

ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

Доктор экономических наук, профессор

В.В. Богатырева;

Доктор экономических наук, профессор

В.И. Гавриш;

Доктор экономических наук, доцент

В.С. Ниценко;

Доктор экономических наук, профессор

К.В. Павлов

**АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ:
ЭКОНОМИКО – УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА**

МОНОГРАФИЯ

Полоцк, 2017

Рецензенты:

В.И. Ляшенко, доктор экономических наук, профессор, зав. отделом предпринимательства и регуляторной политики Института экономики промышленности НАН Украины, академик Академии экономических наук Украины;

В.К. Нусратуллин, доктор экономических наук, профессор, зам. директора Института экономических и социальных проблем Уфимского научного центра РАН, академик Академии экономических наук Украины;

Альтернативные топливно-энергетические ресурсы: экономико-управленческие аспекты их использования в условиях инновационного развития общества: монография. Авторы монографии: д.э.н, профессор В.В. Богатырева, д.э.н, профессор В.И. Гавриш, д.э.н, доцент В.С. Ниценко, д.э.н, профессор К.В. Павлов. – Полоцк: _____, 2017. – ____ с.

В монографии исследуются различные проблемы нового научного направления «Экономика и менеджмент альтернативных топлив». Формирование и развитие данного научного направления имеет большое значение не только в теоретическом, но и в практическом аспекте, т.к. коррелирует с перспективными оценками развития мировой энергетики в целом. Книга написана известными учеными из России, Украины и Беларуси.

Много внимания в книге уделяется экономическим, управленческим и организационным аспектам использования альтернативных топлив в современных условиях инновационного развития общества. В этой связи в монографии также рассматриваются вопросы эффективного управления человеческим капиталом как важнейшего фактора процесса интенсификации общественного воспроизводства.

Отдельные разделы монографии могут быть также использованы и в качестве учебного пособия, поэтому книга может быть полезна не только научным работникам и менеджерам, но и преподавателям ВУЗов и студентам.

© Богатырева В.В., Гавриш В.И.,
Ниценко В.С., Павлов К.В., 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	6
Глава 1. «Экономика и менеджмент альтернативных топлив» как новая и перспективная отрасль науки и учебная дисциплина	8
1.1. Предмет научно-учебной дисциплины «Экономика и менеджмент альтернативных топлив»	8
1.2. Общие тенденции рынков энергетических ресурсов	9
1.3. Тенденции рынка нефти. Пик Хаберта	12
1.4. Современное состояние использования энергетических ресурсов в сельском хозяйстве	17
1.5. Задачи экономики и менеджмента альтернативных топлив	21
Глава 2. Показатели (критерии) эффективности использования топливно-энергетических ресурсов	23
2.1. Система показателей эффективности использования энергетических ресурсов	23
2.2. Структура потребления топливно-энергетических ресурсов и классификация моторных топлив	24
2.3. Показатели использования. Условное топливо, тепловые и технические топливные эквиваленты	27
2.4. Показатели наличия (обеспеченности) энергоресурсами	31
2.5. Показатели эффективности	33
Глава 3. Эффективность использования альтернативных топливно-энергетических ресурсов	37
3.1. Методика оценки топлив. Эксплуатационно-потребительские показатели	37
3.2. Производственно-технологические показатели	39
3.3. Экологические показатели топлива	42
3.4. Стоимость энергии топлива	47
3.5. Целесообразность производства топлив растительного происхождения	48
3.6. Оценка эффективности использования альтернативных моторных топлив	51
Глава 4. Направления применения газообразных топлив с учетом их свойств	56
4.1. Эволюция применения газа в качестве моторного топлива	56
4.2. Эксплуатационно-технические требования к газообразному топливу	59
4.3. Физико-химические свойства сжиженного нефтяного газа (пропан-бутана)	60
4.4. Основные свойства природного газа	63
4.5. Основные свойства биогаза и тенденции его производства	65
4.6. Оценка эффективности применения газообразных видов топлива	68
4.7. Опыт использования биогаза в качестве моторного топлива	74

4.8. Оценка эффективности применения передвижных автомобильных газовых заправщиков	77
4.9. Оценка эффективности применения автомобильных газонаполнительных компрессорных станций	80
Глава 5. Эффективность использования биотоплива растительного происхождения	85
5.1. Производство и использование биотоплива для дизельных двигателей	85
5.2. Преимущества и недостатки использования дизельного биотоплива	87
5.3. Основные физические свойства растительных биотоплив	89
5.4. Основные эксплуатационные свойства растительных биотоплив	92
5.5. Адаптация автотракторных двигателей для работы на биотопливе	99
5.6. Производство и использование биоэтанола	102
5.7. Биоэтанол в качестве моторного топлива для двигателей с искровым воспламенением	104
5.8. Использование спиртов в дизельных двигателях	106
Глава 6. Расположение заводов по производству биотоплива	112
6.1. Схемы производства биотоплива	112
6.2. Обоснование необходимых площадей посева энергетического биосырья. Себестоимость его переработки	114
6.3. Определение среднего радиуса перевозок	118
6.4. Оптимальное расположение предприятий по производству биотоплива с учетом урожайности растительного сырья	122
6.5. Алгоритм выбора схемы расположения заводов по производству биотоплива	126
Глава 7. Использование электрической энергии мобильными энергетическими средствами	129
7.1. Тракторы с электрической и электромеханической трансмиссиями	129
7.2. Использование электрической энергии в трансмиссии грузовых автомобилей	135
Глава 8. Состояние и тенденции биогазовой энергетики	139
8.1. Ретроспективный анализ развития производства биогаза	139
8.2. Особенности технологии производства биогаза	145
8.3. Состояние и развитие рынка биогаза	150
8.4. Обоснование перспективности масштабного внедрения использования биогаза	154
8.5. Биогазовый потенциал коммунального хозяйства	164
Глава 9. Эффективная стратегия использования природно-энергетических ресурсов в северных регионах Российской Федерации	168
9.1. Особенности разработки стратегии социально-экономического развития в зоне Севера России	168
9.2. Отраслевые и региональные условия использования инвестиций и инноваций интенсивного типа в условиях Севера	179

9.3. Проблемы и перспективы развития экономики Мурманской области	195
9.4. Северный морской путь: проблемы и перспективы межконтинентального транспортного маршрута	214
9.5. Природно-энергетические ресурсы российской Арктики: современные проблемы освоения и перспективы развития	223
Глава 10. Факторы экономического роста в условиях инновационного развития общества	234
10.1. Оценка эффективности инноваций и инвестиций интенсивного и экстенсивного типа	234
10.2. Экономическая эффективность интенсификации производства с учетом территориальных различий в трудоустроенности	247
10.3. Особенности проявления феноменологической природы становления и развития инновационной экономики на современном этапе	257
10.4. Человеческий капитал как фактор инновационного развития экономики в Республике Беларусь	270
Список использованной литературы	288
Сведения об авторах монографии	297

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основой функционирования экономики являются энергетические ресурсы. Поэтому энергетические ресурсы всегда производили глобальное влияние на развитие общества. Значительная часть нефти, добываемой в мире, перерабатывается на светлые нефтепродукты – бензин и дизельное топливо. Основными их потребителями являются автомобильный транспорт.

В сельском хозяйстве, которое является основой и сырьевой базой агропромышленного комплекса, преимущественно используется дизельное топливо. В основном оно используется в растениеводстве.

Современное сельскохозяйственное производство отличается высокой энергоемкостью, в том числе, за счет использования значительных объемов моторного топлива на выполнение технологических операций. Ситуация осложняется тем, что доминирующей мировой тенденцией в области энергетики является перманентное повышение цены ископаемых углеводородов: нефти, угля и природного газа. Это влияет на себестоимость продукции и выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду.

Одним из путей улучшения как экономических, так и экологических показателей аграрного производства является использование альтернативных моторных топлив, в том числе и возобновляемых. Решение об их использовании должно быть обосновано.

Использование мобильными энергетическими средствами альтернативных топлив обеспечивает решение проблемы замещения нефтяных моторных топлив и расширение сырьевой базы для производства моторных топлив. Особое значение имеют топлива из возобновляемых источников энергии, что позволяет решить проблему выбросов в атмосферу парниковых газов.

Поэтому вполне естественно, что в последнее время в мире начало развиваться такое важное как в теоретическом, так и в практическом аспекте научно-учебное направление «Экономика и менеджмент альтернативных топлив», направление, имеющее большие перспективы и нацеленное на определение рациональных путей производства и использования альтернативных топлив. Систему альтернативных топлив можно рассматривать как составную часть энергетического менеджмента.

Следует добавить, что в некоторых странах мира научно-учебная дисциплина «Экономика и менеджмент альтернативных топлив» уже достаточно давно преподается как отдельная дисциплина. В этом издании освещаются вопросы эффективности использования альтернативных моторных топлив мобильными энергетическими средствами. Особый интерес представляет определение целесообразности выращивания сельскохозяйственных культур для дальнейшего производства биотоплива. В заключении отметим, что хотя проблемы эффективного использования альтернативных топлив в данной книге преимущественно рассматриваются в

агропромышленном комплексе, многие теоретические и практические положения монографии с некоторыми модификациями могут быть использованы и в других отраслях и сферах экономики. Книга написана известными учеными из России, Украины и Республики Беларусь – в этой связи авторы надеются, что она вызовет определенный интерес у широкой группы читателей. Тем более, что многие разделы монографии могут быть использованы и в качестве учебного пособия. Именно поэтому основная используемая литература относится к первым шести главам, которые преимущественно и соответствуют разделам учебного пособия. Авторы монографии приносят признательность профессору В.С. Селину за некоторую информацию, предоставленную им для написания 9-ой главы.

ГЛАВА 1.

«ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ» КАК НОВАЯ И ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОТРАСЛЬ НАУКИ И УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА

1.1. Предмет научно-учебной дисциплины

«Экономика и менеджмент альтернативных топлив»

Актуальность энергосбережения определяется следующими факторами:

- 1) развитие мировой экономики с конца XX века ограничивается исчерпаемостью запасов органического топлива;
- 2) механизация и электрификация производства обуславливает постоянное увеличение энергетических мощностей и объемов потребления энергетических ресурсов;
- 3) применение энергозатратных технологий, неоптимальное загрузки мощностей, недостаточный уровень квалификации персонала обуславливает высокий уровень использования энергетических ресурсов при выполнении технологических операций.

Направления дальнейшего развития энергетических установок тракторов и автомобилей с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) во многом зависят от перспектив использования в них различных топлив. В качестве сырьевой базы для получения существующих и перспективных моторных топлив могут использоваться как невозобновляемые, так и возобновляемые энергетические ресурсы.

В сельскохозяйственном производстве могут использоваться как традиционные, так и альтернативные топлива.

Традиционные топлива – это топлива нефтяного происхождения. К ним относятся дизельное топливо, бензин, керосин и т.д.

Альтернативные топлива – это топлива не нефтяного происхождения. К ним относятся биодизельное топливо, биоэтанол, биогаз, сжатый природный газ, сжиженный нефтяной газ и т.д. Их применение может улучшить как экологические, так и экономические показатели хозяйственной деятельности.

Альтернативные источники энергии делятся на невозобновляемые и возобновляемые.

Невозобновляемые альтернативные источники энергии – это природные запасы вещества и материалы, которые могут быть использованы человеком для производства энергии. В первую очередь к ним следует отнести ископаемые топлива и продукты их переработки: каменный и бурый уголь, сланцы, торф, природный и попутный газ. Это также отходы некоторых производств: металлургической промышленности, процессов химической и термохимической переработки углеродистого и углеводородного сырья и т.д.

Возобновляемые альтернативные источники энергии – это источники постоянно существующих или периодически возникающих в окружающей среде потоков энергии: Солнца, ветра, тепловой энергии Земли, морей и

океанов, рек, биомассы (растений и животных). В качестве возобновляемых ресурсов для производства моторных топлив могут быть использованы: растительные масла, животные жиры, биомасса, древесина, сельскохозяйственные и бытовые отходы и др.

Менеджмент альтернативных топлив – это эффективное использование альтернативных топлив в сельском хозяйстве для максимизации прибылей (минимизации затрат) и укрепление конкурентных позиций аграрного формирования».

Предметом научно-учебной дисциплины «Экономика и менеджмент альтернативных топлив» являются закономерности и тенденции производства и использования топлив, в том числе и альтернативных, принципы управления производством как энергетической экологобезопасной системой в общей системе общественного воспроизводства.

Эта наука исследует:

- тенденции и закономерности использования энергетических ресурсов, в том числе и альтернативных;
- управление энергосбережением при производстве аграрной продукции на основе энергосберегающих технологий и машин;
- управлением использования возобновляемых энергетических ресурсов.

Менеджмент альтернативных топлив является составной и неотъемлемой частью энергетического менеджмента.

1.2. Общие тенденции рынков энергетических ресурсов

Научно-технический прогресс в основных отраслях экономики развитых стран мира сопровождался ускорением темпов прироста потребления энергии. Наряду с нефтяными топливами все большее применение находят и другие виды топлива. Для оценки перспектив использования в ДВС этих топлив необходимо подробнее рассмотреть основные тенденции рынка энергетических ресурсов.

За всю многовековую историю человечества по 1940 год включительно суммарное потребление энергии в мире составляло около 43 млрд. т условного топлива. Такое количество первичных энергоресурсов расходуется в наше время всего за 5 лет.

На данный момент времени суммарные прогнозируемые запасы углеводородного топлива планеты превышают 12,5 трлн т, большую часть которых составляет уголь. На долю нефти приходится примерно 12% (рис. 1.1). Извлекаемые мировые запасы полезных ископаемых оцениваются следующим образом: уголь – 4850 млрд. т у.т.; нефть – 1140 млрд. т у.т.; газ – 310 млрд. т у.т.

