производства биодизельного топлива зарубежным компаниям.

В настоящее время все рапсовое масло, которое производит ООО «Красная горка», поставляется в Данию, но в группе компаний не исключают возможности создания собственного производства биодизеля за рубежом.

Компании «Юг Руси» и «Астон», способные перерабатывать рапс, дают неопределенные заявки о намерениях запустить заводы по производству биотоплива, в том числе в Европе (Германия и Словения).

В Алтайском крае (при участии немецких фирм) в 2007 г. планируется засеять рапсом 10 тыс. га для переработки его в масло и биодизель.

В 2006 г. ООО «Лаваль» засеяло рапсом в Ленинградской области 2 тыс. га для производства топлива.

Компания «Разгуляй» планирует строительство в Ставропольском крае завода по производству биотоплива из рапса.

### **Зарубежное и отечественное оборудование для производства биотоплива в России**

В связи с расширением применения растительного масла в качестве биологического топлива и приготовления на его основе биодизеля многие фермерские хозяйства России производят эти топлива на децентрализованных установках, в том числе зарубежного производства.

Первая компактная установка САФ 200-1 для производства растительного масла, которая может выполнять полный производственный процесс, была создана немецкой фирмой «Аграртехник унд Хандельсгезельшафт Харальд Клозе мбХ». Все необходимые элементы для производства масла размещаются в стандартном 20-футовом контейнере. Установка может использоваться в любом фермерском хозяйстве. Она укомплектована экструдером высокой мощности КК40 «Универсал», фильтром грубой очистки, смесительной установкой, прессом с камерным фильтром ЛЛ 470710РР.

### Техническая характеристика установки CAF-200-1

Мощность, кг/ч	80 (по сырью)
Выход масла, %	30-34
Вместимость бункера, м <sup>3</sup>	1,2
Потребная мощность, кВт	6
Напряжение, В	380
Используемые культуры	все масличные
Управление	автоматическое
Масса, кг	3500

Применение высококачественного экструдера гарантирует холодное прессование, что является условием соблюдения норм для рапсового масла как горючего. Фильтр из нержавеющей стали производит первую грубую очистку масла. Через смеситель добавляется в заключение кизельгур, который связывает взвешенные частицы. Оптимальный эффект достигается постоянным перемешиванием. В конце процесса очистки используется высокопродуктивный фильтр с подключенной ступенью микрофилтра. Установка рассчитана на 24-30 ч работы при полной загрузке без участия оператора.



Рис. 5.12. Маслоэкстракционный пресс  
*Komet S120 F*

Фирмы «IBG Monforts» и «Oekotec GmbH & Co» (Германия) считаются экспертами в области технологий по переработке масличного сырья. Они предлагают маслоэкстракционные прессы Komet (рис. 5.12), которые работают не по распространенной компрессионно-шнековой

технологии, а с использованием транспортного шнека и имеют явное преимущество: семена не размалываются, а измельчаются и раздавливаются, получаемая масса транспортным шнеком подается к прессовальной насадке, где семена в узком зазоре отпрессовываются при наименее возможной низкой температуре. В ре-

зультате получается натуральное масло высшего качества. Для очистки и осветления его фильтруют с помощью фильтровальных прессов Kristal.

Небольшое количество масла можно оставлять на 24 ч в сборном резервуаре, чтобы дать возможность осесть взвешенным частицам. Затем масло переливают в чистые сосуды. Прессы для экстракции масла Komet требуют незначительных затрат на чистку, что обеспечивает быструю смену порции семян. Поставляются машины как с электро- и дизельным мотором, так и с ручным приводом. Установив машину на прочном столе, можно начинать производство масла. В зависимости от вида семян можно экстрагировать при прессовании до 93% масла. Технические данные маслоэкстракционных прессов и резальной машины представлены в табл. 5.7.

**5.7. Техническая характеристика оборудования фирм «IBG Monforts», «Oekotec GmbH & Co» (Германия)**

Модель	Производительность, кг/ч*	Мощность электродвигателя, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
<i>Маслоэкстракционные прессы</i>				
Komet CA59G	3-5	1,1	680x580x550	80
Komet D85-1G	10-25	3,0	1080x825x600	310
Komet DD85G	20-50	3,0	1080x825x600	325
Komet S120F	50-100	7,5	1670x825x1320	440
Komet CA59-1H	1-3	ручной привод	910x600x830	30
Polar F200	180-200	11-15	2150x600x830	750
<i>Резальная машина</i>				
Crusher CRO1	100-300	1,5	1000x400x500	60

\* В зависимости от типа и массы прессуемого материала.

Фирмы выпускают и более мощный пресс Polar для промышленного производства масла при переработке большого количества семян. Он оснащен компрессионным шнеком и благодаря

компактности может устанавливаться даже в небольшом помещении. Для очищения отпрессованного масла от взвешенных частиц масло закачивается в фильтр-пресс Kristal через специальную текстильную ткань. Фильтровальные прессы выпускаются различной производительности (табл. 5.8).

### 5.8. Техническая характеристика фильтровальных прессов Kristal

Производительность, л/ч	Число фильтровальных рам	Фильтрующая поверхность, м <sup>2</sup>	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	
				пресса	насоса
<i>D12H</i>					
300	84	30	3950x900x1400	1600	50
400	126	45	4850x900x1400	2100	50
<i>D11H</i>					
20	20	3,2	2100x700x1230	270	50
50	40	6,4	2450x700x1230	340	50
90	60	9,6	2800x700x1230	420	50
140	80	12,8	3200x700x230	480	50
<i>D11M</i>					
20	20	3,2	10307x700x1230	210	50
50	40	6,4	1600x700x1230	280	50
90	60	9,6	2040x700x1230	360	50
140	80	12,8	2500x700x1230	420	50
<i>D18M</i>					
10	15	0,64	600x300x400	28	12

До сих пор только в промышленном масштабе была возможна переэтерификация растительного масла и натуральных жиров в биодизельное топливо с покрытием издержек. Благодаря конструкции биодизельных установок фирм «IBG Monforts», «Oekotec GmbH & Co» удалось сэкономить на затратаемых узлах без ущерба для качества получаемого топлива. В результате стала возможной рентабельная работа децентрализованной установки годовой мощностью 450 т биодизеля.

Фирмы предлагают четыре типоразмера установки для производства биодизельного топлива BioDieselPlant (рис. 5.13.) ежедневной производительностью 500, 1000, 2000 и 4000 л или ежегодной — 450, 900, 1800 и 3600 т.

Установки работают круглосуточно в автоматическом режиме, более 75% времени они не обслуживаются персоналом.

На один цикл технологического процесса необходимо:

Загрузка	Выгрузка
Растительное масло — 1020 кг (1121 л)	Биодизель — 1000 кг (1136 л)
Метанол — 163 кг (205 л)	Глицерин — 130 кг (130 л)
Катализатор — 15 кг	Промывочная вода — 180 кг (180 л)
Вода — 100 кг (100 л)	

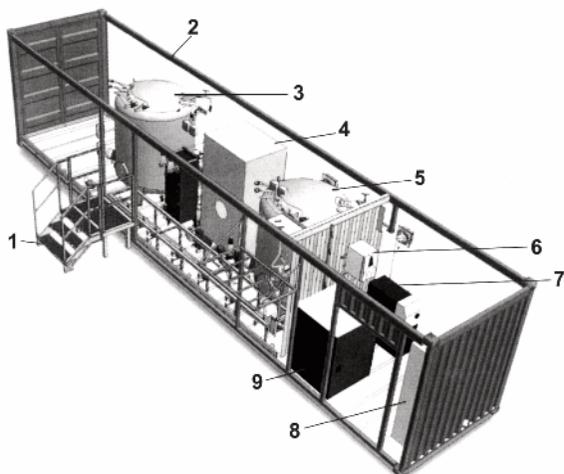


Рис. 5.13. Установка BioDieselPlant для производства биодизельного топлива: 1 – лестенка; 2 – контейнер; 3 – первый реактор для периодического процесса; 4 – буферный танк; 5 – второй реактор для периодического процесса; 6 – осмос; 7 – бойлер; 8 – распределительный шкаф с системой управления и монитором с сенсорным экраном; 9 – прибор для контроля температуры в процессе дистилляции

Весь процесс протекает в одном контейнере и в зависимости от качества исходного сырья заканчивается через 6-8 ч. Управление — автоматическое с программируемым контроллером. Визуализация процесса осуществляется через монитор с сенсорным экраном, что позволяет в любое время видеть состояние установки. Благодаря непрерывной регистрации данных обеспечиваются контроль и воспроизводимость процесса.

Процесс производства биодизельного топлива в установках состоит из семи этапов, начиная с первоначального заполнения и заканчивая заполнением цистерны биодизельным топливом:

*первый* — подготовленная масса из растительного масла (триглицерида) и жира загружается в центральный резервуар из нержавеющей стали и подогревается;

*второй* — в нагретый продукт добавляется определенное количество метанола и катализатора, происходит этерификация в сложный метиловый эфир жирных кислот и глицерин;

*третий* — образовавшийся глицерин оседает в виде плотного осадка в нижней секции резервуара и затем удаляется;

*четвертый* — неочищенное биодизельное топливо промывается водой для удаления загрязнений;

*пятый* — за короткий промежуток времени вода оседает в нижней секции резервуара, откуда затем удаляется (этапы четвертый и пятый можно повторять несколько раз в зависимости от качества сырья);

*шестой* — резервуар, в котором вырабатывается топливо, нагревают с целью дистилляции, при этом неосевшие вода и метанол полностью удаляются под вакуумом;

*седьмой* — окончательно обработанное биодизельное топливо перекачивается насосом в резервуар-хранилище (танкер). После этого цикл можно начинать заново.

Все узлы установки BioDieselPlant высокого качества и подобраны друг к другу. Предохранительные устройства установлены в соответствии с правилами техники безопасности. Установка удобна для транспортировки, помещается в стандартном контейнере в готовом для эксплуатации виде, что обеспечивает кратчайшее время ввода в эксплуатацию и почти исключает ошибки при монтаже.

Затраты на производство энергии и получение ее со стороны, а также на техническое обслуживание установки небольшие, так как процессы перекачивания и переключения клапанов сведены к минимуму, кроме того, используется технологическое тепло.

Циркуляционный принцип предусматривает утилизацию вторичных продуктов (глицерин и промывочная вода) в качестве субстрата в биогазовых и очистных установках. Тем самым достигается полное энергетическое использование исходного сырья.

Полученный на установке BioDieselPlant биодизель отвечает современным нормам DIN 51606 и европейскому стандарту TN 14214.

ООО «ТехЭкспресс» предлагает мини-заводы по производству биодизеля из рапса производительностью от 100 т рапса в год, выход масла от 340 л из 1 т рапса. В состав мини-завода входят пресс и камерный фильтр, после фильтрации через который готовое рапсовое масло можно заливать в топливный бак. Себестоимость биодизеля собственного производства в хозяйстве будет намного ниже стоимости дизельного топлива, которое используется в сельскохозяйственной технике.

К поставке предлагается также мини-завод (мощность переработки 500 т в год), в который входит комплект оборудования для выдавливания масла методом холодного отжима из семян масличных и некоторых других культур. Все оборудование произведено в Германии, имеет высокие качество и надежность для длительной эксплуатации.

ООО «ТехЭкспресс» готово полностью взять на себя организацию производства рапсового масла в хозяйстве, обучение персонала и дальнейшую поставку запасных частей и расходных материалов. Схема производства топлива из рапсового масла на оборудовании ООО «ТехЭкспресс» представлена на рис. 5.14, а техническая характеристика прессы — в табл. 5.9.

Для получения масла используются рапс, подсолнечник, рыжик, соя, арахис, льняное семя, черный тмин, тыквенные и виноградные семечки, конопля, кунжут, амарант и др.

В комплект поставки прессов КК 40 входят стандартные выжимающие форсунки, инструмент, предварительный нагреватель пресс-головки, ванна для слива масла, электрическое оборудование.

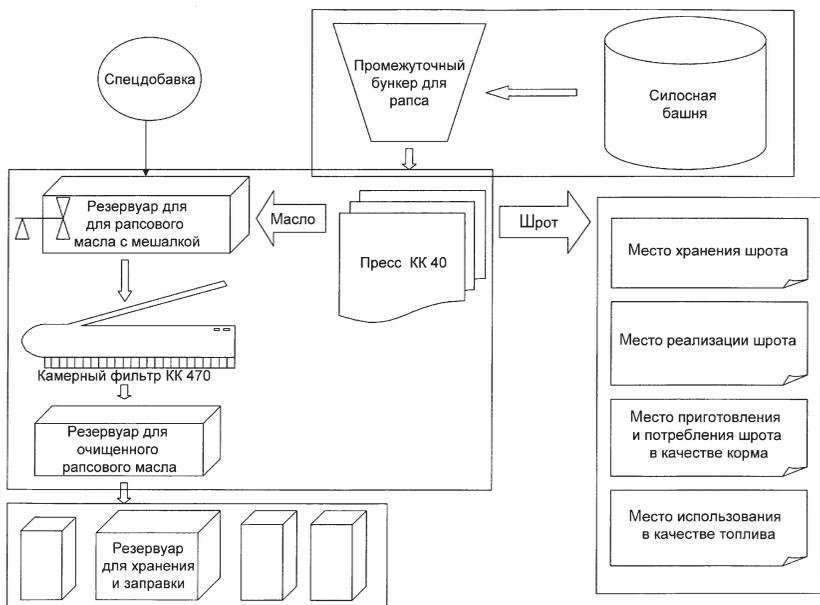


Рис. 5.14. Блок-схема производства биодизеля (дизельного топлива из рапсового масла)

### 5.9. Техническая характеристика прессы для выдавливания масла КК40

Показатели	КК 40/2 «Стандарт»	КК 40/Ф «Универсал»
Производительность, кг/ч	40	
Мощность двигателя, кВт	3,5	4
Напряжение, В	230/400	
Потребная электроэнергия, кВт·ч	1,6*	
Габаритные размеры, мм	480x480x620	
Масса, кг	200	

\* Для рапса.