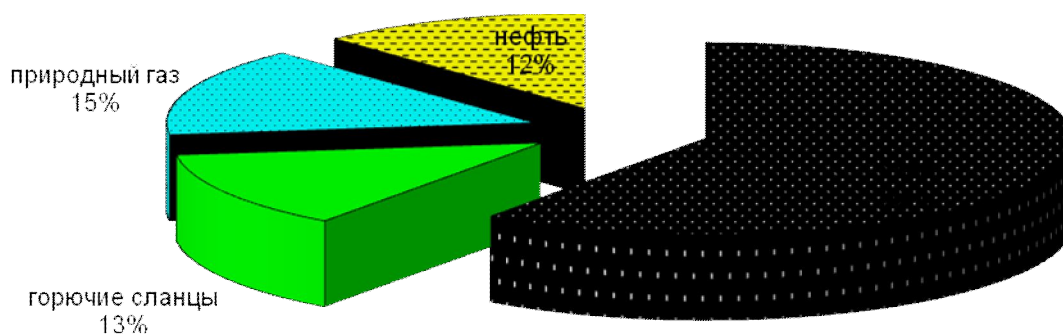


Рис. 1.1. Структура запасов минерального топлива планеты

Можно сказать, что после каждого энергетического кризиса мировая энергетика переходит на новую траекторию роста со снижением темпов и с изменением своей структуры (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Мировое конечное потребление энергии

Можно выделить следующие этапы топливной энергетики мира.

Первый этап характеризовался тем, что в топливно-энергетическом балансе преобладали биологические и природные виды энергетических

ресурсов: дрова, сельскохозяйственные отходы, мускульная энергия рабочего скота и тому подобное.

Второй этап характеризуется массовым использованием угля.

После энергетического кризиса 30-х годов XX столетия начался **третий этап**, отличается интенсивным использованием нефти и электрической энергии.

Арабо-Израильская война послужила катализатором энергетического кризиса 70-х годов XX века. С этого периода времени начинается **четвертый этап**. В результате роста мировых цен на ископаемые углеводороды топлива, особенно нефть, наблюдается уменьшение ее доли в энергетическом балансе стран и повышение удельного веса природного газа и атомной энергии.

Сегодня доминирующей мировой тенденцией является повышение стоимости энергетических ресурсов (нефти, природного газа и угля). Поэтому с середины 90-х годов XX столетия повышается актуальность вопроса использования **возобновляемых источников энергии вообще и биотоплива** в частности. Вызвано это двумя основными причинами. **Первая** – охрана окружающей среды и уменьшения выбросов парниковых газов (Климатический протокол Киото). **Вторая** – обеспечение энергетической независимости стран-импортеров энергетических ресурсов. Это является особенностью **пятого этапа** развития топливной энергетики мира.

В некоторых странах указанные этапы происходили в другие отрезки времени. Так, например, в СССР это объясняется тем, что он был обеспечен всеми природными ресурсами и его экономика не была интегрирована в мировую.

Характерной чертой **первого этапа** было преобладание биотоплива, мускульной энергия рабочего скота и тому подобное. Так, в общем балансе первичных энергоресурсов 1913 году 59% приходилось на их долю, а остальное составляли уголь (26%) и нефть (15%).

Второй этап характеризуется массовым использованием угля, на долю которого приходилось в 1940-1960 гг. 50-55%.

Третий этап, как и в большинстве развитых стран, отличается интенсивным использованием нефти и природного газа, доля которых в общем балансе энергоресурсов в 1970-1986 гг. составляла 56-70%.

В 2004 г. общее мировое потребление первичной энергии в качестве топлива составило 10,22 млрд. т в нефтяном эквиваленте. Пять стран мира (США, Китай, Россия, Япония и Индия) потребляют 51,6 % всего объема первичной энергии. При этом на долю нефти приходится 37 % потребления энергии, природного газа – 24 %, угля – 27 % (рис. 1.3).

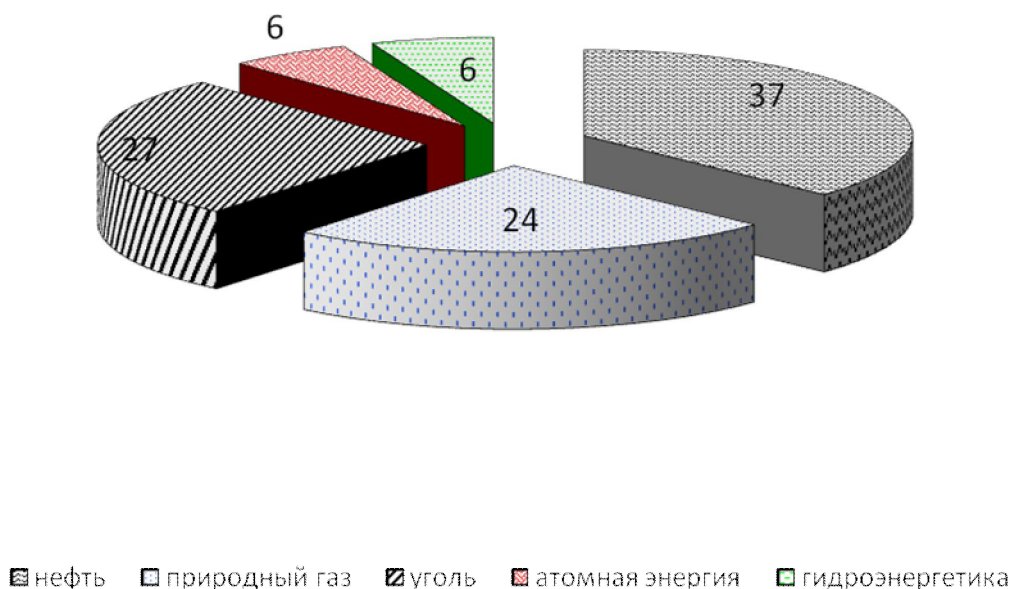


Рис. 1.3. Мировое потребление первичной энергии в качестве топлива в 2004 г.

Таким образом мировой энергетический рынок делится неравномерно по производству и потреблению различных видов энергоресурсов. В будущем ожидается существенное повышение производства и потребления возобновляемых источников энергии и снижения производства и потребления нефти.

1.3. Тенденции рынка нефти. Пик Хаберта

Мобильные энергетические средства в сельском хозяйстве в основном используют в качестве топлива нефтепродукты. Поэтому рассмотрим общие тенденции рынка нефти.

Современная структура топливно-энергетического баланса в значительной степени определяется заметным истощением запасов нефти и продолжающимся повышением мировых цен на этот вид энергетического ресурса. Мировые ресурсы разведанных месторождений этого вида углеводородного топлива составляют около 150 млрд. т нефти (из них в странах бывшего СССР – примерно 10 млрд. т, или около 7 % мировых запасов). Основными поставщиками жидких углеводородов на мировой рынок являются страны Ближнего Востока (Ирак, Саудовская Аравия, Иран), обладающие наибольшими сырьевыми ресурсами.

Определенный интерес представляет мировая динамика потребления первичной энергии. Если в 1979 г. на долю нефти приходилось около 50 % всей потребляемых энергоносителей, то в настоящее время ее доля составляет лишь около 35 % и ее относительное потребление продолжает неуклонно

сокращаться. Это объясняется снижением темпов роста добычи нефти, вызванным выработкой крупных месторождений, незначительным вводом в эксплуатацию новых месторождений, заметным сокращением инвестиций в поисково-разведочные работы.

Стремительное увеличение добычи нефти и газа началось в 50-е годы XX столетия. Так, если в 1920 во всем мире добывалось 95 млн т нефти, то в 1950 – 523 млн т, а в 1960 в мире выкачивали уже 1052 млн т. В последующие два десятилетия добыча нефти в мире увеличилась еще на 2 млрд т, достигнув в 1980 – 3086 млн т, а в 2000 – 3100 млн т. Если с 1860 по 1960 из недр земли было добыто 16 млрд т нефти, то сейчас такое количество добывается за 5 лет.

Превращения нефти в основной источник энергии было ускорено ее низкой ценой по сравнению с другими видами топлива (с учетом калорийности она была примерно в 1,5 раза ниже, чем на уголь), высокой теплотой сгорания, совершенствованием средств доставки жидкого топлива (строительство крупнотоннажных танкеров, магистральных нефтепроводов и т.п.), удобством хранения и использования.

Доказанные запасы нефти по состоянию на 1 января 1980 составляли 75,1 млрд т. Эти данные постоянно корректируются и в 2006 году этот показатель был 164 млрд т.

Первым на научных основах начал исследовать проблему запасов энергетических ресурсов Кинг Хабберт, работавший одним из руководителей исследовательского отдела компании Shell. Он много лет был аналитиком в нефтяной отрасли. В 1954-1956 годах Хабберт сформулировал основные законы, которые описывают истощение каждого ископаемого ресурса:

- Добыча начинается с нуля;
- Добыча увеличивается до максимального значения (пика), который никогда не может быть преодолен;
- После прохождения пика наступает падение добычи пока ресурс не будет исчерпан.

Эти правила имеют общий характер и справедливы для любых полезных ископаемых.

Стандартная кривая Хабберта имеет вид колокола (рис. 1.4).

Логика Хабберта была проста. Он исходил из того, что рост энергопотребления напрямую зависит от увеличения населения, а вместе с тем растет и получения сырья, из которого вырабатывается энергия угля, нефти и природного газа. Это – так называемое ископаемое топливо, невозобновляемые ресурсы недр нашей планеты. Зная разведанные запасы ископаемого топлива и темпы его добычи, несложно посчитать, когда они закончатся.

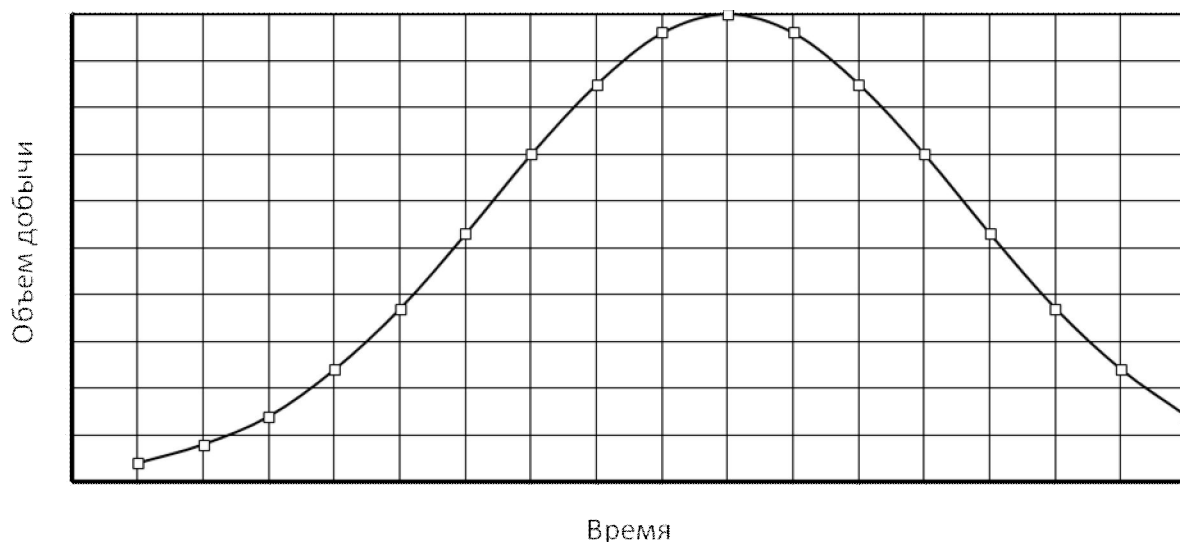


Рис. 1.4. Стандартная кривая Хабберта

Учитывая данные по обнаруженным запасам и объемах добычи нефти, может быть построена кривая Хабберта. Она может быть использована для прогнозирования объемов будущей добычи. Кривую Хабберта можно использовать для предсказания пика добычи взяв производную функции:

$$Q(t) = \frac{Q_{\max}}{1 + a \cdot \exp(-b \cdot t)}, \quad (1.1)$$

где Q_{\max} – общие запасы нефти (или другого геологического ресурса);
 Q – кумулятивная добыча нефти за время эксплуатации месторождения;
 a и b – константы.

Тогда год максимальной добычи (пик):

$$t_{\max} = \frac{1}{b} \cdot \ln(a). \quad (1.2)$$

Выводы исследования Хабберта актуальны и сегодня. График зависимости объемов добычи ископаемого топлива от времени является кривой в форме колокола, которая, достигнув максимума, переходит на небольшое «плато», а затем полого сходит на нет.

Выбор конкретной кривой определяет точку максимального производства на основе мощности месторождения, добычи и кумулятивной добычи. В начале кривой (первичного пика), скорость производства увеличивается от скорости открытия и создания инфраструктуры. В конце кривой (после пика), падение добычи, вследствие истощения ресурсов.

Если добыча осуществляется из нескольких месторождений, то теория Хабберта дает следующий результат (рис. 1.5).

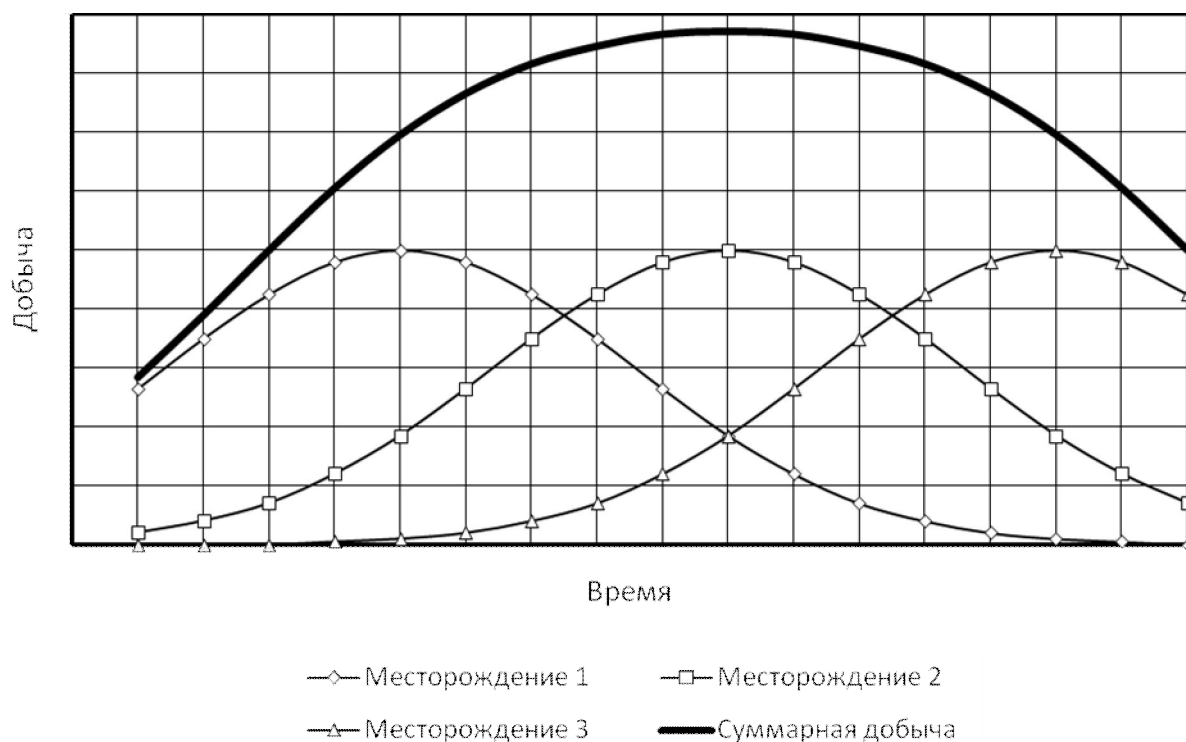


Рис. 1.5. Суммарная добыча из нескольких месторождений

В настоящее время в мире ежегодно добывается около 3 млрд. т нефти. При сохранении такого уровня добычи нефти ее запасов может хватить на 50 лет. Причем из-за роста спроса на нефть будет непрерывно нарастать ее дефицит, который к 2025 году может достигнуть 16 млн. баррелей (2,5 млн. т) в день (рис. 1.6).

Наряду с уменьшением мировых запасов нефти наблюдается тенденция повсеместного повышения цен на нефть и, как следствие этого, нефтяные топлива. Интенсивного роста цен на нефть обуславливается в первую очередь нестабильностью ситуации на Ближнем Востоке, а также состоянием мировой экономики.

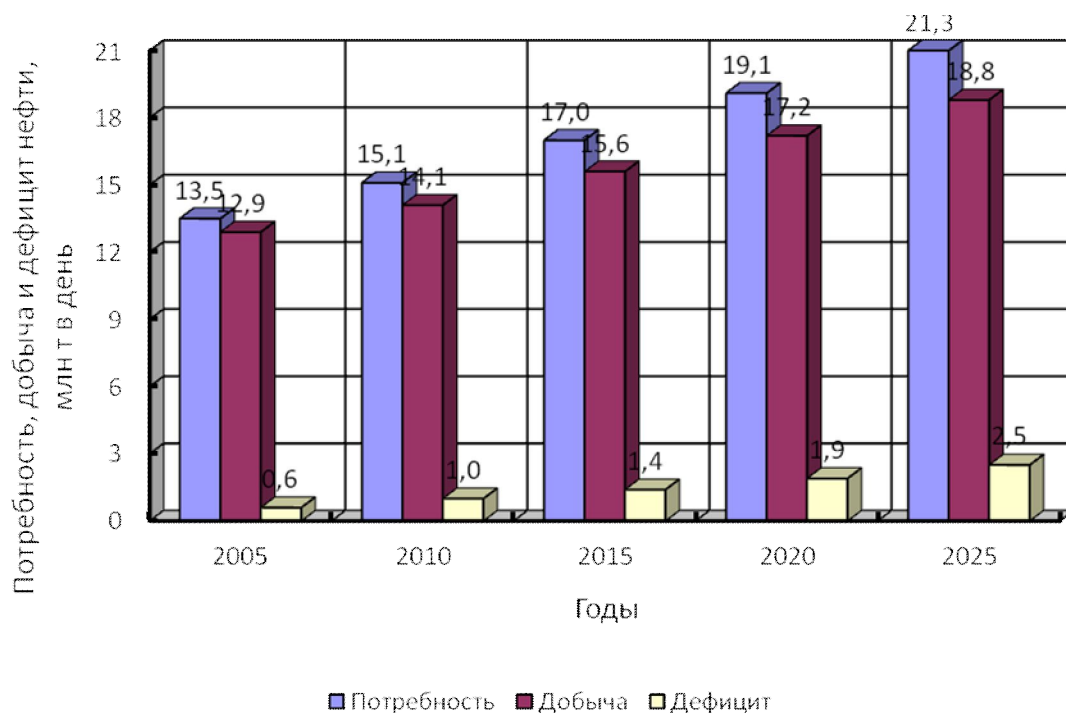


Рис. 1.6. Динамика роста мирового дефицита нефти, связанного с дисбалансом ее добычи и потребления

Заметный рост цен на нефть продолжается и в настоящее время (рис. 1.7). Так последний пик цены на нефть наблюдался в 2008 году, когда этот показатель достиг 148 долларов США за баррель. Осенью 2014 года наблюдается падение цен до уровня 84 долларов США за баррель. Это прямо влияет на формирование цен моторных топлив.

Проблема применения многотопливных двигателей тесно связана с задачей расширения и наиболее рационального использования топливных ресурсов. Это дает возможность более гибкого приспособлять двигатель к изменяющемуся топливному балансу, определяемому добычей нефти, потреблением различных ее фракций, затратами на производство и транспортировку различных нефтепродуктов, использованием альтернативных топлив, получаемых из природного газа, каменного угля, горючих сланцев, биомассы и других сырьевых ресурсов. Решение проблемы создания многотопливных двигателей позволяет обеспечить их бесперебойную и мобильную работу в условиях дефицита того или иного вида топлива, что особенно важно для двигателей транспортного назначения [18].

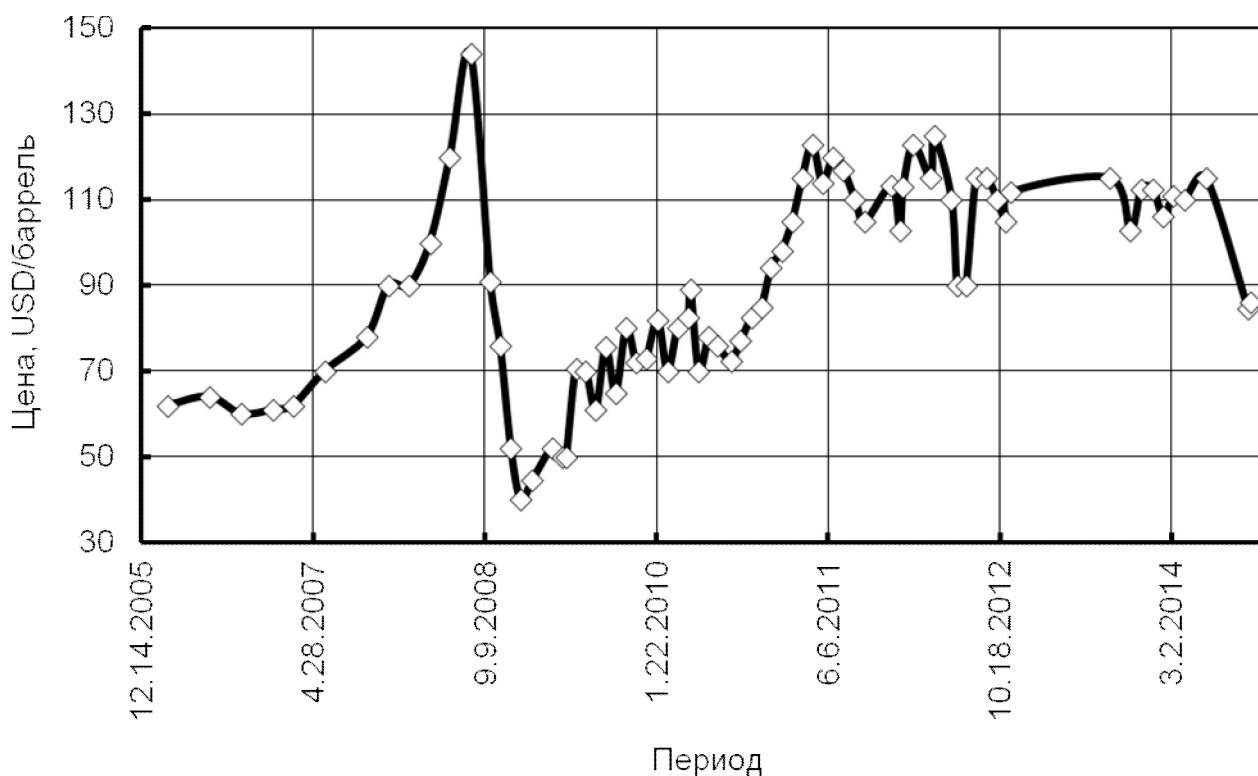


Рис. 1.7. Динамика мировой цены нефти марки Brent

Важнейшим аспектом аграрной энергетики является проблема замены нефтяных топлив нефтяными – альтернативными. В силу указанных выше факторов перевод части машинно-тракторного парка аграрных формирований на топлива, получаемые из альтернативных сырьевых ресурсов, становится неизбежным.

Евросоюзом планируется к 2020 г. перевести около четверти (23%) всего автомобильного парка Европы на альтернативные топлива: природный газ – 10 % (23,5 млн. автомобилей), биогаз – 8 % (18,8 млн. автомобилей), водород (топливные элементы) – 5 % (11,7 млн. автомобилей).

Приблизительно 80 % всей импортируемой в Европу нефти поступает из политически нестабильного Ближневосточного региона. Таким образом, в связи с непрерывным увеличением цен на нефтепродукты, истощением запасов нефти в США и странах Европы, а также непредсказуемостью ситуации в странах Ближнего Востока возникает все более острая необходимость реконструкции топливно-энергетического баланса в направлении замещения нефти другими энергоносителями, вырабатываемыми из альтернативных сырьевых ресурсов.

1.4. Современное состояние использования энергетических ресурсов в сельском хозяйстве

Аграрный сектор экономики многих стран является один из основных потребителей топливно-энергетических ресурсов, в первую очередь моторных топлив.

Нестабильность формирования цен на энергетические ресурсы приводит к несоблюдению сроков выполнения технологических операций и сокращения их количества, что неизбежно снижает эффективность производства. С целью повышения эффективности аграрного сектора экономики в большинстве развитых стран наблюдается четкая тенденция в динамике структурных показателей энергозатрат абсолютное и относительное уменьшение прямого использования нефтяного топлива и увеличение использования эффективных и экологически чистых энергетических ресурсов, электроэнергии, природного газа и альтернативных топлив растительного происхождения.

Доля энергоносителей в себестоимости продукции аграрных предприятий растет во всем мире. Так, в США этот показатель увеличился с 3,4% в 2001 году до 4,5% в 2005 году. В Украине этот показатель достигает 17%.

Рентабельность аграрного сектора экономики уменьшается с ростом цен на светлые нефтепродукты.

По мере развития научно-технического прогресса наблюдается тенденция снижения энергоемкости продукции (рис. 1.8) и, как следствие этого, снижение или не увеличение потребления энергии в абсолютном измерении.



Рис. 1.8. Динамика энергоемкости продукции сельского хозяйства

В странах бывшего СССР с 1992 года наблюдался резкий спад производства сельскохозяйственной продукции и, как следствие этого, снижение потребления моторных топлив. В последствие начался подъем производства. Однако он существенно не повлиял на увеличение потребления энергетических ресурсов вследствие внедрения энергозберирующих технологий и организационных мероприятий. Так внедрение технологии No-Till, при выращивании озимой пшеницы, позволяет снизить потребление топлива почти вдвое.

Сегодня потребление топлива на единицу площади изменяется в довольно широких пределах, в зависимости от природно-климатических условий и уровня применяемых технологий (рис. 9).

Следует отметить, что потребление моторных топлив аграрным сектором экономики в разных странах изменяется в широком диапазоне. Так

потреблении дизельного топлива составляет, млн т в год: Украина – 1,4; РФ – 5,2; Беларусь- 0,67; Польша – 1,6; США – 9; ФРГ – 1,6. Доля аграрного сектора в общем объеме потребления дизельного топлива тоже существенно отличаются. Так, в странах ЕС этот показатель составляет приблизительно 3%, в РФ – 12%, в Украине – до 30%.