Дополнительно предлагаются специальное оборудование для различных культур, счетчик часов работы.

### Техническая характеристика камерного фильтра ККФ 470/10-3

Число фильтровальных плит	10 (возможно увеличение до 15, а при увеличении станины максимально до 25)
Фильтровальная площадь, м <sup>2</sup>	3,9 (возможно увеличение до 5,8)
Вместимость камер, л	40 (возможно увеличение до 60)
Рабочее давление, МПа	0,3
Затвор	механический
Насос	эксцентрический шнековый
Подача насоса, л/ч	600
Размеры фильтровальных плит	470x470 (из «HDPP»)

Специальный аварийный фильтр находится внутри корпуса с напорной арматурой. В камерный фильтр входят ванны для жмыха, оборудование управления давлением и электрическим подключением, штекер «SEKON» на 16А, фильтровальные плиты, обтянутые фильтровально-суконными мешками, которые изготовлены из специального материала для растительных масел, многоразового использования.

Чтобы двигатели прослужили долго и для предотвращения повреждений следует заправлять только растительное масло, которое отвечает требованиям германского промышленного стандарта DIN 51 605 – Rapsollkraftstoff.

### Промышленный стандарт DIN 51 605-Rapsollkraftstoff

Плотность при 15°C, кг/м <sup>3</sup>	900-930
Температура вспышки (min), °C	220
Кинематическая вязкость (max), мм <sup>2</sup> /с	36
Теплота сгорания (min), МДж/кг	36
Цетановое число	39
Осадок кокса (max), %	0,4
Содержание:	
йодное число	95-125
сера (max), мг/кг	10
фосфор (max), мг/кг	12
оксидная зола, %	0,01
вода, %	0,075
(Ca+Mg), мг/кг	20
Общее загрязнение (max), мг/кг	24

ЗАО «Порцелакивест» и ООО «Порцелак-Агро» разработали биодизельные комплексы двух типов – комплексы на основе эстерификаторов W-400 Biopress производства компании «Hydrapress» (Польша) и установок БД-800 (Украина) (табл. 5.10). Оборудование предназначено для производства биотоплива для собственных нужд агропредприятий. Основа комплексов – процессоры производства компании «Ageratec» (Швеция). Предлагаемое оборудование полностью автоматизировано (работает один оператор), отличается высокой степенью очистки биотоплива.

#### 5.10. Техническая характеристика биодизельных комплексов

Показатели	W-400 Biopress	БД-800
Производительность в сутки, л	400-2000	1000-2000
Напряжение, В/Гц	380/50	
Установленная мощность, кВт: двигателя	3,95	
нагревателя	15	
Потребление электроэнергии, кВт·ч/л	0,055	
Необходимая площадь, м <sup>2</sup>	25	25-70
Минимальная высота помещения, м	3,5	3,5-7
Габаритные размеры, мм	1380x1300x2750	Н.д.

Получаемый биодизель соответствует основным показателям евростандарта ASTM/EN-14214 и ГОСТ 305 для дизельного топлива, может использоваться для сельскохозяйственной техники отечественного и зарубежного производства.

#### Предложения по строительству предприятий для производства биоэтанола

Производство биоэтанола как добавки к моторному топливу по технологии, которая применяется в западных странах – с укороченным ректификационным циклом, в России пока не налажено. Более того, российские предприятия нефтеперерабатывающей промышленности вынуждены для производства антидетонационных присадок к высокооктановым маркам бензина при-

обретать биоэтанол, как правило, на давальческих условиях в Казахстане, где уже функционируют три завода по выпуску биоэтанола. Мощности спиртзаводов в России приведены в табл. 5.11.

### 5.11. Мощность спиртзаводов России

Показатели	Значение
Число предприятий	200
Производственная мощность, млн дкл	125
Выработано спирта в 2005 г., млн дкл	71,6
Загрузка предприятий, %	57

Что касается строительства заводов по производству биоэтанола, то российские нефтяные компании предпочитают инвестировать строительство подобных заводов за рубежом. О строительстве таких заводов на территории России пока заявили несколько компаний.

В Омске совместно с чешской компанией «Chemoprags» намерены построить завод по производству высокоэффективной добавки к топливу — биоэтанола. Предприятие способно ежегодно производить его более 50 тыс. т путем глубокой переработки пшеницы. Новый продукт, используемый для повышения качества бензина, будет востребован на отечественном рынке, если государство ужесточит экологические требования. По планам, мощность предприятия составит 1 млн т зерна, т.е. одна треть урожая, который собирают местные аграрии. Инвестиционный проект «Биокомплекс» поддерживает правительство области. При его реализации компании ООО «Титан-Агро» будут предоставлены льготы по налогам. Общий объем инвестиций при этом составит более 7 млрд руб. Реализация программы позволит создать в регионе около 1250 новых рабочих мест. Эксперты считают, что проект дает стимул для развития рынка зерна с гарантией реализации.

Томский спиртзавод «Экстрасіб» собирается отказаться от выпуска пищевого спирта и заняться производством биоэтанола, годовая мощность составит 150 тыс. т, инвестиции — 150 млн евро.

Прорабатывается вопрос о строительстве крупного завода по производству биоэтанола в Республике Татарстан. Предполагаемая мощность предприятия 200- 300 тыс. т в год.

В особой экономической зоне «Казинка» Липецкой области объявили о решении построить завод по производству биоэтанола с помощью московской компании «Виноградов», занимающейся и сельским хозяйством.

Первый завод будет заложен в Волгограде холдинговой компанией «Випойл», ввод его в строй запланирован на 2008 г. Основным сырьем для него станут кукуруза и фуражная пшеница. Поскольку в холдинге рассчитывают на поддержку компании «Лукойл», имеющей сеть автозаправочных станций за рубежом, которым необходим топливный спирт для приготовления смесей, значительный объем производства будет ориентирован на экспорт.

Проект строительства завода по выпуску биоэтанола в Волгоградской области претендует на средства инвестиционного фонда Российской Федерации. Инициаторами проекта выступают агропромышленные комплексы Волгоградской области «Випойл-Агро», «ВолгоАгроРесурс» и «Гелео-Пакс». Предварительная стоимость завода 200 млн долл. Он сможет перерабатывать около 900 тыс. т зерна с выходом до 300 тыс. т биоэтанола и около 300 тыс. т сухой барды с последующим увеличением мощности.

По мнению представителей Минпромэнерго России, проекты по производству биоэтанола являются перспективными и высококорентабельными. Применение этого продукта дает возможность обеспечить топливно-энергетический комплекс более экологически чистым и возобновляемым топливом, снизить его стоимость и парниковый эффект.

В Азовском районе Ростовской области завод по выпуску биоэтанола планируют построить через два года. Получать вещество будут из растительного сырья — пшеницы, кукурузы и сахарной свеклы. Производство биоэтанола практически безотходное, отходы будут потреблять животноводческий комплекс, но продавать этанол будут за границу. В России моторный этанол пока считается пищевым и облагается высоким акцизом — 23 р. 50 к. за 1 л, тогда как во всех странах на такое топливо акцизов нет.

Реальность заявлений о строительстве биотопливных заводов во многом будет зависеть от государственной политики и конкретных мер по стимулированию развития биоэнергетики.

По утверждению аналитиков «Русагро», строить заводы по производству биотоплива выгоднее не в России, а в Европе, где расположен основной рынок сбыта этой продукции. В европейских странах биотопливо — безакцизный товар, что значительно снижает его розничную цену. Европа гораздо предпочтительнее для размещения производства из-за особенностей законодательства. В России пока нет законов, устанавливающих обязательную добавку биотоплива в нефтяное топливо.

### **Производство сжиженного биометана**

В качестве моторного биотоплива для мобильных средств может применяться сжиженный биометан (СБМ). На основе криогенных газовых машин (КГМ) Стирлинга могут быть созданы малогабаритные комплексы по производству СБМ в автохозяйстве любого предприятия, где есть условия для получения биогаза. В качестве комплектующих для создания данных комплексов предполагается использовать только серийно производимое отечественной промышленностью оборудование. Криогенные машины Стирлинга выпускают ОАО «Машиностроительный завод «Арсенал» и НПО «Гелиймаш», а соответствующие биогенераторные установки «Кобос-1» (для крупного рогатого скота) и «Биогаз-301С» (для свиноводческой фермы на 3000 голов) — Шумихинский машиностроительный завод. Малогабаритный комплекс СБМ на основе данного оборудования позволяет получать до 700 л сжиженного биометана в сутки и обеспечить заправку 6 автомобилей типа ЗИЛ-130 или 15 легковых автомобилей. При необходимости производительность комплекса можно увеличить путем присоединения дополнительных модулей.

На основе Стирлинг-технологий можно создавать индивидуальные ожижительные комплексы производительностью по сжиженному биометану 14-40 л/ч, предназначенные специально для фермерских хозяйств. В России выпускают небольшие биогенераторные установки, разработанные в рамках федерального проекта «Индивидуальные биогазовые установки для крестьянского подворья», рассчитанные на производство биогаза при численности крупного рогатого скота до 10 голов, свиней — до 60, птицы — до 600-1000 голов.

Технико-экономические расчеты показывают, что стоимость сжиженного биометана, полученного на основе Стирлинг-технологий из местного сырья, не превысит 1,5 руб/л СБМ.

Таким образом, сжиженный биометан, получаемый из местного сырья (канализационный газ, бытовые отходы, навоз, куриный помет и т.д.), — самое дешевое и экологически чистое моторное топливо. Его можно использовать в двигателях внутреннего сгорания вместо бензина и дизельного топлива, а затраты на его производство окупаются за два-три года.

### **Предложения и оборудование по производству биогаза**

В России биогаз теоретически рассматривается как один из альтернативных источников тепловой и электрической энергии в сельской местности и как эффективный способ переработки отходов животноводства, твердых бытовых отходов и коммунальных стоков в целях их утилизации и снижения отрицательного воздействия на окружающую среду. Только в сельскохозяйственном производстве ежегодно накапливается до 250 млн т органических отходов (150 млн т — в животноводстве и птицеводстве, 100 млн т — в растениеводстве).

В России нет национальной программы поддержки строительства биогазовых установок, ни одного централизованного биогазового завода. Вместе с тем на внутреннем рынке имеются модели малых биогазовых установок отечественного производства, предназначенные для использования в личных подсобных и фермерских хозяйствах.

Проблемами разработки биогазовых технологий и создания оборудования в России занимаются несколько организаций: ЗАО Центр «ЭкоРос», АО «Стройтехника», ГНУ ВИЭСХ (Москва); ООО «Компания ЛМВ Ветроэнергетика» (г. Хабаровск); ООО «Трансфин» (г. Рыбинск); АО «Стройтехника — Тульский завод» и др. ООО «Компания ЛМВ Ветроэнергетика» разработало биогазовые установки БЭУ-10 и БЭУ-20, ООО «Трансфин» — типоразмерный ряд биогазовых установок вместимостью метантенков от 1 до 25 м<sup>3</sup>, АО «Стройтехника» — комплекс для получения биоудобрения и биогаза КУБ-1 (табл. 5.12).

## 5.12. Техническая характеристика биогазовых установок

Показатели	БЭУ-10	БЭУ-20	Биогазовые установки ООО «Трансфин»	КУБ-1
Производительность по биогазу в сутки, м <sup>3</sup>	1,5-2	50-60	0,5-12	5-9
Вместимость метантенка, м <sup>3</sup>	10	20	1-25	2,3
Установленная мощность, кВт	1,5	4	-	-
Доза суточной загрузки, кг	1*	2-4*	40-2000	-
Количество производимого удобрения в сутки, кг	-	-	35-200	-
Масса, кг	-	-	-	3700

\* Доза суточной загрузки, м<sup>3</sup>.

Компания «Фактор Лтд» (Москва) разработала и внедрила на Балахнинской птицефабрике (Нижегородская обл.) опытный образец биогазовой установки. При вместимости реактора 5 м<sup>3</sup> она способна перерабатывать 1 т помета в сутки, производить 60 м<sup>3</sup> биогаза. В ближайшее время компания готова приступить к серийному производству биогазовых установок с реакторами вместимостью до 500 м<sup>3</sup>.

ООО «СпецЭнергоСнаб» (Москва) предлагает потребителям типоразмерный ряд биогазовых установок с биореакторами вместимостью 5-400 м<sup>3</sup> и суточным выходом биогаза 20-1600 м<sup>3</sup> (табл. 5.13).