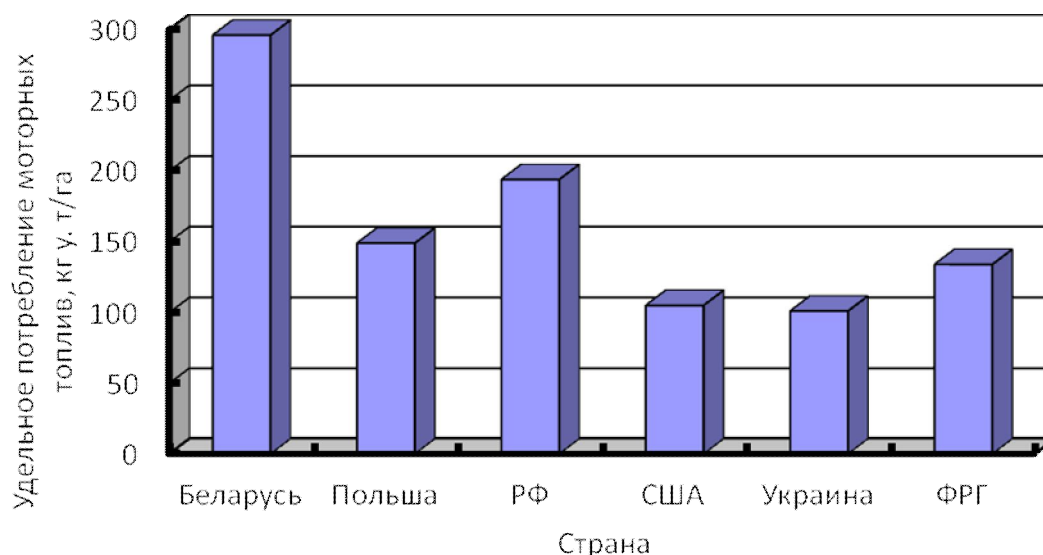


Рис. 1.9. Расход топливно-энергетических ресурсов на единицу площади

Наиболее заметное снижение потребления моторных топлив в сельском хозяйстве произошло в странах бывшего СССР с 1991 года: бензина почти в 2 раза, а дизельного топлива – 3 раза. Это объясняется следующими причинами:

- 1) сокращение посевных площадей почти на 20%;
- 2) применение технологии минимальной обработки почвы;
- 3) сокращение парка грузовых автомобилей, тракторов и комбайнов;
- 4) существенное сокращение объемов производства продукции животноводства;
- 5) более бережное отношение к использованию энергетических ресурсов.

Существенное влияние оказывает и обновление машинно-тракторного парка современной техникой.

Основными современными тенденциями развития тракторов являются:

- увеличение мощности двигателя;
- **применение в двигателях нетрадиционных видов топлива;**
- использование электронных систем управления двигателем;
- снижение вредного воздействия на почву их движителей (расширение сферы применения гусеничных и трехосных колесных тракторов);
- переключением передач под нагрузкой;
- регулированием навесной системы, и т.д.

Специалисты объясняют тенденцию роста числа мощных тракторов в сельскохозяйственном производстве укрупнением отдельных аграрных

формирований, обработкой земель объединенными силами нескольких хозяйств и т.д.

Кроме того более мощные двигатели, как правило, более экономичные и легче адаптируются для работы на альтернативных топливах. Поэтому наиболее продаваемыми являются тракторы с двигателями более 100 л.с., доля которых составляет 54% (рис. 1.10).

Так во Франции, количество вновь зарегистрированных тракторов мощностью выше 150 л. с. увеличилось с 4866 в 2006 году до 10350 в 2008 году при общем объеме продаж порядка 34000.

Эта тенденция положительно влияет на снижение расхода топлива и повышение рентабельности хозяйственной деятельности. На более мощных тракторах проще организовать применение более дешевых и экологически чистых топлив.

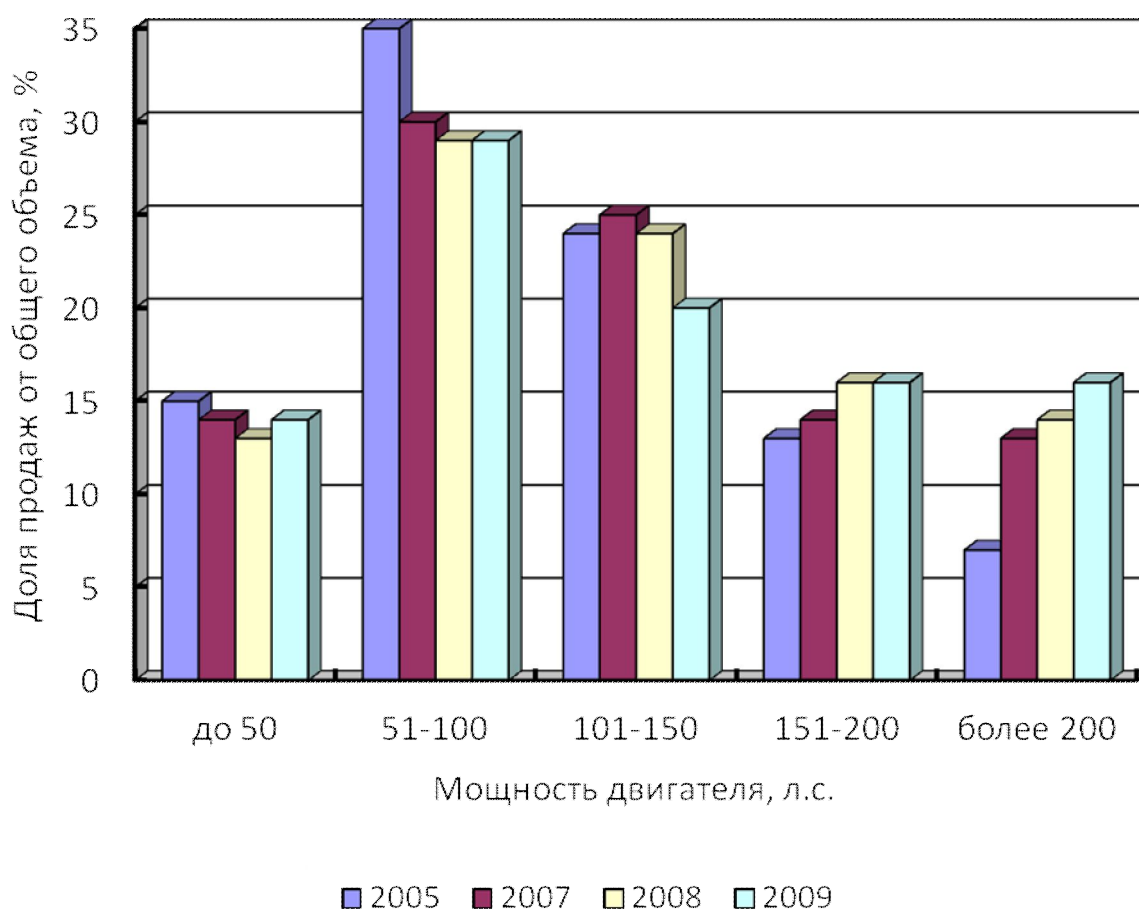


Рис. 1.10. Динамика продаж тракторов по классам мощности на рынке Германии с 2005 по 2009 годы

Многие инновационные решения прошли проверку на тракторах большой мощности, а затем были реализованы на менее мощных моделях. Например, двухпоточные бесступенчатые трансмиссии Vario впервые были установлены в 1995 на тракторы Fendt 926, мощностью 260 л.с. а с 2009 года они используются на всех сериях тракторов этой фирмы. С мощных тракторных двигателей начиналось также внедрение косвенной системы впрыска Common

Rail, системы турбонаддува с промежуточным охлаждением отработавших газов и двухуровневое регулирование мощности.

Одна из первых газобаллонных установок была смонтирована и прошла апробацию на тракторе третьего тягового класса марки Т-150К с номинальной мощностью двигателя 121 кВт.

1.5. Задачи экономики и менеджмента альтернативных топлив

Основной целью энергетического менеджмента является максимизация прибылей через минимизацию производственных расходов, в первую очередь на энергетические ресурсы. При этом не должны ухудшаться как экологические, так и экономические параметры производства. Важную роль при этом играет применение альтернативных топлив, в том числе и возобновляемых. Исходя из этого, основные задачи менеджмента альтернативных топлив можно сформулировать следующим образом:

1. Повышение энергоэффективности и сокращение использования традиционных, в первую очередь нефтяных, видов энергетических ресурсов.
2. Внедрение в производства экологически чистых и возобновляемых источников энергетических ресурсов, в том числе и биотоплив.
3. Сокращение выбросов парниковых газов и других экологически опасных компонентов в атмосферу.
4. Разработка и поддержание эффективных систем мониторинга, отчетности и стратегий управления использованием энергетических ресурсов.
5. Поиск новых и экологически безопасных путей повышения отдачи от инвестиций в энергетику.

Основные результаты, которые планируют достичь применением менеджмента альтернативных топлив можно разбить на четыре группы: экономические, экологические, укрепление национальной безопасности и обеспечение конкурентоспособности национальной экономики.

Экономические. Рыночная экономика требует от коммерческих предприятий прибыльности, а от бюджетных и неприбыльных организаций получения бюджетных ассигнований. Таким образом, любая деятельность может быть оправдана, только если она является экономически эффективной. В современных условиях энергетический менеджмент в целом и менеджмент альтернативных топлив в частности показывает свою экономическую эффективность.

Экологические. Снижение потреблений углеводородных топлив и более широкое использование возобновляемых энергетических ресурсов позволяет решить ряд экологических проблем, среди которых:

- снижение кислотных дождей, которые образуются в результате попадания в атмосферу оксидов серы и азота;
- замедление глобальных климатических изменений, причинами которых являются выбросы парниковых газов, которые образуются, в

том числе, и при сгорании топлив;

- сокращение выбросов угарного газа, несгоревших углеводородов, сажи и других токсичных компонентов, которые попадая в окружающую среду наносят ущерб растительному и животному миру, негативно влияют на состояние здоровья людей;
- уменьшение озоновых дыр.

Укрепление национальной безопасности. Импорт нефти и других ископаемых углеводородных энергоносителей непосредственно влияют на энергетическую безопасность и платежный баланс национальной экономики. Поэтому он должен быть снижен до минимального приемлемого уровня для обеспечения энергетической, экономической и политической безопасности. Импорт энергоносителей из одного источника не должен превышать 30 % от общего энергетического баланса. Важную роль в этом играет применение альтернативных топлив, в том числе и возобновляемых.

Укрепление конкурентоспособности национальной экономики. Снижение энергоёмкости валового внутреннего продукта положительно влияет на конкурентоспособность национальной экономики. А снижение выбросов продуктов сгорания углеводородных топлив позволяет к тому же получить доходы от продажи квот на эмиссию углекислого газа.

ГЛАВА 2. ПОКАЗАТЕЛИ (КРИТЕРИИ) ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

2.1. Система показателей эффективности использования энергетических ресурсов

Решение задачи преодоления кризиса в сельском хозяйстве связаны не только с насыщением его современной техникой и оборудованием, но и рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов, удельный вес которых в структуре себестоимости продукции растениеводства и животноводства постоянно возрастает.

Обеспеченность топливно-энергетическими ресурсами и их правильное использование в решающей степени влияют на стабильность технологических процессов. Возрастает роль перехода к эффективным энергосберегающим технологиям и использованию альтернативных энергетических ресурсов.

Теоретические и методические вопросы использования топливно-энергетических ресурсов, как составной части производственного потенциала в сельском хозяйстве приобрели особую актуальность с конца XX столетия, что связано с ускоренным развитием научно-технического прогресса, механизацией, электрификацией и автоматизацией производственных процессов, переходом в растениеводстве и животноводстве на качественно новые технологии производства сельскохозяйственной продукции.

Что же такое энергия?

По определению, **энергия** – это общая количественная мера различных форм движения и взаимодействия всех видов материи. Для удобства различают механическую, тепловую, электрическую, ядерную и другие виды энергии. Энергия используется как средство производства и обеспечения условий производства.

Согласно первому закону термодинамики разные виды энергии (механическая, тепловая, электрическая, магнитная) измеряются в одинаковых единицах. Величина энергии (во всех ее проявлениях) измеряется в джоулях (Дж). Это позволяет осуществлять оценку энергетических затрат различных процессов.

Эффективность использования энергетических ресурсов в сельскохозяйственном производстве можно определить с помощью **системы показателей**. Их можно разделить на такие **группы**:

- показатели наличия или обеспеченности энергоресурсами – показывают обеспеченность аграрного формирования энергетическими мощностями;
- показатели использования – показывают объемы использования энергетических ресурсов;
- показатели результативности – показывают эффективность использования энергетических ресурсов в процессе производства конечного продукта.

К **первой** группе показателей относят энерговооруженность, энергообеспеченность, электровооруженность, электрообеспеченность, энергетический потенциал предприятия и тому подобное.

Ко **второй** группе – низшую теплоту сгорания топлива, расход топлива (абсолютный, удельный, часовой и т.д.), коэффициент энергетической загруженности и т.д.

К **третьей** – коэффициент полезного действия, удельный расход топлива, энергоемкость (производства и продукции), энергоотдача, критерий энергетической эффективности и т.д.

Большое значение имеет устранение противоречия между экономической и энергетической эффективностью. Это можно осуществить следующим образом. **Во-первых**, энергетическая эффективность имеет подчиненное значение. **Во-вторых**, при выборе одного из нескольких экономически равнозначных вариантов предпочтение следует отдавать тому, у которого выше энергетическая эффективность. Следует подчеркнуть, что повышать эффективность использования топливно-энергетических ресурсов в сельскохозяйственном производстве за счет ухудшения экологических и экономических показателей недопустимо.

Таким образом, применение основных подходов энергетического анализа позволяет оптимизировать процесс разработки энергосберегающих мероприятий в агробизнесе.