Многоукладность сельскохозяйственного производства в России и появление новых собственников в лице фермеров и крестьян вызвали необходимость разработки, создания и освоения производства биогазовых систем небольшой мощности и простых в эксплуатации.

Такие установки разработаны ЗАО «Центр «ЭкоРос». Это индивидуальная биогазовая установка для крестьянской семьи ИБГУ-1 и автономный биогазоэнергетический блок-модуль БИОЭН-1 для фермерского хозяйства или животноводческих ферм на 25 голов КРС.

### 5.13. Техническая характеристика биогазовых установок ООО «СпецЭнергоСнаб»

Вместимость биореактора, м <sup>3</sup>	5	10	25	50	100	200	400
Суточная загрузка, т	1	2	5	10	20	40	80
Выход в сутки: удобрений, т	1	2	5	10	20	40	80
биогаза, м <sup>3</sup>	20	40	100	200	400	800	1600
Эквивалентная тепловая мощность по биогазу, кВт	5	10	25	40	100	200	400
Потребная мощность, кВт·ч	1,7	3,4	7,5	15	35	70	150
Режим работы	Автоматический						

В 1992 г. АО «Стройтехника — Тульский завод» освоило производство опытных партий ИБГУ-1, в 1993 г. опытную партию выпустил машиностроительный завод в г. Юрге Кемеровской области.

В состав комплекта ИБГУ-1 входят биореактор-метантенк вертикального типа рабочей вместимостью 2 м<sup>3</sup>, газгольдер «мокрого» типа вместимостью 3 м<sup>3</sup>, загрузочный механизм (ручная таль), лестница-эстакада, приемник для жидких удобрений на 1 м<sup>3</sup>, ковш-тележка на 50 кг.

Установка ИБГУ-1 работает в полупериодическом режиме с ежесуточной загрузкой 200 кг органических отходов влажностью 85%. Температура ферментации 52-55°С. Температурный режим поддерживается с помощью ТЭНов, вмонтированных в водяную рубашку, окружающую биореактор. Суточное потребление энергии не более 15 кВт·ч при размещении биореактора в помещении. ИБГУ-1 производит в сутки до 10-12 м<sup>3</sup> биогаза, содержащего 60% метана и 40% углекислого газа. Выигрыш в энергии, произведенной в виде биогаза (230-276 тыс. кДж) против затраченной (59 тыс. кДж), составляет 4-5 раз. Годовой выход биогаза 3600 м<sup>3</sup>, что эквивалентно 2,3-2,5 т мазута. Установка может работать в любых климатических зонах России и устанавливаться на крестьянском подворье, имеющем электроснабжение.

За десять лет произведено и реализовано 86 комплектов ИБГУ-1: из них 79 — в России, 4 — в Казахстане, 3 — в Белоруссии. С 1997 г. по документации ЗАО «ЭкоРос» освоено производство таких установок на совместном китайско-российском предприятии в г. Ухань.

Опыт, накопленный при эксплуатации ИБГУ-1, и требования развивающегося рынка подобных систем позволили перейти к разработке и созданию полностью автономных биогазовых установок, не зависящих от централизованного электроснабжения.

Расчеты показали, что биогазовые установки, работающие в автономном режиме при температуре ферментации 52-55°C, способны перерабатывать не менее 500 кг отходов КРС влажностью 85%.

АО «Центр «ЭкоРос» в 1994 г. при животноводческом комплексе КРС «Поярково», АО «Агрофирма «Искра» Солнечногорского района Московской области ввели в эксплуатацию автономный биогазоэнергетический блок-модуль БИОЭН-1 по переработке отходов 20-25 голов КРС. Он комплектуется (рис. 5.15) из четырех биореакторов-метантенков общей вместимостью 8,8 м<sup>3</sup>, четырех газгольдеров «мокрого» типа — 12 м<sup>3</sup>, которые будут заменены двумя газгольдерами по 6 м<sup>3</sup> каждый, биогазоэлектрогенератора мощностью 4 кВт (на базе серийно выпускаемого бензоэлектрогенератора АБ-4Т/400-М2 Вяземского электромеханического завода Смоленской области, документация АО «Агродизель», Москва), отопительного газового водогрейного агрегата АОГВ-23,2-1 тепловой мощностью 23 кВт, серийно выпускаемого Жуковским машиностроительным заводом (г. Жуковский Московской обл.), инфракрасной газовой беспламенной горелки тепловой мощностью 5 кВт с КПД 95%, бытовой газовой четырехкомфорочной плиты.

В сутки перерабатывается до 1 т отходов КРС влажностью 85%; выход биогаза — 40 м<sup>3</sup>, количество вырабатываемой электроэнергии — 80 кВт·ч переменного тока напряжением 220-380 В, частотой 50 Гц, тепловой энергии — 230 кВт·ч/руб. (этого достаточно для отопления 120-140 м<sup>2</sup> жилой площади), жидких экологических чистых органических удобрений — до 1 т.

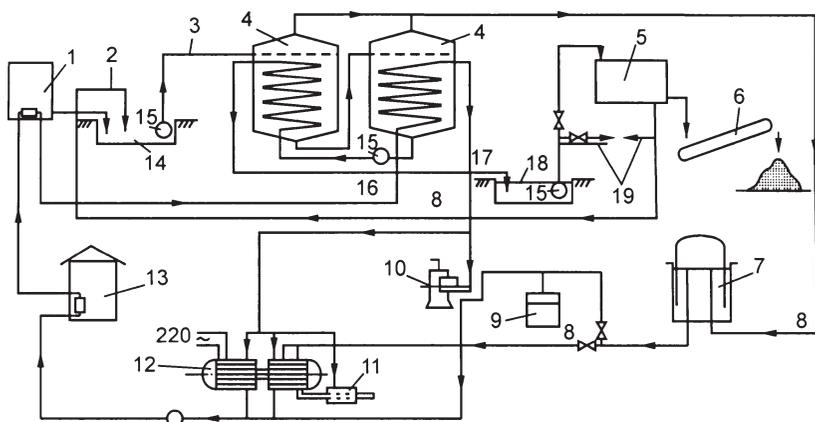


Рис. 5.15. Технологическая схема автономного биоэнергетического блок-модуля БИОЭН-1: 1 – ферма; 2 – линия подачи жидкой фракции удобрений (после разделения); 3 – линия подачи сырья в биореактор; 4 – биореакторы; 5 – центрифуга; 6 – транспортер твердой фракции удобрений; 7 – газгольдер; 8 – линия подачи биогаза; 9 – газовая плита; 10 – отопительный аппарат; 11 – рекуператор тепла выхлопных газов; 12 – биогазоэлектрогенератор; 13 – отопление помещений; 14 – емкость для хранения и подготовки сырья; 15 – насосы; 16 – линия подачи горячей воды в рубашки биореакторов; 17 – линия вывода охлажденной воды из биореакторов; 18 – емкость для хранения жидких удобрений; 19 – линия выгрузки жидких удобрений

Затраты на поддержание оптимальной температуры ферментации  $52-55^{\circ}\text{C}$  – не более 30% вырабатываемого биогаза в зимнее время. Выход товарного биогаза 70%.

Окупаемость блок-модуля БИОЭН-1 по рыночной стоимости годового производства удобрений не более 0,5 года.

На семью из пяти-шести человек для бытовых нужд (приготовление пищи, горячей воды и кормов для животных) в сутки требуется не более  $4-5\text{ м}^3$  биогаза. Потребность в электроэнергии при наличии двух холодильников, двух телевизоров, десяти ламп накаливания по 100 Вт и других электробытовых приборов периодического использования в зимнее время составляет 8, в летнее – 4 кВт·ч в сутки. Для механической трехразовой дойки 25 коров в сутки расходуется 8 кВт·ч электрической энергии.

Блок-модуль БИОЭН-1 можно собирать в батареи из двух, трех и четырех комплектов для обработки отходов от 50, 75 и 100 голов КРС. Такие системы могут работать в любой климатической зоне России, в районах, не имеющих централизованного энергоснабжения.

Особенности ИБГУ-1 и БИОЭН-1 состоят в том, что они предназначены для серийного производства в полной заводской готовности. Монтаж ИБГУ-1 занимает не более двух-трех дней, БИОЭН-1 — семь-десять. Выход на рабочий режим обеих систем — не более трех-пяти суток. Процесс непрерывный, легко прерывается и возобновляется.

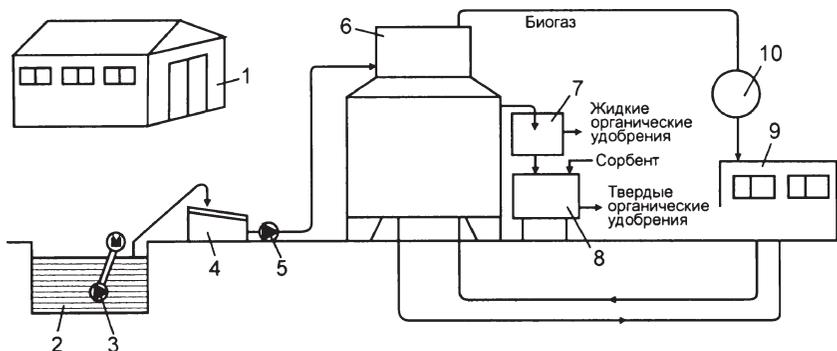
На агрокомплексе «Ковдорский» (Мурманская обл.) в тесном сотрудничестве с Кандалакшской фирмой «Прагапластик» введена в строй первая на Северо-Западе России биогазовая установка, созданная специалистами агрокомплекса по результатам изучения информационных материалов из отечественных журналов и Интернета. Переход на автономное отопление с использованием полученного биогаза обеспечил агрокомплексу, по результатам зимовки 2003/2004 г., экономию 3,8 млн руб. В 2005 г. были получены еще более высокие результаты: сэкономлено уже 6 млн руб.

НВФ «Центр Альтернативной Энергетики» (Краснодарский край) занимается производством оборудования для альтернативной энергетики. Уже изготовлено десять малых биогазовых установок с биореакторами вместимостью 6, 10, 20-25 м<sup>3</sup>. Возможно также изготовление по заказу биогазовых установок с биореакторами вместимостью 60, 100 и 250 м<sup>3</sup>.

В Якутии с января 1999 г. в с. Павловск на частном подворье работает биоэнергетическая установка, сконструированная М. Уаровым. Анализ ее работы в Мегино-Кангаласском улусе (выработка газа для обогрева жилого помещения и приготовления пищи — три месяца эксплуатации в зимнее время), показал, что прямой экономический эффект, не считая дополнительного, составляет около 100 тыс. руб. на одну установку (без стоимости попутно произведенного удобрения на сумму 135 тыс. руб.).

ОАО «ВНИИКОМЖ» разработан типоразмерный ряд биогазовых установок для переработки различных объемов навозной массы (табл. 5.14.), работающих по одной технологической схеме

(рис. 5.16.). Установки работают в автоматическом режиме, снабжены системами управления и контроля. Все технологическое оборудование (насосы, средства контроля и автоматики и т.п.) размещено в блок-контейнере. Продолжительность процесса сбраживания — шесть суток. Установки просты в обслуживании, имеют высокие надежность и качество переработки исходного сырья.



*Рис. 5.16. Технологическая схема биоэнергетических установок конструкции ОАО «ВНИИКОМЖ»: 1 – ферма; 2 – навозосборник; 3 – погружной насос; 4 – отделитель грубых включений; 5 – насос-дозатор; 6 – биореактор; 7 – гидрозатор; 8 – концентратор-смеситель; 9 – блок-контейнер; 10 – газгольдер*

Такие установки успешно работают в Московской, Челябинской и других областях России, а также в ряде стран СНГ.

ВИЭСХ разработал биогазовые установки типа БГУ, использующие отходы животноводства (табл. 5.15, рис. 5.17). Эксплуатационная проверка трех установок БГУ-2,0 осуществлялась в г. Кзыл-Орде, БГУ-25 — в подсобных хозяйствах пивзавода в г. Калининске (Саратовская обл.), БГУ-50 — на заводе технологического оборудования в г. Кургане и подсобном хозяйстве Крымводоканала, БГУ-150 — в г. Ирбите (Свердловская обл.), БГУ-500 — в колхозе «Большевик» (г. Нижнегорск, Крым) и поселке Пышма (Свердловская обл.).

Невысокая стоимость малых биогазовых установок (БГУ) позволяет использовать их в домашнем хозяйстве, частных домо-владениях, фермерских, личных подсобных хозяйствах, на малых фермах, в птичниках и тепличных комплексах.