2.2. Структура потребления топливно-энергетических ресурсов и классификация моторных топлив

В сельскохозяйственном производстве используется широкий спектр энергетических ресурсов. Выращивание сельскохозяйственных культур требует широкого применения и таких технологических материалов как семена, удобрения, гербициды и т.п. На их производство также расходуются энергетические ресурсы. Следует учитывать и затраты человеческого труда, хотя его величина незначительна. Поэтому применяемые методики должны учитывать не только прямые расходы энергетических ресурсов на выполнение технологических операций, но и косвенные затраты энергии, которые возникают при производстве удобрений, средств защиты растений, оборудования. Обобщенным показателем, характеризующим расходы всех видов энергии (моторных топлив, электрической энергии, тепловой энергии, расхода энергии на производство удобрений, машин, механизмов, сооружений и т.п.) является энергоемкость продукции.

Под энергоемкостью сельскохозяйственной продукции следует понимать суммарные затраты энергетических ресурсов на производство единицы продукции. **Полные затраты** состоят из трех основных составляющих: прямые, косвенные и инвестиционные (рис. 2.1). Рассмотрим их.

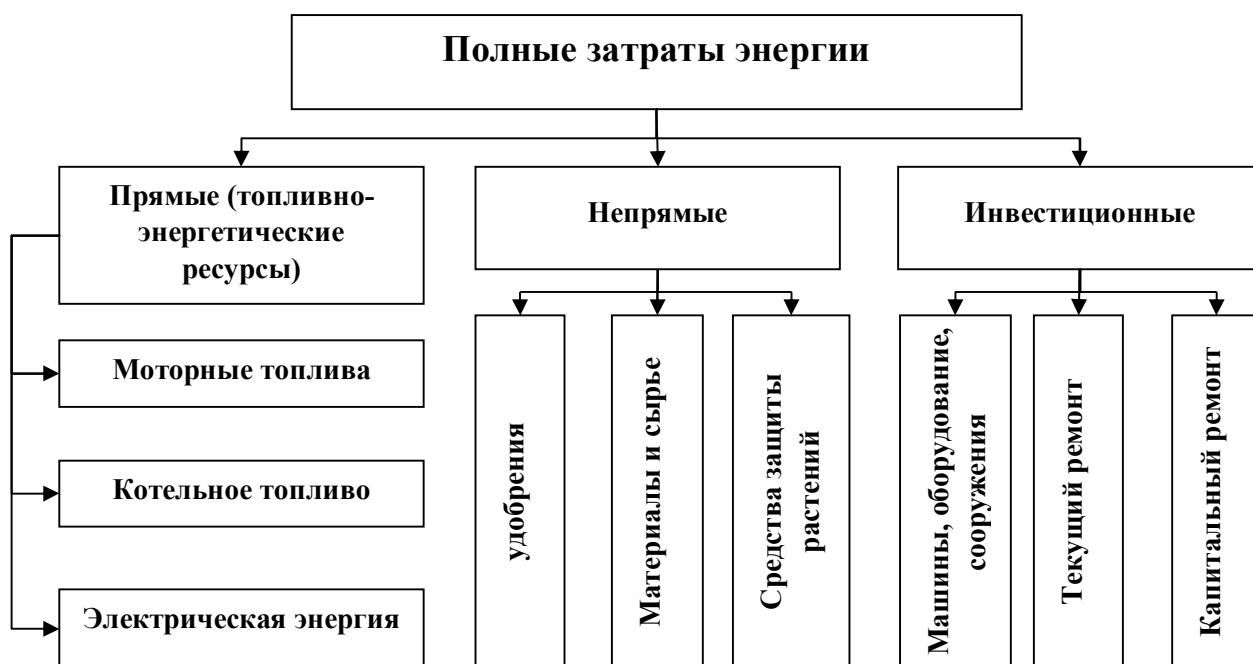


Рис. 2.1. Структура полных расходов энергии затрат энергии

Прямые затраты энергетических ресурсов – это затраты топливно-энергетических ресурсов на осуществление всего производственного цикла. К ним следует отнести моторные топлива (дизельное топливо, бензин, газообразные моторные топлива и т.п.), электрическую энергию и котельное топливо (жидкое, газообразное или твердое).

Непрямые расходы энергетических ресурсов – это те затраты, которые были осуществлены в процессе производства удобрений, средств защиты растений, сырья, материалов и т.п. Особенно высокую энергоёмкость имеют азотные удобрения, в частности аммиак.

Так, например, энергетический эквивалент минеральных удобрений составляет, МДж/кг:

- аммиачная селитра – 27,6;
- карбамид – 36,8;
- аммиачная вода – 16,4;
- аммиак жидкий – 65,6.

Для сравнения, низшая теплота сгорания дизельного топлива – 42,5 МДж/кг.

При определении полной энергоёмкости продукции сельскохозяйственного производства необходимо учитывать и **инвестиционные** расходы. Под ними следует понимать расходы энергетических ресурсов на изготовление машин, оборудования и производственные сооружения. При этом необходимо учитывать срок эксплуатации основных средств и расходы энергетических ресурсов на выполнение текущего и капитального ремонтов.

Так, энергозатраты на мобильные энергетические средства составляют

86,4 МДж/кг, сельскохозяйственных машин – 75 МДж/кг; зданий и сооружений – от 177 до 5662 МДж/м².

В данной классификации не рассматриваются природно-климатические энергетические ресурсы, такие энергия солнца, ветра, воды, почвы и т.п.

В процессе выращивания, сбора, хранения, транспортировки и переработки сельскохозяйственных культур применяют различные мобильные и стационарные энергетические средства: тракторы, комбайны, автомобили, котлы, сушилки, теплогенераторы и т.д. Они используют моторное и котельное топливо, тепловую и электрическую энергию.

В дальнейшем будем рассматривать прямые затраты энергии на моторные топлива, как основную составляющую энергозатрат. Классификацию моторных топлив, которые могут использоваться в сельском хозяйстве приведены на рис. 2.2.

Моторные топлива можно разделить на две группы: традиционные и альтернативные. К первой группе относятся нефтепродукты: бензин и дизельное топливо.

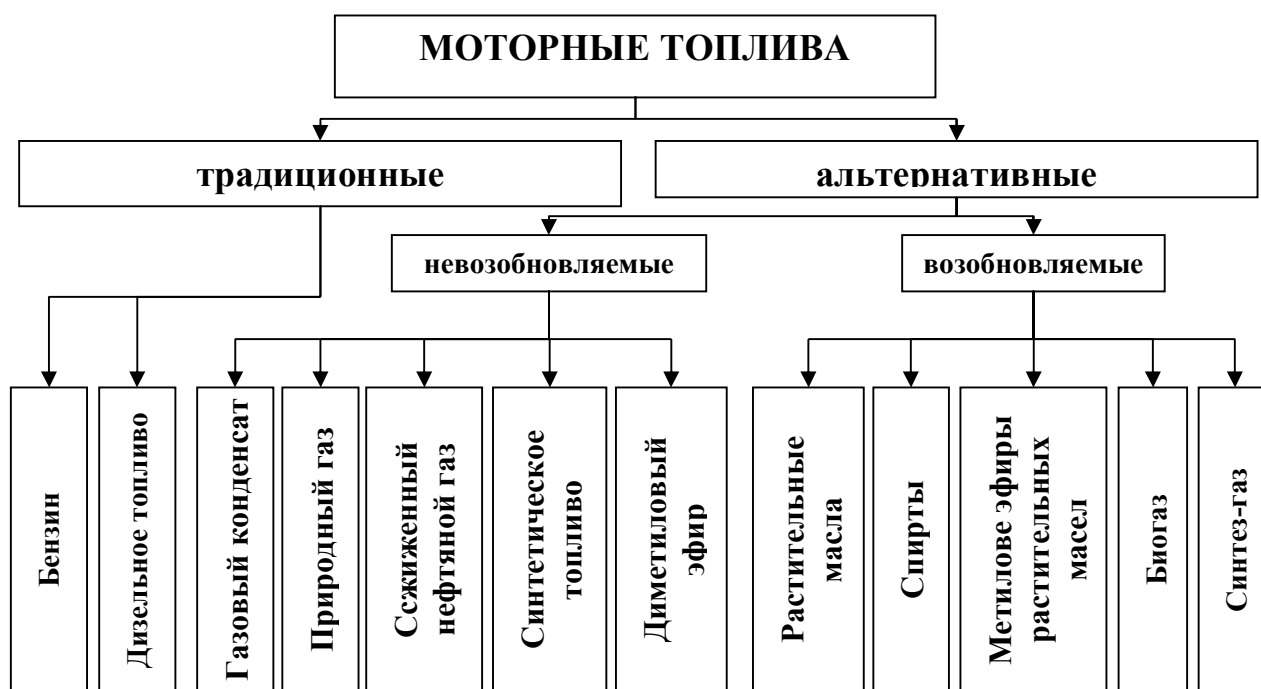


Рис. 2.2. Классификация моторных топлив

Во второй группе различают невозобновляемые и возобновляемые топлива. К невозобновляемым относят:

- природный газ;
- сжиженный нефтяной газ (пропан-бутан);
- газовый конденсат;
- синтетические топлива, получаемые из угля и горючих сланцев;
- диметиловый эфир, производимый из природного газа.

Возобновляемые топлива производятся из сырья органического

происхождения. К ним относят:

- растительные масла;
- метиловые эфиры растительных масел;
- спиртовые топлива – метиловый, этиловый, бутиловый;
- кислородсодержащие добавки;
- биогаз;
- синтез-газ.

Следует отметить, что топлива растительного происхождения и газообразные топлива существенно отличаются от традиционных нефтяных топлив по физико-химическим свойствам. Это усложняет их использование.

Поэтому в тепловых двигателях внутреннего сгорания могут использоваться смесевые топлива, содержащие нефтепродукты и компоненты не нефтяного происхождения. Они по своим свойствам близки к традиционным топливам. Наибольшее распространение находят следующие комбинации:

- дизельного топлива и растительных масел;
- дизельного топлива и метиловых эфиров растительных масел;
- бензина и спиртов (этилового, метилового, бутилового).

Газообразные топлива могут использоваться в двигателях всех типов: и с воспламенением от сжатия, и от искры. В дизельных двигателях, как правило, используют газожидкостную систему питания, в которой жидкое топливо (дизельное) используется только для воспламенения газозоообразной смеси в цилиндрах двигателя.

2.3. Показатели использования.

Условное топливо, тепловые и технические топливные эквиваленты

В сельскохозяйственном производстве используются различные виды энергетических ресурсов, которые существенно отличаются как по физико-химическим свойствам, так и по низшей теплоте сгорания. Так, теплота сгорания твердых топлив изменяется от 8...12 МДж/кг у торфа до 25...26 МДж/кг у каменных углей; жидких топлив – от 40 МДж/кг у мазутов и до 47 МДж/кг у бензинов. Еще больший разброс в теплоте сгорания у газообразных топлив. Так если у генераторного газа низшая теплота сгорания 4...6 МДж/м³, у биогаза – 19...23 МДж/м³, то у попутных газов нефтяных месторождений она поднимается до 47 МДж/м³.

В силу этого обстоятельства учет и планирование расхода топлива, контроль за его экономным потреблением сильно затруднены не только в общегосударственных масштабах, но и в пределах любого предприятия.

Поэтому для сравнения тепловой ценности различных видов топлив, вариантов замен одного топлива другим, составления норм расхода топлива и планирования его потребности введены такие технико-экономические понятия, как условное топливо, тепловой и технический топливные эквиваленты.

Условным называется топливо, имеющее теплоту сгорания $Q_u = 29,3$ МДж/кг или МДж/м³. Эта величина принята как отправная для планирования расхода и отчета об использовании топлива. Относительная ценность

различных топлив рассматривается в сравнении с условным с помощью тепловых топливных эквивалентов.

Тепловым топливным эквивалентом \mathcal{E}_m называется отношение низшей теплоты сгорания рабочей массы реального топлива к теплоте сгорания условного топлива:

$$\mathcal{E}_m = \frac{Q_n^p}{Q_y}. \quad (2.1)$$

Тепловой топливный эквивалент применяют при планировании расхода топлива и в отчетностях.

Топливные эквиваленты позволяют производить перерасчеты расходов топлива из условного в реальное, и наоборот, на основании соотношений:

$$B_p = \frac{B_y}{\mathcal{E}_m}, \quad (2.2)$$

где B_p и B_y – расходы соответственно реального и условного топлив, кг/с (кг/ч, т/год и т.п.).

При невозможности лабораторного определения теплоты сгорания топлива или его определения расчетным путем, следует использовать данные сертификатов поставщиков (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Коэффициенты перерасчета в условное топливо

Топлива и энергии	Единицы измерения	Коэффициенты перерасчета в условное топливо по угольному эквиваленту
Уголь каменный	тонн	0.768 (*)
Сланцы горючий	тонн	0.300
Дрова для отопления	м ³ (плотн.)	0.266
Нефть, включая газовый конденсат	тонн	1.430
Газ природный	тыс. м ³	1.154
Брикеты угольные	тонн	0.605
Мазут топочный	тонн	1.370
Топливо печное бытовое	тонн	1.450
Газ сжиженный	тыс. м ³	1.570
Топливо дизельное	тонн	1.450
Бензин автомобильный	тонн	1.490
Электроэнергия	тыс. кВт.ч	0.123
Тепловая энергия	Гкал	0.1486

Перевод различных видов энергии в тепловой топливный эквивалент

(угольный) приведен в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Переводные теоретические эквиваленты топлива и энергии

Вид энергии	Эквиваленты для перевода в			
	электроэнергию	тепловую энергию	тепловую энергию	условное топливо
	кВт*ч	ккал	ГДж	кг
Электроэнергия, кВт*ч	1	860	$3,6 \cdot 10^{-3}$	0,123
Тепловая энергия, ккал	$1,163 \cdot 10^{-3}$	1	$4,19 \cdot 10^{-6}$	$143 \cdot 10^{-6}$
Тепловая энергия, ГДж	$0,278 \cdot 10^3$	$0,239 \cdot 10^6$	1	34
Условное топливо, кг	8,141	7000	$29,3 \cdot 10^{-3}$	1

В последнее время всё чаще используют нефтяной эквивалент. Тонна нефтяного эквивалента (*toe*) равняется 41,868 ГДж или 11,63 МВт*час. Применяется также единица *баррель нефтяного эквивалента (boe)*: 1 toe = 7,11, 7,33 или 7,4 boe.