### 5.14. Техническая характеристика биолозовых установок конструкции АО «ВНИИКОМЖ»

Вместимость метантенка, м <sup>3</sup>	Размеры, м		Производительность			Использование биогаза	Потребитель
	диаметр	высота	по исходному субстрату в сутки, м <sup>3</sup>	по биогазу в сутки, м <sup>3</sup>	в пересчете на электроэнергию, кВт·ч		
0,2	0,6	1,3	0,02	0,02	1,4	На бытовые нужды	Частный сектор
0,5	0,9	1,2	0,05	0,05	3,2		
1	1,1	1,4	0,1	1	6,4		
2	1,4	1,7	0,2	2	12,8	На производство электроэнергии и тепла	Небольшие фермы
5	1,8	3,5	0,5	5	32		
10	2,3	4,2	1	10	64		
25	3,4	4,8	5	75	480	То же	Средние фермы
50	4,8	5,8	10	150	960		
125	5,4	7,6	25	375	2400		
300	7,3	9,6	60	900	5760		

## 5.15. Биогазовые установки для животноводческих ферм

Марка	Реактор		Навоз	Производительность по исходному навозу в сутки, м <sup>3</sup>	Общий выход биогаза в сутки, м <sup>3</sup>
	число	вместимость, м <sup>3</sup>			
БГУ-2,0	1	2	От КРС	0,1	1,5
БГУ-25	1	25	От свиней	1,5	20
БГУ-50	1	50	- « -	3	40
БГУ-150	2	150	От КРС	25	300
БГУ-500	4	125	- « -	40	400

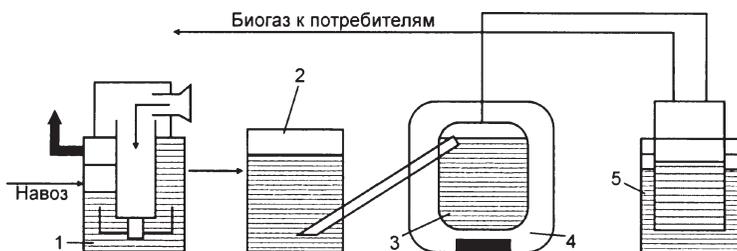


Рис.5.17. Схема производства биогаза (ВИЭСХ): 1 – установка для контактного нагрева навоза; 2 – промежуточная емкость; 3 – метантенк; 4 – теплоизоляция; 5 – газгольдер

На базе трех типов оборудования – БГУ, газовый котел, солнечный коллектор – можно создать автономный энергетический комплекс, который круглогодично позволит получать электрическую и тепловую энергию, горячую воду, биологически активные, экологически чистые удобрения и биогаз, высококачественное топливо для автотранспорта. При этом он не будет зависеть от общих энергосетей и застрахован от внезапных отключений электричества.

Всероссийский НИИ электрификации сельского хозяйства внедрил на ряде сельскохозяйственных объектов биогазовые установки для животноводческих ферм на 25-1000 условных голов.

Сибирский институт прикладных исследований (ООО «СИП-

РИС», г. Омск) проектирует биогазовые и биоэнергетические установки (БГУ и БЭУ). По разработанной институтом документации изготовлены и запущены в эксплуатацию установки БГУ-5, БЭУ-10 и БЭУ-20 и выполнен проект экспериментальной биогазовой установки для переработки навоза и отходов мясного производства производительностью 100 м<sup>3</sup> биогаза в сутки.

Введены в эксплуатацию биогазовые установки в учхозе «Омский», в фермерских хозяйствах «Сибирь» и «Опыт» (Омская обл.), ведется строительство биогазовой установки в ЗАО «Птицефабрика Иртышская».

Ситуация в этом сегменте рынка может оживиться в ближайшее время в связи с появившейся возможностью для фермерских и личных подсобных хозяйств использовать льготные кредиты в рамках приоритетного национального проекта «Развитие АПК». Личные подсобные хозяйства могут получить льготный кредит до 300 тыс. руб., а фермерские хозяйства — до 3 млн руб. Для фермерских хозяйств кредиты могут выдаваться сроком на три и пять лет в зависимости от вида оборудования.

Другим важным сегментом рынка биогазовых установок может стать широкое использование их в крупных сельскохозяйственных предприятиях, причем не как альтернативные источники энергии, а, в первую очередь, как эффективный способ утилизации жидкого навоза и получения дешевых удобрений для собственного производства и/или для продажи на рынке. Такой подход руководителей сельскохозяйственных предприятий к использованию биогазовых установок объясняется спецификой российских условий, обусловленных ценовым соотношением и организационно-техническими возможностями в практическом использовании природного и биологического газа.

Возможности сельскохозяйственных предприятий в приобретении биогазовых установок промышленного производства ограничены, как правило, недостатком финансовых средств. Выделенные в рамках приоритетного национального проекта «Развитие АПК» кредитные ресурсы могут быть предоставлены и на закупку (в том числе на условиях лизинга) биогазовых установок для животноводческих комплексов.

## 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОТОПЛИВА

### *6.1. Экономическая оценка производства биотоплива за рубежом*

Интерес к возобновляемым источникам энергии обусловлен несколькими причинами: снижением запасов невозобновляемого углеводородного сырья и ростом цен на него; попыткой стран-импортеров нефти уменьшить зависимость от стран-производителей; необходимостью улучшения экологической ситуации; потребностью в поддержке сельского хозяйства в условиях нестабильности мирового продовольственного рынка.

Стремительное удорожание в последнее время нефти и природного газа на мировых рынках, а также усилия США и Евросоюза, направленные на ослабление зависимости от нефти и ее поставок из политически нестабильных регионов, ускоряют развитие производства жидких и газообразных видов топлива из сельхозпродукции и биомассы.

Интенсивное развитие программ производства топлива из возобновляемых источников растительного сырья в экономически развитых странах можно рассматривать как подготовку их экономики к возможному в долгосрочной перспективе дефициту углеводородного сырья для производства топлива. Кроме того, развитие производства биотоплива обусловлено задачами устойчивого сельского развития.

«Зеленая революция» 70-80-х годов прошлого столетия решила проблему продовольственного обеспечения населения развитых стран. В результате значительные площади сельскохозяйственных земель стали либо консервировать, либо выводить из хозяйственного оборота. Это вызвало сокращение занятости в сельском хозяйстве и ускорило процессы урбанизации. Экономике всех без исключения стран Запада не в состоянии справиться с возросшим притоком населения в города (предоставление работы и жилья, обеспечение высокого уровня качества жизни). Это послужило поводом для правительств развитых стран разра-

звolyют значительно снизить стоимость организации производства моторного биотоплива. При использовании белорусской технологии и частично белорусского оборудования установка производственной мощностью 10 тыс. т биотоплива в год обойдется в 1 млн долл. США. Оборудование, произведенное в Германии, стоит в 10-15 раз дороже.

Большой интерес к производству биотоплива проявляет и Украина. По расчетам украинских ученых, приемлемая цена биотоплива образуется при урожайности рапса 4 т/га. Себестоимость сырья, готового продукта, а значит, и его отпускная цена будут ниже, если производство рапса, масла и биодизеля вертикально интегрировано в рамках холдинга. Если государство сможет компенсировать производителям маслосемян 10-15% затрат, то цена биодизеля станет привлекательной и для потребителей.

Общая для всех стран проблема по внедрению биотоплива — как сделать его производство и использование рентабельным для всех участвующих сторон. По оценкам Международного энергетического агентства (International Energy Agency — IEA), себестоимость производства биотоплива в 3 раза выше, чем дизельного. Этот фактор считается одним из основных барьеров, препятствующих коммерческому развитию проектов. Появление новых технологий, позволяющих обеспечить более полную переработку растений и культур с высоким содержанием целлюлозы (травы, древесные культуры), обеспечит снижение себестоимости производства.

## ***6.2. Экономическая и экологическая эффективность применения биотоплива в России***

В России, ввиду большой доли мировых запасов углеводородного сырья, программы развития производств биотоплива пока нет. Однако в условиях стремительного роста цен на топливо и в связи с вступлением в ВТО к ее разработке уже приступили ведущие НИИ и вузы.

В структуре посевов среди масличных культур в России преобладает подсолнечник на пищевые цели. Рапс (основная культура для производства биодизельного топлива) был не востребован. В настоящее время благодаря программе Минсельхоза Рос-

По расчетам Минсельхоза России, наименьшую себестоимость производства биоэтанола обеспечивают сахарное сорго, наибольшую — картофель.

## 7. АНАЛИЗ ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО РЫНКОВ БИОТОПЛИВА И СЫРЬЯ

Запасы полезных ископаемых в России огромны, но не бесконечны. Экологическое положение в стране также требует к себе самого пристального внимания. В настоящее время потребности сельского хозяйства России в энергии на 90% удовлетворяются ископаемыми видами топлива — нефтью, углем и природным газом. Сельское хозяйство является одним из крупнейших потребителей энергоресурсов.

По данным Минпромэнерго России, в 2005 г. отраслью было потреблено 18,5% дизельного топлива (5 млн т) и 6% бензина (1,5 млн т), поступивших на внутренний рынок, 6,2% электроэнергии (58,5 млрд кВт·ч) (рис. 7.1).

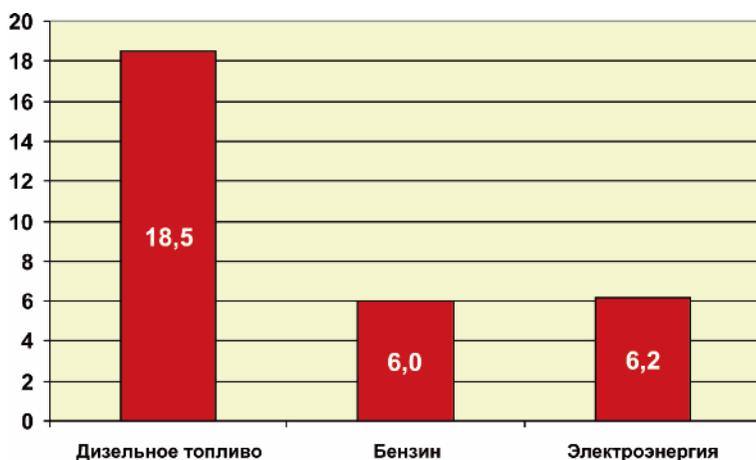


Рис. 7.1. Доля сельского хозяйства в потреблении энергоресурсов, %

Одной из причин трудного финансового положения аграрного сектора можно с уверенностью назвать постоянный непомерный рост цен на энергоресурсы, особенно на ГСМ (в 2004-2005 гг. они подорожали на 35-40%).

Рост цен на горюче-смазочные материалы и тарифов на потребляемые сельским хозяйством электроэнергию и газ на протяжении последних лет опережал темпы инфляции (рис. 7.2).

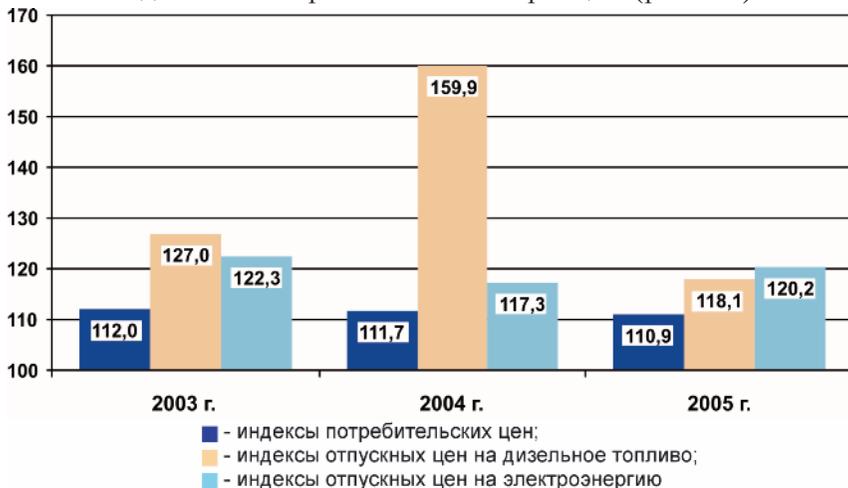


Рис. 7.2. Индексы цен на энергоносители, %

Более высокие темпы роста цен на потребляемые энергоресурсы по сравнению с ценами на реализуемую сельскохозяйственными предприятиями продукцию приводят к усилению диспаритета цен и росту себестоимости производства.

Доля прямых затрат на энергоресурсы в структуре себестоимости сельскохозяйственной продукции увеличилась с 1990 г. в 3,6 раза — с 4,2 до 15% в 2005 г. (рис. 7.3).

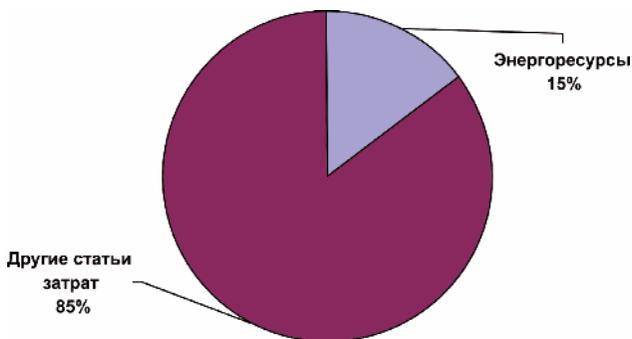


Рис. 7.3. Доля затрат на энергоресурсы в структуре затрат в 2005 г.

Рост тарифов, по скорректированному прогнозу Правительства Российской Федерации, представлен в табл. 7.1.

### 7.1. Прогнозируемый рост тарифов на энергоносители, %

Показатели	2007 г.	2008 г.	2009 г.
На электроэнергию	10	9	8
На газ	15	14	13

По расчетам экспертов, дополнительные расходы сельхозпроизводителей только от повышения тарифов на электроэнергию и газ в 2007-2009 гг. составят 19,9 млрд руб. по электроэнергии и 4,2 млрд руб. по газу (рис. 7.4).