Сопоставление моторных топлив по тепловому топливному эквиваленту выполняется без учета влияния их применения на эффективный коэффициент полезного действия теплового двигателя. Учет этого фактора на эффективность использования топлива осуществляется с помощью технического топливного эквивалента (ϵ_m):

$$\epsilon_m = \frac{Q_n \cdot \eta}{Q_y \cdot \eta_y} \quad (2.3)$$

где η – эффективный коэффициент полезного действия теплового двигателя на некотором топливе;

η_y – эффективный коэффициент полезного действия теплового двигателя на условном топливе.

Использование понятия технических топливных эквивалентов позволяет осуществлять количественные перерасчеты часовых расходов моторного топлива B_p на расходы условного моторного топлива или наоборот:

$$B_p = B_y \cdot \epsilon_m, \quad (2.4)$$

где B_y – часовой расход условного топлива в тепловом двигателе.

Данный подход можно использовать и при сравнительном анализе эффективности использования традиционного нефтяного и альтернативного топлива. В данном случае значение технического эквивалента будет составлять:

$$\varepsilon_m = \frac{Q_B \cdot \eta_B}{Q_{ДП} \cdot \eta_{ДП}}, \quad (2.5)$$

где $Q_{ДП}$ – низшая теплота сгорания традиционного нефтяного моторного топлива;

Q_B – низшая теплота сгорания альтернативного моторного топлива;

$\eta_{ДП}$ – эффективный коэффициент полезного действия теплового двигателя при работе на традиционном нефтяном моторном топливе;

η_B – эффективный коэффициент полезного действия теплового двигателя при работе на альтернативном моторном топливе.

Часовой расход альтернативного моторного топлива (B_B) составит:

$$B_B = \frac{B_{ДП}}{\varepsilon_m}, \quad (2.6)$$

где $B_{ДП}$ – часовой расход традиционного нефтяного топлива.

Тогда можно определить соотношение стоимости традиционного и альтернативного топлива:

$$\xi = \frac{B_B \cdot C_B}{B_{ДП} \cdot C_{ДП}} = \frac{C_B}{\varepsilon_m \cdot C_{ДП}}, \quad (2.7)$$

где C_B – цена альтернативного моторного топлива;

$C_{ДП}$ – цена традиционного нефтяного моторного топлива.

Если $\xi < 1$, то применение альтернативных топлив целесообразно.

Рассмотрим следующий **пример**. Необходимо определить целесообразность применения биотоплива в дизельном двигателе при следующих условиях:

- КПД двигателя при работе на нефтяном дизельном топливе составляет $\eta_d = 0,375$;
- низшая теплота сгорания дизельного топлива – $Q_d = 42,5$ МДж/кг;
- цена дизельного топлива – $C_d = 0,880$ у.е./кг;
- КПД двигателя при работе на биотопливе составляет $\eta_b = 0,369$;
- низшая теплота сгорания биотоплива – $Q_b = 40,62$ МДж/кг;
- цена биотоплива – $C_b = 0,778$ у.е./кг.

Решение.

Определяем технический топливный эквивалент, приняв дизельное

топливо за условное

$$\varepsilon_m = \frac{Q_B \cdot \eta_B}{Q_D \cdot \eta_D} = \frac{40,62 \cdot 0,369}{42,5 \cdot 0,375} = 0,94.$$

Определяем соотношение стоимости топлив при работе двигателя на биотопливе и нефтяном топливе

$$\xi = \frac{Ц_B}{\varepsilon_m \cdot Ц_D} = \frac{0,778}{0,94 \cdot 0,88} = 0,941.$$

Так как $\xi < 1$, то применение биотоплива целесообразно.

2.4. Показатели наличия (обеспеченности) энергоресурсами

Наличие и обеспеченность энергетическими средствами из расчета на единицу трудовых ресурсов характеризуется показателем **энерговооруженности труда**. **Энерговооруженность труда** – это показатель, характеризующий связь затрат живого труда с производственным потреблением энергии (тепловой, механической и электрической). Рост энерговооруженности труда – одно из основных условий научно-технического прогресса в производстве, повышения производительности труда.

Различают номинальную, потенциальную и фактическую энерговооруженности труда. **Номинальная** энерговооруженность труда определяется по данным о суммарной мощности всех установленных и используемых двигателей, приходящейся на одного среднегодового работника (в киловаттах или в лошадиных силах).

Фактическая энерговооруженность труда определяется по данным о количестве потребленной энергии, приходящейся на один отработанный человеко-час или человеко-день (в кВт·ч).

Энерговооруженность труда в сельскохозяйственном производстве – это количество энергетических мощностей в расчете на одного среднегодового работника.

Энерговооруженность труда, которая рассчитывается традиционным способом, по сути, является ее **номинальным** значением:

$$EB_n = \frac{\sum_{i=1}^k (Ne_i \cdot m_i)}{n}, \text{ кВт/чел,} \quad (2.8)$$

где Ne_i – номинальная мощность i -го вида техники;

k – количество видов техники;

m_i – количество i -го вида техники;

n – среднегодовая численность работающих, чел.

Потенциальная (EBn) и **фактическая** ($EB\phi$) энерговооруженность труда в большинстве случаев существенно отличается от номинального значения. **Потенциальная** энерговооруженность труда учитывает наличие лишних,

резервных и отработавших свой ресурс энергетических средств, а только численность механизаторов

$$EB_n = \frac{\sum_{i=1}^k (Ne_i \cdot m_i) - N_1}{n - n_1}, \text{ кВт/чел,} \quad (2.9)$$

где N_1 – лишние, резервные и подлежащие списанию вследствие физического и морального износа энергетические мощности, кВт;

n_1 – среднегодовая численность работников социально-бытовых подразделений, планово-учетных служб, младшего обслуживающего персонала, охраны и т. п., чел.

Фактическая энерговооруженность труда, кроме вышеизложенного, учитывает ещё и фактическую загрузку двигателей и наличие мощностей, которые не используются

$$EB_\phi = \frac{\sum_{i=1}^k (Ne_i \cdot m_i \cdot Xe_i) - N_1 - N_2}{n - n_1}, \text{ кВт/чел,} \quad (2.10)$$

где N_2 – энергетические мощности, пригодные к эксплуатации, но не используемые вследствие различных организационно-техническим причинам, например, дефицита трудовых ресурсов, находящихся в ремонте, и т.п., кВт;

Xe_i – коэффициент, учитывающий фактическую загрузку двигателя i -го мобильного энергетического средства, что является следствием применения тех или иных технологических режимов, снижения паспортной мощности вследствие износа, нарушение регулировок узлов и механизмов.

Энергообеспеченность – это количество энергетических мощностей (кВт) в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий:

$$EZ = \frac{100 \cdot \sum_{i=1}^k (Ne_i \cdot m_i)}{F}, \quad (2.11)$$

где F – площадь сельскохозяйственных угодий, га.

Электровооружённость труда – это показатель, характеризующий обеспеченность труда электрической энергией; составная часть энерговооружённости труда. Повышение электровооружённости труда — важное условие научно-технического прогресса и роста производительности общественного труда.

Различают электровооружённость труда и электровооружённость рабочих. Коэффициент электровооружённость труда определяется делением количества электрической энергии, потребленной на производстве, на число фактически отработанных человеко-часов.

Электровооружённость труда – это количество электроэнергии использованной на производственные нужды, в расчете на одного среднегодового работника аграрного формирования:

$$E_{л.в.} = \frac{W_{ел.ен.}}{n}, \quad (2.12)$$

где W – годовое потребление электрической энергии, кВт·час.

Электровооружённость рабочих характеризуется мощностью электропривода в кВт, приходящейся на одного рабочего; коэффициент электровооружённости рабочих выражается отношением мощности электромоторов и электрических аппаратов к числу рабочих, занятых в наиболее заполненную смену [19].

Сопоставление коэффициента электровооружённости и коэффициента энерговооружённости характеризует уровень электрификации производства.

2.5. Показатели эффективности

Показатели эффективности можно разбить на три группы:

- эффективность технологии;
- энергетическая эффективность технологических операций;
- эффективности топливо-использующих энергетических установок таких как двигатели внутреннего сгорания, котлоагрегаты, сушилки, тепловентиляторы и т.п.

В решении проблемы оптимального использования энергетических ресурсов важного значения приобретает такая экономическая категория как «энергетическая эффективность». Повышение энергетической эффективности приводит к увеличению выпуска товарной продукции на единицу потраченных энергетических ресурсов. Данная категория имеет объективный характер. Она позволяет определить тенденции удельного использования энергии. Данная категория учитывает всю использованную энергию на производство продукции (прямые, не прямые и инвестиционные расходы).

Важное место в определении энергетической эффективности сельскохозяйственного производства занимает выбор и обоснование соответствующих критериев. Они позволяют определить степень эффективности использования энергетических ресурсов в производственном процессе. В общем виде критерий энергетической эффективности (R) данной технологии представляет собой отношение:

$$R = \frac{П}{E}, \quad (2.13)$$

где $П$ – энергия, которая содержится в конечной продукции (основной и побочной);

E – полные расходы энергии на производство продукции.

Из общего критерия вытекают частичные критерии относительно определения эффективности использования энергетических ресурсов в отдельных технологических процессах и при производстве отдельных видов продукции. Следует отметить, что необходимо придерживаться принципа согласованности этих критериев.

Целесообразно рассматривать **потенциальную** и **фактическую** энергетическую эффективность сельскохозяйственного производства.

Потенциальная энергетическая эффективность – это отношение потенциальных объемов производства к нормативным расходам энергетических ресурсов.

Фактическая энергетическая эффективность – это отношение фактического объема производства продукции к фактическим расходам энергетических ресурсов.

При определении удельных расходов энергоресурсов следует выполнить расчет удельного использования энергии на одну денежную единицу ($ПЕ$) с учетом всех расходов топливно-энергетических ресурсов по следующей формуле

$$ПЕ = \frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i \cdot m_i) + 0,1229 \cdot W}{ВП}, \quad \text{кг у.т./у.е.}, \quad (2.14)$$

где ε_i – тепловой топливный эквивалент i -о вида топлива;

m_i – годовой расход топлива i -о вида, кг;

W – годовое использование электрической энергии, кВт·час;

$ВП$ – годовая стоимость реализованной продукции, у.е.;

n – количество видов топлива.

Этот показатель широко используют при сравнении энергоемкости производств и экономик государств.

Рассмотрим следующий **пример**. Определить энергоемкость производства молока по следующим исходным данным:

- годовое производство молока $ВМ = 4860$ ц;
- цена молока $Цм = 70$ у.е./ц;
- годовое потребление дизельного топлива $Мд = 8,3$ т;
- годовое потребление бензина $Мб = 6,6$ т;
- годовое потребление электроэнергии $W = 12,2$ тыс. кВт·ч.

Решение.

Определяем расход условного топлива по формуле:

$$ВУП = \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i \cdot M_i) + 0,1229 \cdot W, \text{ кг у.т.},$$

где ε_i – тепловой топливный эквивалент i -о вида энергетического ресурса.

Тепловой топливный эквивалент для моторных топлив составляют:

- для дизельного топлива $\varepsilon_d = 1,45$;
- для бензина $\varepsilon_b = 1,5$.

После подстановки получим:

$$ВУП = (1,45 \cdot 8,3 \cdot 10^3 + 1,5 \cdot 6,6 \cdot 10^3) + 0,1229 \cdot 12,2 \cdot 10^3 = 23,4343 \cdot 10^3 \text{ кг у.т.}$$

Определяем энергоёмкость производства молока по формуле:

$$EB = \frac{ВУП}{ВМ}.$$

После подстановки получим:

$$E_1 = \frac{23,4343 \cdot 10^3}{4860} = 4,82 \text{ кг у.т./ц}$$

Тогда удельное использование энергии на одну денежную единицу составит

$$ПЕ = \frac{E_1}{Ц_m} = \frac{4,82}{70} = 0,0689 \text{ кг у.т./у.е.}$$

Однако такой показатель как удельный расход энергоресурсов на одну денежную единицу не дает полностью объективную картину. Дело в том, что, **во-первых**, можно использовать топливно-энергетические ресурсы с разной ценой; **во-вторых**, закупку топлив можно осуществлять в разные периоды года, с учетом сезонных колебаний их цен. Стоимостные показатели очень важны и их нужно учитывать. Для этого предлагается использовать не удельную затрату условного топлива на одну денежную единицу, а соотношение стоимости использованных топливно-энергетических ресурсов (*ВПЕР*) к стоимости продукции (*ВП*)

$$ПЕВ = \frac{ВПЕР}{ВП} \quad (2.15)$$

Этот показатель показывает долю топливно-энергетических ресурсов в стоимости продукции.

Энергоёмкость технологической операции может определяться по-разному: как частное от деления расхода топлива на часовую производительность агрегата; величина мощности в расчете на один метр захвата агрегата и т.д.

Энергоёмкость технологической операции учитывает полные затраты энергии на её выполнения (прямые, непрямые и инвестиционные) с учетом производительности машинно-тракторного агрегата. В расчете на один гектар она определяются по формуле

$$E_i = E_n + E_{ур} + E_{ж.н} + E_m + E_{м} + E_{зч}, \quad (2.16)$$

где E_n – прямые затраты энергии, обусловленные расходом моторного топлива, МДж/га;

$E_{ур}$ – не прямые расходы энергии, которые определяются потреблением энергии на производство удобрений, средств защиты растений, технологические материалы и т.п., МДж/га;

$E_{ж.н}$ – энергетические затраты живого труда, МДж/га;

$E_m, E_{м}, E_{зч}$ – энергоёмкость средств производства соответственно трактора, сельскохозяйственной машины, сцепки и т.п., МДж/га.

Моторные топлива используются тепловыми двигателями для характеристики экономичности которых используется ряд показателей.

Удельный расход топлива – это отношение часового расхода топлива к мощности двигателя. Его используют для характеристики топливной эффективности двигателей. Единица измерения удельного расхода топлива зависит от выбора единиц для параметров, входящих в определение. Например: удельный расход топлива может измеряться в следующих единицах: г/(л.с.·ч), кг/(кВт·ч), м³/(кВт·ч).

КПД (коэффициент полезного действия) представляет собой отношение полезной работы к подведенной энергии. Для тепловых двигателей полезная работа – это работа, которая передается с фланца коленчатого вала потребителю. Подведенная энергия – это энергия, которая выделяется при сгорании топлива.

Взаимосвязь между КПД и удельным расходом топлива двигателя

$$\eta = \frac{3600}{be \cdot Q_n^p}, \quad (2.17)$$

где η – КПД двигателя;

be – удельный расход топлива, кг/(кВт·час);

Q_n^p – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг.

Рассмотрим следующий **пример**. Определить КПД двигателя по результатам его испытаний, которые показали, что удельный расход топлива составляет $be = 0,341$ кг/(кВт·ч). Низшая теплота используемого топлива – $Q_n^p = 26900$ кДж/кг.

Решение.

КПД двигателя находим по формуле

$$\eta = \frac{3600}{be \cdot Q_n^p} = \frac{3600}{0,341 \cdot 26900} = 0,392.$$

Таким образом, КПД составляет 39,2%.

ГЛАВА 3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

3.1. Методика оценки топлив.

Эксплуатационно-потребительские показатели

Сравнивать моторные топлива можно по следующим основным показателям:

- эксплуатационно-потребительские;
- производственно-технологические;
- экологические;
- экономические.

К **эксплуатационно-потребительским** показателям относят удобство заправки; удобство мобильного энергетического средства; эксплуатационная безопасность; плотность энергии на единицу объема и массы.

К **производственно-технологическим** показателям относят такие как: энергетическая отдача инвестиций; масштабируемость производства; постоянство производства; простота добычи или производства.

К **экологическим** показателям относят токсичность; выбросы сажевых частиц; выбросы соединений, способствующих образованию кислотных дождей; создание парникового эффекта; загрязнение земли и воды; землепользование; безопасность.

Экономические показатели характеризуются стоимостью топлива, инфраструктурой средств заправки и т.д.

Рассмотрим подробнее предлагаемые критерии. Начнем их рассмотрение с эксплуатационно-потребительских.

Важным критерием эффективности является **плотность энергии на единицу массы и объема**. Чем больше плотность, тем лучше энергоресурс с точки зрения потребителя, потому что большая плотность энергии требует меньше места для хранения в конструкции машин и оборудования, использующих данный энергоресурс. Плотность энергии определяется по формуле

$$DE = Q \cdot \rho, \text{ ГДж/м}^3, \quad (3.1)$$

где Q – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

ρ – плотность топлива, т/м³.

С этой точки зрения переход (конец XIX начало XX века) от дров к углю был эффективен, так как плотность энергии на единицу объема при той же массе угля примерно в 2 раза выше чем у дров (рис. 3.1). Точно таким же эффективным был переход от угля к нефти. Нефть еще более «энергетически плотнее» чем уголь, и потому эффективнее. Чего нельзя сказать о возобновляемых энергоресурсах, таких как биоэтанол и тем более газообразных

топливах.

Наиболее эффективным энергоресурсом по этому параметру являются нефтепродукты: дизельное топливо и бензин. К ним приближаются по своим свойствам биодизельное топливо или метиловый эфир растительных масел и растительные масла. Следует отметить, что топлива на основе биоэтанола и газообразные топлива имеют низкую плотность энергии, и это является одной из серьезных проблем по их использованию.

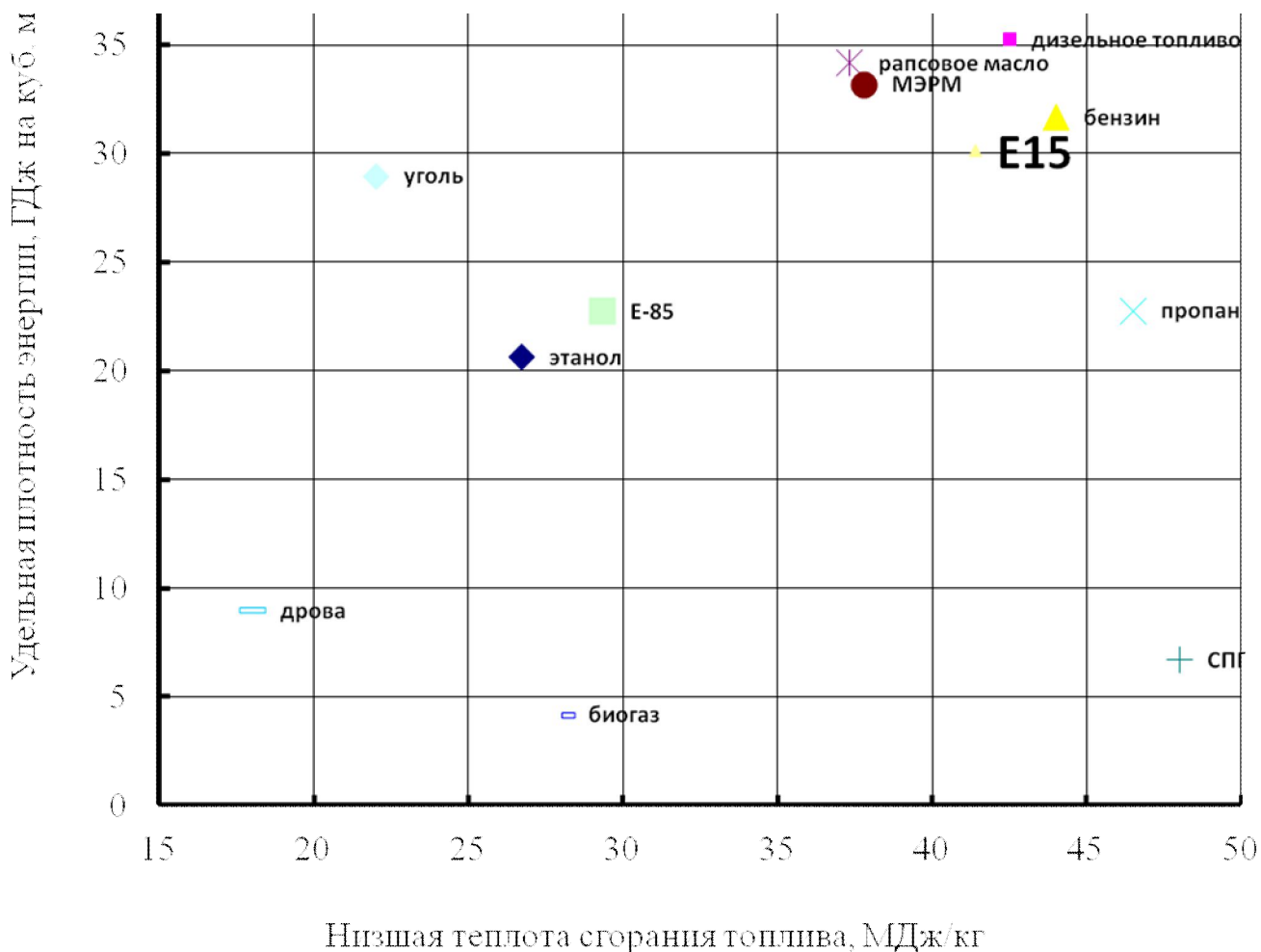


Рис. 3.1. Удельная плотность энергии на единицу объема

Чтобы заправка автомобилей, тракторов и комбайнов топливом была организована правильно, требуется соблюдать следующие условия. Сельскохозяйственные машины должны заправляться на месте их работы. Это сокращает холостые переезды, способствуя тем самым экономии горючего. При использовании для работы автомобилей этилированного бензина закрытая заправка предохраняет обслуживающий персонал от обливания токсичным горючим и вдыхания его паров.

Что касается удобства заправки техники жидкими биотопливами, содержащими биоэтанол, метиловый эфир растительных масел или растительные масла, то следует отметить следующее. Их можно транспортировать, хранить и распределять также, как нефтепродукты.

Сельскохозяйственная техника может использовать и газообразные топлива, такие как сжатый природный газ, пропанобутановые смеси и биогаз. Эти топлива безопасны в использовании, а также положительно влияют на ресурс двигателя. Однако некоторые проблемы может создавать заправка газообразным топливом, особенно сжатым природным газом.

Для её осуществления необходимо применение передвижных автомобильных газовых заправщиков. Если у аграрного формирования есть не менее 10 тракторов и по его территории проложен газопровод среднего давления, то целесообразным может стать приобретение газокompрессорной заправочной станции. А это требует соответствующих капитальных вложений и эксплуатационных расходов.

Кроме того необходимо учитывать тот факт, что время работы автомобилей и тракторов на газообразном топливе, как правило, меньше чем на жидком нефтяном. Таким образом требуется чаще производить заправку техники.

3.2. Производственно-технологические показатели

Рассмотрим такие факторы производственно-технологических показателей как энергетическая отдача инвестиций; масштабируемость производства; постоянство производства; простота добычи или производства.

1. Энергетическая отдача инвестиций (ЭОИ) определяется в энергетических единицах. Международное определение этого показателя – EROEI или Energy returned on energy invested. Известно, что любое производство должно приносить доход, то есть выручка от деятельности должна быть больше, чем полная себестоимость. Применительно к добыче энергоресурсов и дальнейшему производству топлива, в том числе возобновляемых, помимо денежного дохода, процесс должен быть выгоден с энергетической точки зрения. Очевидно, что затраты энергии на добычу, транспортировку и переработку сырья должны быть меньше, чем получается из добытых ресурсов. Это можно назвать **энергетической отдачей инвестиций**, или **EROEI (Energy return on energy invested)**. Впервые эту идею предложил в 70-х годах прошлого века американский ученый-биолог Чарльз Холл когда проводил исследования миграции рыб. Тогда он сформулировал утверждение, что хищник не может тратить больше энергии, чем он получает в результате охоты. Далее он перенес эту идею на добычу нефти и производство других энергоносителей, в том числе возобновляемых.

Энергетическая отдача инвестиций определяется следующим образом

$$EROEI = \frac{ER}{EI}, \quad (3.2)$$

где ER – энергия, которая получается в результате добычи или производства энергетического ресурса;

EI – энергия, которая была затрачена на добычу или производства энергетического ресурса.

Из данной математической зависимости следует, что возможны три принципиально разных варианта.

Первый, когда $EROEI = 1$. Это означает, что на одну единицу полученной энергии пришлось затратить такое же количество энергии. Таким образом производство энергии имеет нулевым результатом. В этом случае её производство нецелесообразно.

Второй, когда $EROEI < 1$. В этом случае добыча или производство энергетического ресурса энергетически убыточно и потому нецелесообразно.

Третий, когда $EROEI > 1$. Это свидетельствует о том, что добыча или производство энергоресурса энергетически прибыльно.

Из приведенной выше формулы можно сделать вывод, что величина энергетической отдачи инвестиций зависит от ряда факторов, а именно:

- теплоты сгорания энергоресурса на единицу объема или массы;
- технологии добычи или производства энергоресурса;
- технологии производства энергии на соответствующих энергоустановках, в случае если энергоресурс не имеет формы накопления.

Таким образом, $EROEI$ является важной характеристикой добычи энергоресурсов и производства топлива или в общем случае просто энергии. Очевидно, что чем выше энергетическая отдача инвестиций, тем эффективнее добыча и производство. Это относится как к добыче традиционных энергоресурсов, так и к производству возобновляемых. Очевидно, что для наибольшей общественной выгоды, при прочих равных условиях, выбор следует делать в пользу тех направлений энергетики, где $EROEI$ выше. Значения энергетической отдачи инвестиций для некоторых видов энергетических ресурсов представлены в табл. 3.1.

Из табл. 3.1 видно, что, например, производство жидкого топлива из биомассы характеризуется крайне низким $EROEI$ и по этому критерию является малоэффективным. Хотя этот критерий для производства дизельного биотоплива и биоэтанола из сахарного тростника находится на одном уровне с природным газом.

Так, по расчетам специалистов из США, $EROEI$ производства биоэтанола в США близко к 1, что делает его производство с энергетической точки зрения энергии неэффективным. По этому критерию нетрадиционные и возобновляемые энергоресурсы менее эффективны, чем традиционная нефть.

Вторым важным критерием эффективности является масштабируемость производства. Иными словами, это возможность в заданные сроки увеличить добычу или производство энергоресурса до необходимых объемов, и может определяться как максимально возможный темп роста и максимально

возможный объем добычи или производства в год.