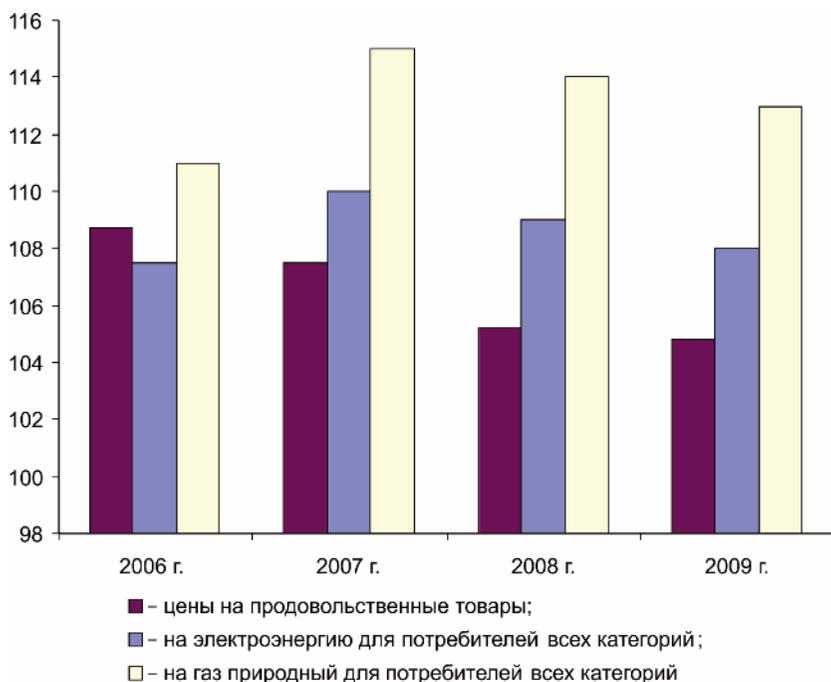


Рис. 7.4. Прогноз динамики макроэкономических показателей в 2007-2009 гг. к предыдущему году, %

В связи с этим работа по внедрению биотоплива в сельскохозяйственное производство становится жизненно необходимой.

В этом направлении в последние годы наметилось некоторое оживление. В марте 2005 г. на заседании бюро Отделения механизации, электрификации и автоматизации Россельхозакадемии были рассмотрены вопросы научно-технического обеспечения производства и использования биотоплива на основе рапсового масла. Отмечено, что наивысший энергетический КПД пашни обеспечивается при производстве рапса на маслосемена. С каждого гектара посева этой культуры можно получать при высокой технологии ее возделывания до 1 т растительного масла и до 2 т белкового шрота — незаменимого компонента кормов для животноводства. Масло используется как моторное топливо, обеспечивая энергией производство продукции на площади 7-10 га. Для энергоавтономности сельскохозяйственного предприятия под посев рапса необходимо выделять до 10-13% площади севооборота.

Технологический процесс получения биодита может быть освоен в любом сельскохозяйственном предприятии, но лучше использовать возможности кооперации хозяйств.

В сельском хозяйстве целесообразно производство метанолизированного топлива — биодизеля (рапсовых метилэфиров), требующего более глубокого технологического процесса переработки растительного масла, а значит и больших дополнительных инвестиций.

Сотрудниками ГНУ ВИМ, НПП «Агродизель», МГАУ им. В. П. Горячкина были выполнены работы по научно-техническому обеспечению производства и использования смесевых биотоплив (рапсового масла и дизельного топлива):

- разработан комплект оборудования для внутрихозяйственной переработки семян рапса в биотопливо и высокоэффективный белковый корм для сельскохозяйственных животных;
- исследовано влияние различного состава биотоплива на показатели рабочего процесса двигателя, установлена оптимальная структура биодита (топливной смеси из растительного масла и нефтепродуктов). Доля растительного масла в этой смеси может составлять 50-75, дизельного топлива — 25-50%;

- проведены стендовые испытания биотоплива на двигателях тракторов МТЗ-80, МТЗ-82 и Т-150К с определением мощностных и топливно-экономических показателей. Установлено, что динамические и энергетические параметры дизельного двигателя, работающего на таком топливе, несущественно отличаются от использования традиционного топлива, а экологические характеристики улучшаются почти в 2 раза;

- совместно с Минским тракторным заводом разработана конструкторская документация на адаптацию тракторов МТЗ-80, МТЗ-82 для обеспечения работы на биотопливе, проведены их приемочные испытания на Северо-Кавказской МИС;

- определены технико-экономические показатели энергоавтономного сельскохозяйственного предприятия при переводе его на биотопливо из рапсового масла.

ГНУ ВИМ проведены исследования смесового топлива при содержании рапсового масла в нем от 0 до 100%. Кабардино-Балкарской сельскохозяйственной академией с 1995 г. проводились испытания по использованию рапсового масла на экспериментальных установках двигателей Д-240 и ГАЗ-52. Для двигателя Д-240, согласно опытным данным, рекомендуется следующий состав топлива: 75% рапсового масла и 25% минерального дизельного топлива. В академии были проведены также расчеты производства и использования рапсового масла для фермерского хозяйства с общей посевной площадью 100 га. Хозяйство может полностью обеспечить себя топливом, если на 20 га будет возделывать озимый рапс. При урожайности 25 ц/га с этой площади можно собрать 50 т маслосемян и получить из них 16 т масла. При пятипольном севообороте на выполнение всех работ в год потребуются 10,8 т моторного топлива и 8,1 т рапсового масла. Остаток его можно продать или использовать на другие цели.

С учетом беспрецедентного роста цен на дизельное топливо (почти в 6 раз за последние пять лет) применение биотоплива экономически выгодно, так как себестоимость рапсового масла-сырца в различных регионах России составляет 3-7 руб/кг.

Расширенное производство биотоплива напрямую зависит от производства рапсового масла. В последние два года отмечается

расширение посевов рапса в Липецкой, Орловской, Тульской, Калининградской областях и Ставропольском крае. Это связано с повышением спроса на внешнем рынке, так как иностранные компании проявляют все больший интерес к производству биодизеля.

Активно наращивается производство рапса в хозяйствах Калининградской области. В 2005 г. с 27 тыс. га получено по 23 ц/га. Из 61,4 тыс. т валового сбора 52,8 тыс. т поставлено на экспорт при средней цене 6 тыс. руб/т. ЗАО им. Фурманова с 470 га получило по 36,9 ц/га, а ЗАО «Садовое» — с 790 га по 31,1 ц/га.

В целом по России в 2004-2005 гг. площади посевов рапса достигли 250 тыс. га. В 2005 г. было собрано 276 тыс. т маслосемян. На маслоперерабатывающих предприятиях переработано 99 тыс. т рапса, выработано 45,4 тыс. т масла. Такие показатели в России получены впервые.

Значительная часть урожая рапса 60,4 тыс. т, или 22% была экспортирована, при этом средняя экспортная цена составила 229 долл/т.

В 2006 г. площадь посевов рапса составила примерно 525 тыс. га, в том числе под озимым рапсом — 90 тыс., яровым — 435 тыс. га. Валовой сбор семян возрос до 520 тыс. т. В Центральном федеральном округе собрано 160 тыс. т, Северо-Западном — 65, Южном — 118, Приволжском — 148, Уральском — 4 и Сибирском — 25 тыс. т. Удельный вес рапса в валовом производстве семян масличных культур составляет 3,5%, доля подсолнечника — 87,5, сои — 7,1%.

28 марта 2006 г. в Ростове-на-Дону состоялась первая российская конференция по производству биотоплива, где были представлены технологии производства ярового и озимого рапса. Результаты показали, что эта культура обязана занять важное место в севообороте масличных. Она экономически выгодна, улучшает структуру почвы, повышает ее плодородие, очищает от сорняков, значительно улучшает фитосанитарное состояние поля. Мировыми лидерами производства являются страны с развитыми технологиями земледелия (страны Европы, Канада, Австралия, Китай, Индия).

Для аграриев очень важным является вопрос о рынке сбыта данной продукции. Спрос европейских покупателей на рапс огромный, но на вывоз масличных действует запретная экспортная пошлина. К переработке рапса на внутреннем рынке готовы не все заводы, да и внушительный объем подсолнечника на внутреннем рынке вряд ли будет активизировать спрос на рапс.

Другой стороной этой проблемы является то, что пока немногие российские маслоэкстракционные заводы располагают оборудованием и мощностями для качественной переработки ожидаемых в ближайшие годы объемов производства семян рапса. Большинство заводов еще не освоили современные технологии его переработки. Вследствие этого рапсовое масло, как правило, соответствует требованиям российского ГОСТа, но довольно часто не отвечает европейским нормам, в частности, немецкому стандарту DIN 51 605 по кислотности и содержанию фосфорсодержащих веществ.

Практически все образцы рапсового масла, полученные в 2006 г. с разных заводов, имеют повышенную кислотность (2,3-3,5 мг КОН/100 см<sup>3</sup>), превышая норму, установленную стандартом DIN 51 605 (не более 2). Данный факт можно объяснить самосогреванием семян вследствие несвоевременной послеуборочной обработки рапса в условиях теплой и дождливой осени. Повышенное содержание фосфорсодержащих веществ в масле вызвано тем, что не все заводы располагают современным оборудованием для его гидратации с целью снижения содержания фосфолипидов и свободных кислот.

По оценке специалистов, в настоящее время внутренний рынок маслосемян в России насыщен. На рынке масличных культур монопольно доминирует масложировая промышленность. Именно она определяет основные тенденции в ценообразовании и уровень сезонных закупочных цен на масличные культуры в условиях, когда другие механизмы стабилизации цен на рынке не работают. Более того, доминирующее положение переработчиков на российском рынке законодательно подкреплено 20%-ной экспортной пошлиной на маслосемена (не менее 1200 руб/т), что составляет около 30% от производственной себестоимости рапса.

Доля семян рапса в общем производстве и потреблении масличных культур на внутреннем рынке России составляла в последние годы не более 3-4% и только в 2006 г. возросла до 6%. Поэтому динамика цен и других параметров рынка определяется в основном особенностями рынка подсолнечника — главной масличной культуры России. Валовой сбор семян масличных культур в 2006 г. достиг более 8 млн т.

Закупочные цены отечественных предприятий масложировой промышленности на семена рапса с ноября 2005 г. по март 2006 г. составляли в среднем 155-160 долл. США за 1 т без НДС, или около 55% от мировых цен, которые в этот период были на уровне 275-280 долл. США за 1 т.

В качестве стабилизационных мер, направленных на сглаживание резкого падения цен и снижение финансовых потерь сельскохозяйственных товаропроизводителей, возможны два варианта действий — увеличение объемов переработки маслосемян с одновременным расширением ассортимента перерабатываемой продукции, например, за счет производства биодизеля либо создание условий для экспорта излишков продукции. Так как ввод каких-либо промышленных мощностей по производству альтернативных видов продукции из растительного масла в ближайшее время не намечается, то в целях оперативного поддержания паритетной цены на маслосемена реальным остается второй вариант регулирования рынка — создание более благоприятных условий для выхода экспортеров на международный рынок.

Если по итогам сезона 2005-2006 гг. суммарный экспорт маслосемян и растительного масла в пересчете на семена составил 1,8 млн т, то, по оценке экспертов, в сезоне 2006-2007 гг. экспорт должен составить не менее 2,6-2,8 млн т в пересчете на маслосемена. В противном случае внутренний рынок будет находиться в депрессивном состоянии.

Для кардинального изменения сложившейся ситуации наиболее эффективной мерой была бы отмена экспортной пошлины на семена масличных культур. Однако ассоциация переработчиков масложировой промышленности активно противодействует этому. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации,

которое в начале года рассматривало возможность частичного снижения экспортной пошлины, в настоящее время, по неофициальным данным, не поддерживает предложение сельхозтоваропроизводителей, которые требуют полной отмены экспортной пошлины на все масличные культуры.

Степень «напряженности» внутреннего рынка маслосемян в различных регионах страны не одинакова. Это связано как с удаленностью их от рынков сбыта и уровнем развития экспортной логистики, так и фактическими возможностями региональных предприятий масложировой промышленности по переработке урожая маслосемян (рис. 7.5).

Ожидается, что в отличие от южных регионов, имеющих более развитую экспортную инфраструктуру, обеспечивающую менее затратный выход на международные рынки, ряд областей Центрально-Черноземного региона (Орловская, Липецкая, Тамбовская области) и Поволжье будут испытывать наибольшее давление избыточного предложения маслосемян на уровень закупочных цен. В то же время при действующих экспортных пошлинах, достаточно высоких транспортных издержках и неудобной экспортной логистике вывоз масличных на экспорт из указанных регионов также будет малоприбыльным, а для отдельных товаропроизводителей с высокой производственной себестоимостью семян вообще окажется не выгодным.

В качестве одного из вариантов стабилизации рынка рапса, рассматривавшегося на первой российской конференции «Переработка рапса на биологическое топливо» в марте 2006 г. в Ростове-на-Дону, предлагалось фермерскому хозяйству либо группе хозяйств приобрести пресс для отжима масла и оснастить двигатели тракторов марки МТЗ специальными форсунками Барнаульского завода топливной аппаратуры для перехода от использования нефтяного дизельного топлива на рапсовое масло или смесевое топливо. Работа трактора на чистом рапсовом масле (на холостом ходу) демонстрировалась во время проведения конференции. Участникам конференции были представлены также результаты испытаний Всероссийского НИИ механизации сельского хозяйства (ВИМ) по применению смесевое дизельного биотоплива.

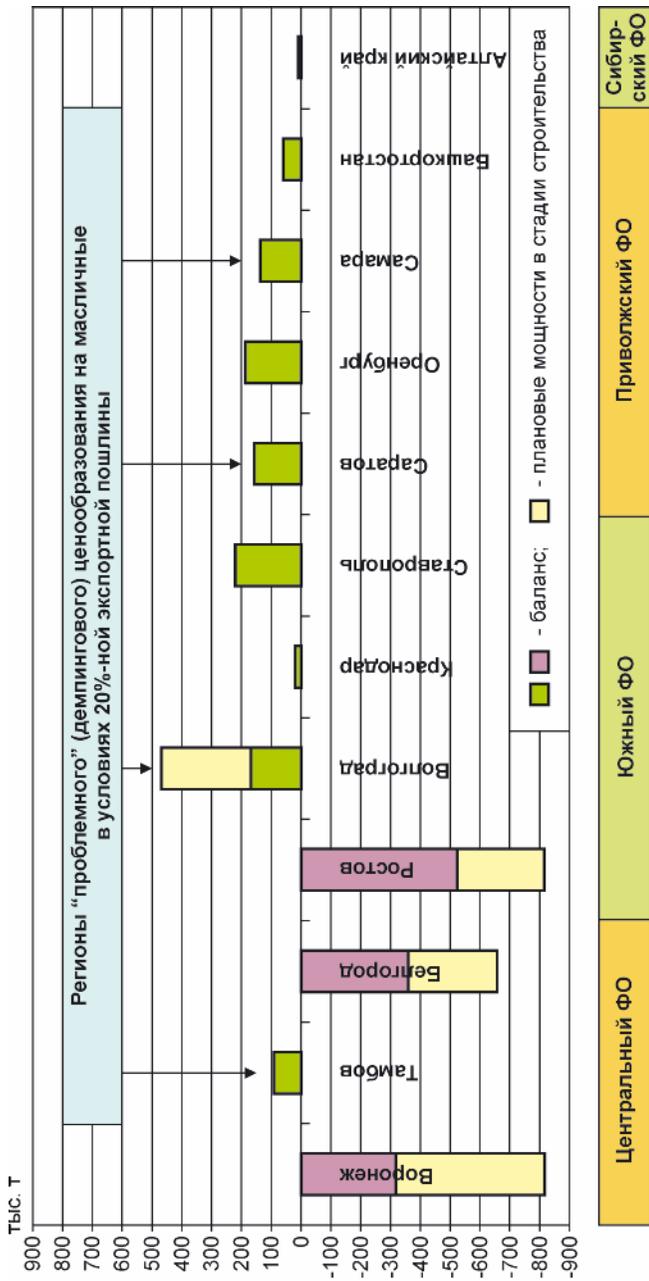


Рис. 7.5. Баланс рынков масличных культур в основных регионах России в 2006 г.

Однако фермеры со скептицизмом отнеслись к программе «каждому фермеру — по маслопрессу». Во-первых, она требует достаточно крупных вложений финансовых средств и труда для небольших по объемам производства фермерских хозяйств, во-вторых — она технологически несовершенна, и в-третьих, у фермеров пока нет достаточно глубоких знаний о технологии, оборудовании и сроках его окупаемости.

Напряженность на рынке масличных культур, в том числе рынке рапса, в сезоне 2005-2006 гг. испытали все аграрии. Несмотря на высокий спрос европейских потребителей на рапс, вопрос о сбыте данной продукции в сезоне 2006-2007 гг. для сельхозтоваропроизводителей еще более обострился. Увеличение использования растительного масла для производства биодизеля в странах Евросоюза повышает экспортные возможности России. Однако принятое Правительством Российской Федерации постановление от 15.03.2001 г. № 186 об установлении ставки вывозной таможенной пошлины в размере 20% от таможенной стоимости, но не менее 35 евро/т семян рапса фактически блокировало широкий экспорт этой культуры. Отсутствие на российском рынке западных импортеров лишь усиливает позицию перерабатывающих предприятий, играющих на понижение закупочных цен, что не способствует заинтересованности сельскохозяйственных товаропроизводителей в расширении посевов рапса.

С учетом этого обстоятельства возможности экспорта семян рапса пока достаточно скромные — 60-80 тыс. т за сезон. Но, к примеру, Калининградская область имеет все шансы стать экспортноориентированным районом в производстве этой культуры.

В 2005 г. из валового сбора семян примерно 300 тыс. т на маслоэкстракционных заводах было переработано около 116 тыс. т семян и получено 45,4 тыс. т рапсового масла. Значительная часть урожая (60,4 тыс. т, или 22%) была экспортирована, при этом средняя цена экспорта составила 229 евро/т.

Данные об экспорте семян, масла и шрота рапса в страны Евросоюза за последние три сезона представлены в табл. 7.2.

**7.2. Экспорт семян, масла и жмыха рапса в страны ЕС, тыс. т**  
(по данным Евростата, декабрь 2006)

Страна	Семена			Масло			Шрот		
	2003- 2004 гг.	2004- 2005 гг.	2005- 2006 гг.	2003- 2004 гг.	2004- 2005 гг.	2005- 2006 гг.	2003- 2004 гг.	2004- 2005 гг.	2005- 2006 гг.
Бельгия	9	5	16	-	-	-	-	-	-
Германия	6	18	25	-	-	3	-	1	-
Дания	15	21	3	1	-	-	5	1	-
Испания	-	-	-	-	-	-	-	2	9
Италия	-	-	-	1	8	2	-	-	-
Литва	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Нидерланды	3	-	2	-	-	-	-	-	-
Финляндия	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Эстония	2	2	-	-	-	-	2	22	14
<b>Всего</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>51</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>24</b>

По мнению аналитиков Института конъюнктуры аграрного рынка (ИКАР), наиболее перспективной для отечественных товаропроизводителей является поставка в Европу рапсового масла. За последние два года цена масла на рынке Европы значительно возросла. В настоящее время для России, считают специалисты института, использование биотоплива из рапсового масла не актуально, так как обычное топливо, сделанное из отечественной нефти, значительно дешевле биодизеля.

По импорту в настоящее время закупается до 1 млн т растительных масел, в основном пальмового и подсолнечного, что составляет около 40% всех используемых масел в стране.

На федеральном и региональном уровнях в настоящее время применяется ряд специальных мер, направленных на поддержку производителей семян рапса.

В частности, в федеральном бюджете на 2006 г. (с учетом изменений) было предусмотрено выделение 12,5 млрд руб. субсидий для сельскохозяйственных товаропроизводителей на компенсацию части затрат на приобретение дизельного топлива. При возделывании рапса субсидируется около 20% от стоимости дизельного топлива в расчете на 1 га. Однако данная мера не стимулирует товаропроизводителей к использованию биодизельного топлива, скорее, наоборот. Размер субсидий из федерального бюджета на приобретение элитных семян рапса составляет 12 тыс. руб/т, из региональных бюджетов — от 5 до 12 тыс. руб/т.

Исходя из общей потребности в дизельном топливе в объеме 10 млн т в год, для достижения современных европейских норм использования биодизеля (2,5%) на первом этапе потребуется около 250 тыс. т и при переходе к норме в 5,75% потребность составит 575 тыс. т биодизеля в год (рис. 7.6).



Рис. 7.6. Перспективная потребность России в биодизельном топливе, млн т

Если теоретически рассмотреть возможность полного перехода сельского хозяйства России на использование биодизельного топлива, то для производства 5 млн т биодизеля промышленным способом необходимо вырастить 15-16 млн т маслосемян. При средней урожайности 1,8-2 т/га под рапс необходимо отвести около 8-9 млн га, что представляется малореальным в ближайшей перспективе, но близко к показателям оптимистического варианта прогноза посевов рапса.

В связи с ужесточением во многих странах мира законодательства, повышающего требования к качеству дизельного топлива, в России проводится работа по разработке технических регламентов, направленных на повышение его качества. Перейти на использование дизельного топлива, отвечающего требованиям стандарта Евро-3 (содержание серы 350 ppm), планируется в 2008 г., на Евро-4 (серы 50 ppm) — в 2010 г., на Евро-5 (серы 10 ppm) — в 2014 г.

Введение новых стандартов на дизельное топливо в России создаст качественно новую ситуацию на рынке моторных топлив, поскольку применение дизельного топлива с низким содержанием серы, приводящим к ухудшению его смазывающих свойств, потребует добавления либо специальных дорогостоящих присадок, либо эфиров растительного масла (биодизеля), улучшающих свойства малосернистого минерального дизельного топлива.

Первым шагом в создании законодательной базы для использования биодизельного топлива на территории Российской Федерации можно считать введение в действие с 1 июля 2006 г. ГОСТ Р 52368-2005, который допускает наличие метиловых эфиров жирных кислот в дизельном топливе до 5% по объему. Однако каких-либо мер государственной поддержки по использованию такого топлива (например, частичная отмена акциза) пока не предусматривается.

В Европе производство биодизеля ведется на современных заводах мощностью 100-200 тыс. т в год, т.е. каждый завод перерабатывает по 250-500 тыс. т маслосемян в год, создавая в регионе устойчивый спрос на сырье. Российскому фермеру в настоящее время необходим гарантированный спрос на семена.

Для обеспечения устойчивого спроса должен формироваться рынок этой культуры на федеральном уровне. Необходимо принять федеральную программу создания современных высокотехнологичных производств биодизеля в России с годовыми объемами производства 100-200 тыс. т, так как именно такие предприятия обладают минимальными издержками и будут способны конкурировать и поставлять продукцию мировых стандартов на экспорт при вступлении России в ВТО.

Необходимо также принять федеральную программу формирования рынка рапса и биодизеля. Для этого следует ввести для внутреннего рынка новый стандарт топлива Б5 (смесь 5% биодизеля, 95% дизельного топлива) и применить его на всех автозаправках России. Такое содержание биодизеля в дизельном топливе не требует переделки двигателя. Мировое машиностроение уже давно занимается совершенствованием своих дизельных двигателей.

Так, компании «Пежо», «Ситроен» и «Рено» гарантируют работу своих моторов при использовании биотоплива Б30 (30% биодизеля, 70% дизельного топлива). «Фольксваген» предоставляет гарантии на Б100 (100% биодизеля). В России ежегодно производится около 32 млн т автомобильных бензинов и 60 млн т дизельного топлива (5% биодизеля составит 3 млн т).

Последующая модернизация дизельных двигателей в России должна свестись, как и во всем мире, к повышению содержания биодизеля в топливе. При интеграции России в мировую экономику необходимо переходить на единый принятый международный стандарт биодизеля: «Euro Standard EN 14214», который определяет биодизель не как рапсовое масло, а как метиловые эфиры жирных кислот. Соответственно нужно переходить на единые технологии его производства, рентабельность которых обеспечивается наличием достаточной региональной сырьевой базы.

В 2007 г. в Российской Федерации прогнозируется увеличение посевных площадей под рапсом до 1,2 млн га, в том числе в Республике Татарстан до 200 тыс. га, Ставропольском крае до 75 тыс., Липецкой области до 60 тыс., в Краснодарском и Алтайском краях до 50 тыс. га.

Баланс производства и внешней торговли рапсом в 2000-2006 гг. приведен в табл. 7.3. Ежегодно на экспорт страна поставляет не более 10% урожая, в основном в страны ЕС, из-за наличия экспортной пошлины, стимулирующей переработку масличных на территории России.

### 7.3. Баланс производства, потребления и внешней торговли рапсом в 2000-2006 гг.

Показатели	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г. (оценка)
Площадь, тыс. га:							
посевная	232	134	145	230	251	244	538
убранная	172	117	120	197	232	226	476
Начальные запасы, тыс. т	3	8	20	16	16	16	16
Производство, тыс. т	148	113	115	192	276	303	530
Импорт, тыс. т	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7
Предложение, тыс. т	151	121	135	208	292	319	537
Экспорт, тыс. т	56	24	20	41	60	66	30
Внутреннее потребление, тыс. т	95	97	116	168	232	253	507

В настоящее время валовой сбор маслосемян (около 8 млн т) уже вплотную приблизился к фактическим мощностям действующих маслозаводов (8,2 млн т), среди которых лишь единицы могут перерабатывать рапс и производить рапсовое масло, отвечающее европейским требованиям как для технических, так и пищевых целей.

Валовой сбор маслосемян и фактические мощности маслозаводов представлены на рис. 7.7. Строительство современных перерабатывающих предприятий будет стимулировать расширение посевных площадей. В перспективе они могут быть доведены до 10 млн га, что при средней урожайности 2 т/га позволит собирать до 20 млн т рапса и производить 8 млн т рапсового масла.

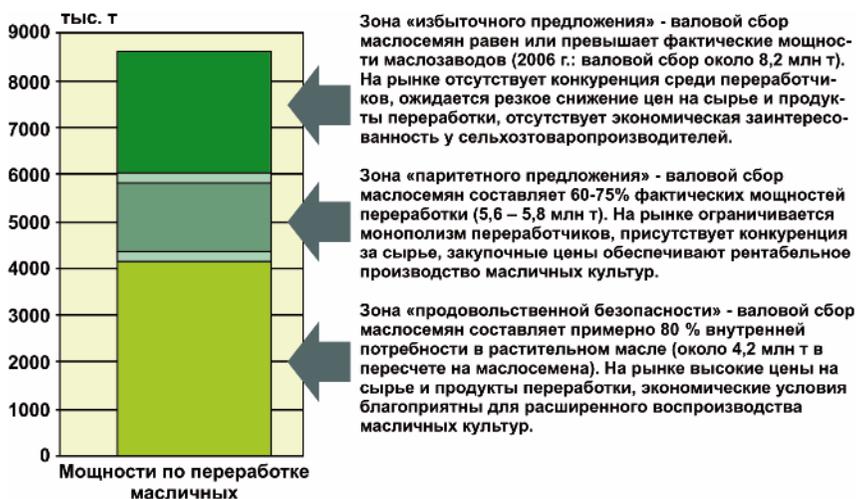


Рис. 7.7. Внутренний рынок маслосемян и возможности их переработки

Расчеты показывают, что при сложившейся конъюнктуре внутреннего рынка моторных топлив в России наиболее эффективно производство смесового биотоплива на основе рапсового масла — цена ниже на 20-25% в сравнении с дизельным топливом и на 35-40% ниже стоимости метилового эфира.

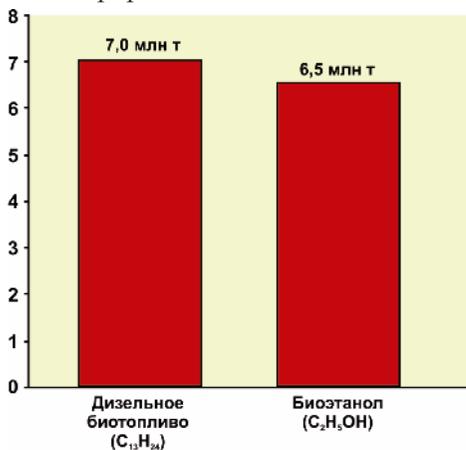
Однако с учетом дальнейшего роста цен на невозобновляемые энергоносители уже в ближайшие несколько лет в стране может установиться ценовой паритет между минеральным дизельным топливом и дизельным биотопливом.

Потребность России в биотопливе при условии доведения его в обычном дизельном топливе до 5%, как это допускает вступивший в силу ГОСТ «Топливо дизельное — ЕВРО», составляет 1,35 млн т.

Между тем, российское рапсовое масло уже сейчас конкурентоспособно по цене на рынках стран ЕС из-за более низких производственных издержек, что делает его привлекательным для строительства перерабатывающих предприятий, преимущественно экспортной ориентации. Возможности же сельского хозяйства России существенно превышают общую потребность в энергоресурсах (рис. 7.8).

Перспективными сельскохозяйственными культурами для получения биотоплива на основе спиртосодержащей составляю-

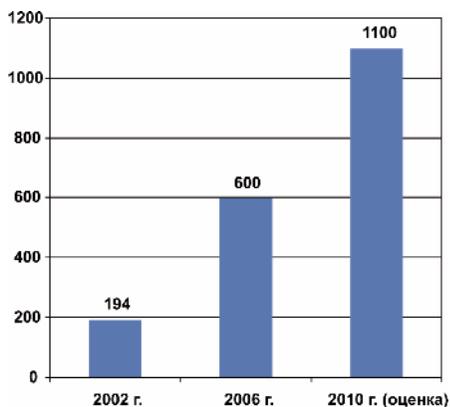
щей — биоэтанола — являются возделываемые в Российской Федерации сахарная свекла, кукуруза, сорго и зерновые культуры. Производство биоэтанола возможно также из отходов продукции лесопереработки.



*Рис. 7.8. Возможности сельского хозяйства России в производстве биотоплива*

Перспективная потребность страны в биоэтаноле составляет 1,1 млн т (рис. 7.9).

*Рис. 7.9. Перспективные потребности России в биоэтаноле, тыс. т*



По ориентировочным оценкам, в России мощности по производству этанола, который может быть использован как добавка к бензину, составляют около 320 тыс. т (около 1% от объема производства бензина), в том числе 200 тыс. т гидролизного и 120 тыс. т синтетического этанола.

## **8. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ БИОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ**

В России основным законом, регулирующим отношения в сфере использования энергетических ресурсов и энергосбережении, является Федеральный закон, принятый в апреле 1996 г., № 28-ФЗ «Об энергосбережении», однако он не имеет биоэнергетической направленности. В нем дается понятие возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива и лишь упоминаются такие виды биотоплива, как биогаз и продукты переработки биомассы.

Вторым документом, затрагивающим отношения в сфере биоэнергетики, является «Энергетическая стратегия России на период до 2020 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 августа 2003 г. № 1234, в которой отсутствуют конкретные меры для развития биоэнергетики.

В этой связи Министр сельского хозяйства России А. В. Гордеев обратился 4 декабря 2006 г. к Президенту Российской Федерации В.В. Путину с предложением поручить Правительству Российской Федерации подготовить комплекс мер по ускоренному развитию биоэнергетики, предусмотрев, в том числе:

- разработку нормативно-правовых документов, регламентирующих обязательное использование биологических добавок в моторном топливе;
- установление специальных налоговых условий для производства и реализации моторного топлива с содержанием биологических добавок;
- финансирование за счет средств Инвестиционного фонда проектов возделывания высокоэнергетических культур и строительства заводов для производства биотоплива.

Президентом дано соответствующее поручение Правительству России – в срок до 25 июня 2007 г. подготовить предложения по ускоренному развитию производства и потребления биологических видов топлива, включающие в себя нормативно-правовое обеспечение развития биоэнергетики, а также поддержку инновационной и инвестиционной деятельности в области биоэнергетики.

Минсельхозом России разработан проект данных предложений государственного регулирования развития биоэнергетики, включающих в себя два блока.

### **8.1. Законодательное и нормативно-правовое обеспечение**

8.1.1. Разработка проекта федерального закона «Об основах развития биоэнергетики в Российской Федерации».

8.1.2. Разработка проекта федерального закона «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон от 22 ноября 1995 г. № 171-ФЗ «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции».

8.1.3. Подготовка предложений в проект разрабатываемого федерального закона «Об энергосбережении» в части биоэнергетики.

8.1.4. Разработка проекта федерального закона «О внесении изменений в Налоговый кодекс Российской Федерации» в части налогообложения моторного топлива, содержащего биологические добавки.

8.1.5. Подготовка проекта федерального закона «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон от 1995 г. № 193-ФЗ «О сельскохозяйственной кооперации» в части распространения положений закона на производство биологических видов топлива.

8.1.6. Подготовка предложений о внесении в проект разрабатываемой Энергетической стратегии России на период до 2030 года раздела «Развитие биоэнергетики».

8.1.7. Подготовка предложений о включении в Программу разработки технических регламентов, утвержденную постановлением Правительства Российской Федерации от 29.05.2006 г. № 781-Р, разработки специального технического регламента «О безопасности продуктов биоэнергетики».

8.1.8. Подготовка предложений о включении в новую редакцию ОКП (Общероссийский классификатор продукции) продуктов биоэнергетики.

8.1.9. Разработка системы национальных стандартов России (ГОСТ Р) по биоэнергетике (виды биодобавок, биотоплива, методы их испытаний и использования).

8.1.10. Подготовка проекта постановления Правительства Российской Федерации «О внесении изменений в «Положение о Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации», утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 24.03.2006 г. № 64 в части установления полномочий Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в области биоэнергетики.

8.1.11. Подготовка проекта федеральной целевой программы «Развитие биоэнергетики в Российской Федерации на период 2008-2015 гг.».

## ***8.2. Поддержка инновационной и инвестиционной деятельности***

8.2.1. Координация работ по подготовке инвестиционного проекта по развитию биоэнергетики в Российской Федерации (производство масличных культур, получение биологических добавок, биотоплива, белковых кормов с целью комплексного решения имеющихся проблем).

8.2.2. Участие в разработке и реализации инвестиционных проектов по биоэнергетике на условиях частно-государственного партнерства (возделывание высокоэнергетических культур, строительство заводов по производству биотоплива и белковых кормов).

8.2.3. Подготовка и реализация ведомственной целевой программы «Развитие производства и переработки рапса в Российской Федерации на 2008-2010 гг.».

8.2.4. Разработка и реализация ведомственной целевой программы по расширению посевов высокоэнергетических культур на 2008-2010 гг.

8.2.5. Подготовка предложений в Правительство Российской Федерации по стимулированию расширения посевов высокоэнергетических культур путем субсидирования на 1 га посевов.

8.2.6. Подготовка предложений в Правительство Российской Федерации по таможенным пошлинам, направленным на разви-

тие рынка высокоэнергетических культур, биотоплива, технологического оборудования и производства кормового белка.

8.2.7. Разработка механизма «продажи углеродных кредитов» в рамках реализации положений Киотского протокола.

8.2.8. Подготовка предложений по внесению дополнений в План мероприятий по развитию отечественного сельскохозяйственного машиностроения на 2006-2008 гг., утвержденный приказом Минпромэнерго России от 27 апреля 2006 г. № 96, по разработке и производству технических средств для возделывания, послеуборочной обработки и хранения семян высокоэнергетических культур по их переработке и использованию.

8.2.9. Подготовка предложений для внесения в перечень критических технологий Российской Федерации, утвержденных Президентом Российской Федерации 21 мая 2006 г. № 842, «Технологии биоэнергетики».

8.2.10. Разработка предложений по включению в учебные планы специализации в области биоэнергетики на основе совершенствования государственных образовательных стандартов и учебно-программной документации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ развития производства биотоплива в ведущих зарубежных странах свидетельствует о значительном усилении роли сельского хозяйства в решении вопросов энергообеспечения, интенсивном росте объемов производства топлива из сельскохозяйственного сырья.

Биоэнергетика — активно растущий сектор экономики, основанный на использовании биомассы, источников энергии растительного происхождения. Это стало приоритетным направлением развития национальной экономики США, Бразилии, Канады, стран ЕС, где приняты программы и законы, стимулирующие развитие производства биотоплива.

За последние три года ценовая конкурентоспособность биодизельного топлива повысилась в сравнении с традиционным углеводородным топливом на 29%, а этанола — на 17,4%. Это является результатом усовершенствования технологий их производства и повышения мировых цен на традиционные энергоресурсы.

Темпы роста производства различного вида биотоплива составляют в мире, по разным оценкам, 20-40% в год. К 2010 г. доля такого топлива в общем потреблении нефтяного топлива должна достигнуть в странах ЕС 5,75%, что потребует переработки около 10 млн т растительного сырья.

Площади под посевы высокоэнергетических культур в Европе и других странах ограничены, а мощности перерабатывающих заводов не загружены, поэтому в ближайшие годы Россия может более эффективно реализовать свой земельный потенциал (примерно 9% от мировой пашни) — около 20 млн га не востребованной пашни, более полно использовать около 1 млрд т биомассы ежегодно.

Это потребует дополнительных мер государственной поддержки стимулирования производства высокоэнергетических культур, развития и совершенствования технологий и машин для производства и переработки биоресурсов.

В настоящее время разработаны и реализуются крупные пилотные инвестиционные проекты по производству биодизельного топлива (на основе рапсового масла) и биоэтанола в ряде

субъектов Российской Федерации, в том числе в Республике Татарстан, Краснодарском крае, Липецкой, Воронежской, Белгородской, Ростовской, Омской областях и других регионах.

Развитие биоэнергетики в интересах страны требует более тесной интеграции и координации работ с министерствами, ведомствами и корпорациями, осуществляющими добычу и производство углеводородного сырья и переработку древесины.

Это позволит комплексно решать задачи изучения свойств биодобавок и биотоплива, развития их производства в интересах сельхозтоваропроизводителей.

Реализация намеченных мер по ускорению темпов развития биоэнергетики в Российской Федерации позволит:

- решить проблему снижения энергозависимости сельскохозяйственной экономики от роста цен на углеводородные источники энергии;
- повысить доходность сельскохозяйственного производства и инвестиционную привлекательность сельского хозяйства;
- обеспечить устойчивое энергоснабжение сельского населения и сельхозпроизводства в зонах децентрализованного электроснабжения;
- увеличить в 1,3-1,5 раза обеспеченность животноводства в кормовом белке;
- создать новые рабочие места в различных отраслях экономики по производству сырья и биотоплива;
- расширить и изменить структуру экспорта.

## Литература

1. **Антифеев В. Н.** Моторное топливо XXI века. Экологические, сырьевые и технические аспекты // *Мировая энергетика*. — 2005. — № 2. — С. 3-8.
2. Альтернативы дизельному топливу для сельского хозяйства // *DLZ*. — 2005. — № 1. — С. 80-81.
3. Альтернативные источники энергии для автомобилей // *Автомоб. транспорт*. — 2002. — № 3. — С. 43-47.
4. Альтернативное топливо для России: желаемое и возможное // *Мировая энергетика*. — 2005. — № 3. — С. 25-29.
5. Биодизель — шанс для крестьян России // *Агромир Черноземья*. — № 7(31). — С. 29-31.
6. Биодизельное топливо // *Автомоб. транспорт*. — 2005. — № 5. — С. 62-63.
7. Биотопливо: Просп. / Фирма «Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.». — 2006. — 41 с.
8. **Вагнер В. А.** Применение альтернативных топлив в ДВС // *Двигателестроение*. — 2000. — № 3. — С. 12-16.
9. Возможности развития биоэнергетики в системе АПК России. — М.: Науч. центр «Агроэкопрогноз». — 2007. — 55 с.
10. Возможности рапса как альтернативы дизельному топливу // *Железные дороги мира*. — 2003. — № 10. — С. 41-46.
11. **Головенчик Е.** Зарубежный опыт организации производства и использования дизельного биотоплива на основе продуктов переработки рапсового масла // *Агроэкономика*. — 2005. — № 8. — С. 40-42.
12. **Горбунов С. И., Ишин А. Г., Космоенко О. М.** Биоэтанол из сахарного сорго — альтернативный источник энергии // *Техника и оборуд. для села*. — 2006. — № 12. — С. 19-20.
13. **Городний Н. М.** Концептуальные направления разработки стратегии формирования индустрии переработки и утилизации органических отходов // *Достижения науки и техники АПК*. — 2004. — № 4. — С. 36-38.
14. **Гурьянов Д. И.** Экологически чистый транспорт: направления развития // *Инженер, технолог, рабочий*. — 2004. — № 2 — С. 12-14.
15. **Гуськов Л. А.** Перевод автотранспортных средств и сельскохозяйственной техники на газовое топливо во Владимирской области // *Техника и оборуд. для села*, 2004. — № 10. — С. 12-13.
16. **Джулиано Г.** Технологии получения жидких биотоплив в Европе: Междунар. круглый стол «Использование технологий переработки

биомассы для производства энергии и на транспорте. Опыт Европы. Возможности России». — М., 22.04.2005 г.

17. **Дринча В. М.** Предпосылки применения альтернативных источников энергии в сельском хозяйстве // Тракторы и с.-х. машины. — 2003. — № 10. — С. 25-27.

18. **Ежевский А. А., Черноиванов В. И., Федоренко В. Ф.** Современное состояние и тенденции развития сельскохозяйственной техники (По материалам Международной выставки «SIMA-2005»). Науч.-ан. обзор. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. — 224 с.

19. **Емельянов В. Е.** Решение экологических проблем автотранспорта // Экология и пром-сть России. — 2005. — № 4. — С. 36-37.

20. **Емельянов В. Е., Крылов И. Ф.** Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей. — М.: АСТ Астрель, 2004. — 128 с.

21. **Емельянов В. Е., Туровский Ф. В.** Реализация европейских программ по снижению вредных выбросов // Грузовое и легковое автохозяйство. — 2001. — № 11. — С. 37-40.

22. Заправимся соляркой на огороде // Автотранспорт: эксплуатация, обслуживание, ремонт. — 2006. — № 3. — С. 106-107.

23. **Измайлов А. Ю., Савельев Г. С.** Эффективность производства и использования биодизельного топлива из рапсового масла в России // Ваш сельский консультант. — 2006. — № 3. — С. 18-23.

24. Использование биогаза в Германии // Коринф. — 2001. — № 36. — С. 5-6.

25. Камерный фильтр «ККФ 470/10-3»: Просп./ООО «ТехЭкспресс». — 2006. — 2 с.

26. **Карпачев В. В.** Рапс — стратегическая культура. Матер. семинара-совещания «Методы освоения прогрессивных технологий в производстве и использовании энергонасыщенных культур». — Б. Болдино Нижегородской обл., СХПК «Пушкино», 18-19 августа 2006 г. — С. 45-58.

27. **Кириллов Н. Г.** Альтернативные виды моторного топлива из биосырья для сельскохозяйственной автотракторной техники // Достижения науки и техники АПК. — 2002. — № 2. — С. 24-27.

28. **Ковалев А. А.** Эффективность производства биогаза на животноводческих фермах // Техника в сел. хоз-ве. — 2001. — № 3. — С. 25-27.

29. **Костина Г.** Биомасса ползет в бак // Эксперт. — 2007. — № 5. — С. 15-17.

30. **Лычев Е.** Удобрение и альтернативные источники энергии из органических отходов // Техника и оборуд. для села. — 2005. — № 3 — С. 31-33.

31. Рапс — «локомотив» современных технологий в АПК // Ваш сельский консультант. — 2006. — № 3. — С. 4-9.

32. **Макаренко В.** Навоз в биогаз // Сельский механизатор. — 2000. — № 8 — С. 15-17.

33. **Малашенков К. А.** Экономическая эффективность возделывания рапса в России // Эконом. проблемы совершенствования деятельности предприятий АПК: Сб. науч. тр. — М.: МГАУ им. В. П. Горячкина, 2000. — С. 38-44.

34. **Мащенский А. А., Солонский М. А.** и др. Основные пути экономии топливно-энергетических ресурсов в АПК на современном этапе. Науч.-техн. информ. и рекомендации. — Минск, 2005. — 95 с.

35. **Медведев А. М.** Производство энергонасыщенных культур: проблемы и перспективы. Матер. семинара-совещания «Методы освоения прогрессивных технологий в производстве и использовании энергонасыщенных культур». — Б. Болдино Нижегородской обл., СХПК «Пушкино», 18-19 августа 2006 г. — С. 5-29.

36. **Митин С. Г., Федоренко В. Ф., Усачев Е. А.** Состояние и перспективы развития биоэнергетики в Российской Федерации // Техника и оборудование для села. — 2007. — № 2. — С. 3-5, № 3. — С. 3-7.

37. Миллионы из сурепки // Крестьянские ведомости. — 2005. — № 47. — С. 10-11.

38. На рынке этанола США // БИКИ. — 2007. — № 1-2. — С. 7-8.

39. Независимость от нефтяных концернов и политики: Просп./Фирма «Kern Kraft». — 2006. — 5 с.

40. О перспективах производства этанола из сахара в США // БИКИ. — 2006. — № 102. — С. 6.

41. О тенденциях в мировом производстве и потреблении биотоплива // БИКИ. — 2007. — № 17. — С. 6-7, № 18. — С. 6.

42. **Овчарова Т.** Прорыв в экономике края — биотопливо // Мой Алтай: село и город. — 2006. — № 2 (41). — С. 30-32.

43. **Орси́к Л. С.** Россия выйдет в лидеры по производству рапса // Нива Татарстана. — 2005. — № 4-5. — С. 23-25, 26-29.

44. **Пермяков Б. А.** Разработка и исследование энерго- и ресурсосберегающих технологий получения топлива из растительной массы // С.-х. техника. Обслуж. и ремонт. — 2006. — № 7. — С. 26-28.

45. Перспективы использования возобновляемых источников энергии в Европе и Азии // БИКИ. — 2006. — № 48. — С. 14-15.

46. Перспективы развития мирового рынка биологического топлива // БИКИ. — 2006. — № 94. — С. 6.

47. Перспективы производства биотоплива в Европе // БИКИ. — 2006. — № 88. — С. 13-14.

48. Перспективы роста производства биотоплива в Европе // БИКИ. — 2006. — № 58. — С. 14-15.

49. Перспективы развития рынка этанола и биотоплива Китая // БИКИ. — 2006. — № 123. — С.16.

50. Пресс для выдавливания масла КК 40: Просп./ООО «ТехЭкспресс». — 2006. — 2 с.

51. Проведение стратегических исследований конъюнктуры рынков зерновых и масличных культур и продуктов их переработки. Анализ емкости потенциальных рынков сбыта и ограничивающих факторов и разработка сценариев изменения рыночного спроса на данную продукцию с учетом реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК» и развития экспортных рынков России: Отчет о НИР/Ин-т конъюнктуры аграрного рынка (Икар). — 2006. — 96 с.

52. Продукция биодизель из растительных масел или жиров: Просп. / Компания «Merloni Progetti». — 2006. — 5 с.

53. Развитие производства биотоплива — заменителя нефти // БИКИ. — 2006. — № 62. — С. 14-15.

54. Разработать технико-экономическое обоснование использования биотоплив при эксплуатации автотракторной техники: Отчет о НИР/ВИМ. — 2005. — 101 с.

55. Рапсовый бум в Германии // Сельская жизнь за рубежом. — 2006. — № 33 (23153). — С. 2-3.

56. **Савельев Г. С., Краснощеков Н. В.** Биологическое моторное топливо для дизелей на основе рапсового масла // Тракторы и с.-х. машины. — 2005. — № 10. — С. 11-16.

57. **Семенович В. С., Малашенков К. А.** Современные направления использования рапса // Проблемы реформирования в агропромышленном комплексе: Сб. науч. тр. — М.: МГАУ им. В. П. Горячкина, 1999. — С. 104-108.

58. **Федоренко В. Ф., Колчинский Ю. Л., Шилова Е. П.** Состояние и перспективы производства биотоплива: Науч. ан. обзор. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. — 132 с.

59. **Федоренко В. Ф., Тихонравов В. С.** Ресурсосбережение в агропромышленном комплексе: инновации и опыт. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. — 328 с.

60. **Федоренко В. Ф., Буклагин Д. С.** и др. Инновационное развитие мирового сельскохозяйственного машиностроения (По материалам Международной выставки «Agritechnica-2005»): Науч. ан. обзор. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. — 180 с.

61. **Федоренко В. Ф., Лачуга Ю. Ф.** Тенденции развития сельскохозяйственной техники за рубежом. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. — 144 с.
62. **Шилова Е. П.** Альтернативные виды топлива для автотранспорта: Ан. справка. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. — № 17. — 25 с.
63. **Шилова Е. П.** Экологически чистые виды топлива для дизельных двигателей автомобилей: Ан. информ. сообщ. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. — 15 с.
64. **Шилова Е. П., Крюков И. В.** Опыт применения альтернативных видов топлива для автомобильной и сельскохозяйственной техники: Науч.-ан. обзор. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. — 96 с.
65. **Шумилин Б.** Производство биогаза в фермерском хозяйстве // Техника и оборуд. для села. — 2001. — № 6. — С. 19-21.
66. «Экодизель» — 7 руб/л //Агробизнес и пищевая пром-сть. — 2006. — № 6 (72). — С. 13.
67. Automotive Environment Analyst. — 2003. — № 4. — P. 19-21.
68. ATZ: Automobiltechnik. — 2004. — № 5. — S. 21-23.
69. DLZ. — 2005. — № 5 — S. 84-87.
70. Eisenbahningenieur. — 2003. — № 6. — S. 42-45.
71. Hebzeuge und Fördern. — 2003. — № 12. — S. 47-54.
72. Top agrar. — 2005. — № 2. — S. 102-105.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>1. Биоэнергетика, виды возобновляемых источников энергии и технологии производства</b> .....	4
1.1. Структура возобновляемых биологических источников энергии .....	7
1.2. Технология получения биотоплив .....	8
<b>2. Анализ развития биотоплива в мире</b> .....	32
2.1. Биодизельное топливо .....	34
2.2. Биэтанол .....	44
2.3. Биогаз .....	56
<b>3. Опыт применения биотоплива</b> .....	62
3.1. Германия .....	62
3.2. Финляндия .....	72
3.3. Швейцария .....	77
3.4. Россия .....	80
3.5. Беларусь .....	86
3.6. Опыт применения пеллет .....	92
<b>4. Законодательная и нормативно-правовая база биоэнергетики</b> .....	96
<b>5. Состояние и перспективы развития биоэнергетики в Российской Федерации</b> .....	111
5.1. Потенциал земельных и биоресурсов .....	111
5.2. Материально-техническая база .....	125
<b>6. Экономическая эффективность биотоплива</b> .....	152
6.1. Экономическая оценка производства биотоплива за рубежом .....	152
6.2. Экономическая и экологическая эффективность применения биотоплива в России .....	160
<b>7. Анализ внутреннего и внешнего рынков биотоплива и сырья</b> .....	173
<b>8. Предложения по развитию биоэнергетики в России</b> .....	191
8.1. Законодательное и нормативно-правовое обеспечение .....	192
8.2. Поддержка инновационной и инвестиционной деятельности .....	193
<b>Заключение</b> .....	195
<b>Литература</b> .....	197

**БИОЭНЕРГЕТИКА:  
МИРОВОЙ ОПЫТ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ**  
**Научный аналитический обзор**

Редакторы: *В. В. Ананьева, И. С. Горячева, В. И. Сидорова*

Художественный редактор *Л. А. Жукова*

Обложка художника *Т. Н. Лапиной*

Компьютерная верстка *Т. В. Морозовой*

Корректоры: *В. А. Сулова, З. Ф. Федорова*

Набор и верстка на компьютерной системе ФГНУ “Росинформагротех”

---

Подписано в печать 02.03.2007    Формат 60x84/16  
Бумага офсетная    Гарнитура шрифта “PetersburgC”    Печать офсетная  
Печ. л.12,75    Тираж 1000 экз.    Заказ 82

---

Отпечатано в типографии ФГНУ “Росинформагротех”, 141261, пос. Правдинский  
Московской обл., ул. Лесная, 60

ISBN 978-5-7367-0623-5



9 785736 706235