Таблица 3.1

EROEI для некоторых видов энергоресурсов

Энергоресурс	Расчетные данные Чарльза Холла		Данные EROEI Ричарда Хейнберга, 2009 год
	Расчетный год	EROEI	
Нефть и газ	2005	11...18	
Общемировая добыча нефти	1999	35	19
Природный газ	2005	10	10
Уголь	1970	30	50
Ядерная энергия		15	1,1...15
Этанол из сахарного тростника	1986	0,8...1,7	8...10 (Бразилия)
Этанол из кукурузы	2006	0,8...1,6	1,1...1,8
Биодизель	2008	1...3	1,9...9

Наличие энергоресурсов, или существующая возможность производить энергоресурсы это необходимое, но не достаточное условие. Так, например, в мире есть возможность производить этанол, но нет достаточного количества посевных площадей для выращивания биоэнергетического сырья, чтобы полностью заменить традиционные нефтепродукты. В настоящее время мировая добыча нефти превышает 3 млрд. тонн. Для того чтобы полностью заменить нефть альтернативным энергоресурсом, необходимо наладить их производство в соответствующих объемах.

Существующие альтернативные нефти энергоресурсы, такие как биодизель, этанол, нетрадиционные источники топлива способны внести вклад в общее производство, но не в тех масштабах, которые необходимы, и по этому критерию являются менее эффективными, чем нефть.

Третье – это постоянство производства энергоресурса, или постоянство генерации энергии. Энергия обществу необходима каждый день, нельзя допускать того, чтобы в зависимости от обстоятельств значительно снижался общий поток энергии. Добыча нефти, газа и угля легко прогнозируются на десятилетия вперед, чего нельзя сказать о производстве биотоплива, так как производство зависит от урожайности, что поддается прогнозу гораздо хуже. По этому критерию нефть эффективнее биоэтанола или биодизеля. Еще сложнее в этом плане с ветровой и солнечной энергетикой: непостоянство производства энергии делает возможным их использование только в качестве вспомогательного источника.

Четвертое, простота добычи и производства. Чтобы добыть или произвести энергоресурс требуется затратить определённое количество ресурсов, в том числе и энергетических. Для производства биотоплива

требуется достаточное количество биоэнергетического сырья. Выращивание соответствующего урожая требует использования удобрений, в том числе азотных, для производства которых используется природный газ. На современном этапе не представляется возможным заменить биотопливами весь объем потребляемых нефтепродуктов. Поэтому этот вид энергетических ресурсов может быть только вспомогательным.

3.3. Экологические показатели топлива

Работа автотракторных дизелей оценивается комплексом эксплуатационно-технических показателей, таких как удельная мощность, массогабаритные показатели, топливная экономичность, токсичность отработавших газов (ОГ) и др. Важнейшими из них в настоящее время являются показатели токсичности ОГ, т.е. количество выбрасываемых двигателем вредных веществ.

Состав и физико-химические свойства большинства альтернативных топлив существенно отличаются от состава и свойств нефтяного дизельного топлива. Поэтому перевод дизельных двигателей со штатного дизельного топлива на альтернативные топлива, как правило, приводит к трансформации рабочих процессов (топливоподачи, смесеобразования и сгорания) и, как следствие этого, к значительным изменениям основных параметров дизельного двигателя. Это относится и к показателям токсичности ОГ дизелей.

Свойства применяемого топлива оказывает значительное влияние на экологические качества дизелей. При этом использование альтернативных топлив в дизелях может сопровождаться как улучшением показателей токсичности ОГ, так и ухудшением этих показателей.

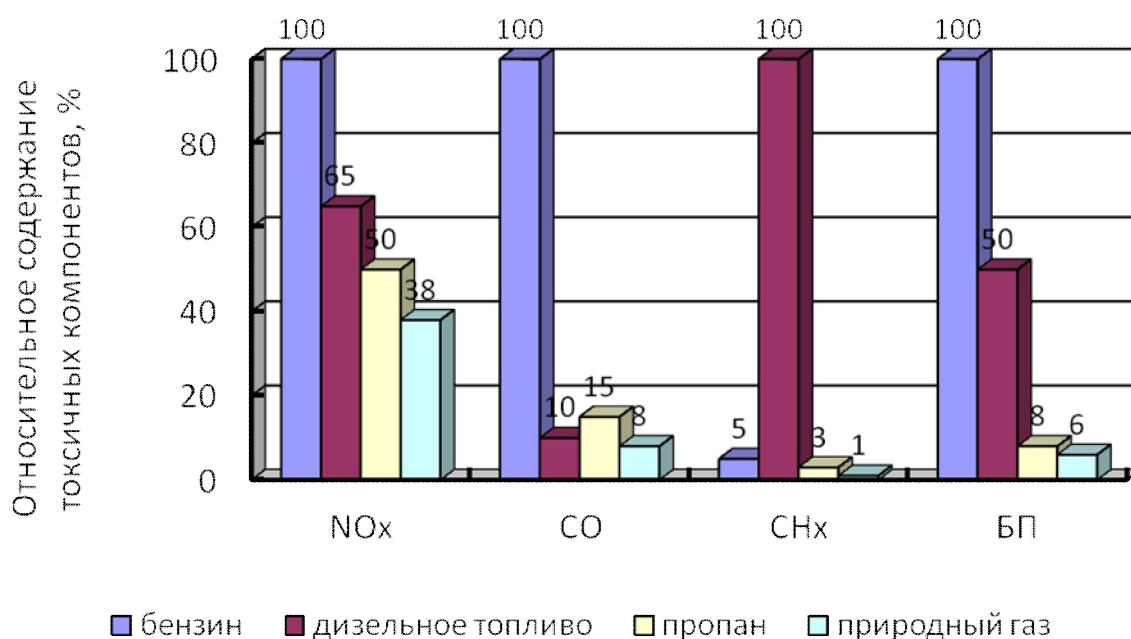


Рис. 3.2. Относительное содержание токсичных компонентов в ОГ двигателей внутреннего сгорания на номинальном режиме, % (за 100% приняты показатели бензиновых двигателей, по саже – дизеля,

работающего на дизельном топливе)

С экологической точки зрения нефтяной газ или пропанобутановая смесь и природный газ, основным компонентом которого является метан, являются более чистыми моторными топливами по сравнению с традиционными моторными топливами – бензином и дизельным топливом (рис. 3.2). Это, в первую очередь, относится к выбросам сажи (С), бенз(а)пирена (БП) и оксидов азота (NO_x). Экспериментальные исследования показали, что, например, применение природного газа как моторного топлива приводит к снижению токсичных компонентов в отработанных газах от 62% для оксида азота до 99% для углеводородов.

Существенно отличаются от дизельных топлив по своим физико-химическим свойствам и спиртовые топлива, в частности метиловый спирт (метанол – CH_3OH) и диметиловый эфир (ДМЭ – CH_3OCH_3). Отличительными особенностями этих топлив являются низкомолекулярный углеводородный состав и пониженные по сравнению с дизельным топливом плотность и вязкость. Следует отметить и наличие в их составе значительного количества кислорода (около 50 % по массе – в молекуле метанола и около 30 % – в молекуле ДМЭ) (табл. 3.2). Эти особенности физико-химических свойств и определяют отличия показателей токсичности ОГ дизелей, работающих на этих нетрадиционных топливах.

Значительное содержание кислорода в молекулах этих топлив приводит к соответствующему снижению стехиометрического количества воздуха, необходимого для сгорания одного кг топлива. Так, этот показатель составляет, кг воздуха на кг топлива: метанол – 6,4; ДМЭ – 9,0; дизельное топливо – 14,3. Это приводит к росту коэффициента избытка воздуха и уменьшению температур сгорания. В результате выбросы с ОГ оксидов азота снижаются примерно в 3 раза по сравнению с работой на дизельном топливе.

Биотоплива и газообразные топлива не содержат или содержат незначительное количество соединений серы. Поэтому существенно сокращаются или вообще исключаются оксиды серы в ОГ.

Альтернативные топлива наиболее заметно влияют на экологические показатели двигателей с искровым воспламенением. Это объясняется следующими причинами.

Первое, спирты и газообразные топлива имеют более высокое октановое число, чем бензин. Так, у метана этот показатель достигает 110, у пропан бутана – 100, у метанола – 136, а у этанола – 129. Это позволяет повышать степень сжатия двигателя, что приводит к увеличению его КПД и снижению удельного расхода топлива (рис. 3.3).

Так применение газохоло (смесь 10% этанола и 90% бензина) повышает экономичность двигателя на 2...4%. Это приводит к улучшению экологических показателей двигателя.

Второе, замена бензина альтернативными топливами приводит к снижению или даже полному исключению применения антидетонаторов,

которые являются, как правило, ядовитыми жидкостями.

Таблица 3.2

Физико-химические свойства топлив

Физико-химические свойства	Топлива			
	Дизельное топливо	метан	пропан	метанол
Плотность при 20°C, кг/м ³	830	416	490	795
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	42,5	50,3	46,5	20,1
Цетановое число	45	3	16	3
Температура самовоспламенения, °С	250	540	487	464
Содержание, % по массе:				
С	87	76,0	81,8	37,5
Н	12,6	24,0	18,2	12,5
О	0,4	0	0	50,0
S	0,2	0	0,015	0
Физико-химические свойства	Топлива			
	этанол	ДМЭ	Рапсовое масло	МЭРМ
Плотность при 20°C, кг/м ³	794	668	916	877
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	27,72	28,9	37,3	37,8
Цетановое число	8	55-60	36	48
Температура самовоспламенения, °С	-	235	318	230
Содержание, % по массе:				
С	52,2	52,2	77,0	77,5
Н	10,9	13,0	12,0	12,0
О	36,9	34,8	11,0	10,5
S	0	0	0,002	0,002

Строгого математического решения задача определения суммарной токсичности ОГ при использовании различных топлив нет. Но разработано несколько инженерных методов решения этой задачи.

Для сравнительной оценки токсической значимости различных компонентов ОГ автотракторных двигателей используется коэффициент их агрессивности A_i . Он учитывает не только отношения предельно допустимых концентраций (ПДК), но и вероятность накопления в атмосфере вредных веществ, их вторичных химических превращений, оседание твердых частиц на поверхность земли, воздействие токсичных компонентов ОГ на

сельскохозяйственные растения и животных.

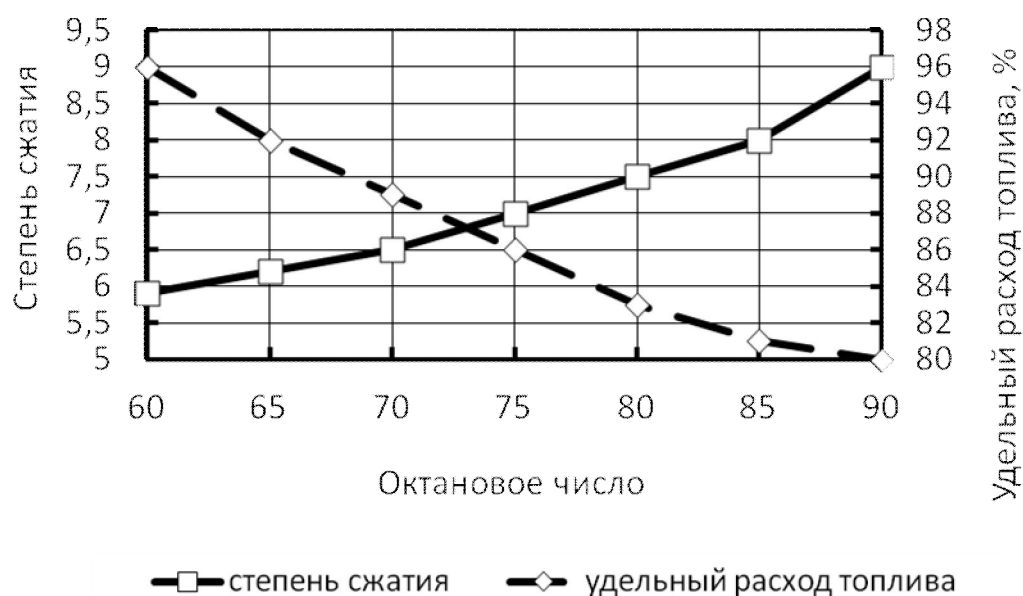


Рис. 3.3. Октановое число топлива, допустимая степень сжатия и удельный расход топлива

Значения относительного коэффициента агрессивности компонентов топлив A_i :

- монооксид углерода CO – 1;
- оксид азота NO_x – 41,1;
- углеводороды CH_x – 3,16;
- твердые частицы (сажа C) бензина – 300;
- твердые частицы (сажа C) дизельного топлива – 200;
- оксиды серы SO_2 – 22.

При оценке суммарной токсичности ОГ двигателя с использованием коэффициента агрессивности A_i приведенный массовый выброс каждого токсичного компонента ОГ вычисляют в виде произведения удельного массового выброса компонента e_i и коэффициента его агрессивности A_i , а затем суммированием полученных приведенных выбросов определяют суммарную токсичность ОГ в виде

$$m = \sum_{i=1}^k (e_i \cdot A_i), \quad (3.3)$$

где k – количество токсичных компонентов в ОГ.

С использованием описанной методики в НАМИ проведена сравнительная оценка условной агрессивности различных традиционных и нетрадиционных топлив. Относительный коэффициент условной агрессивности некоторых видов традиционных и альтернативных топлив составляет:

- бензин – от 3 до 17,5;
- дизельное топливо – 2,1;
- природный газ – 0,15;
- пропан-бутан – 0,45;
- метанол – 5,9;
- этанол – 0,1.

Изложенные выше данные позволяют оценить санитарно-гигиенические показатели самих топлив и суммарную агрессивность продуктов их сгорания. Предлагается интегральные токсикологические свойства рассматриваемых топлив оценивать в виде произведения условной агрессивности самого топлива A_m на суммарную агрессивность продуктов его сгорания m , отнесенного к величине $(A_m \cdot m)_{дт}$, полученной для дизельного топлива. Значения этого показателя токсикологических свойств топлив приведены в табл. 3.3. По этим данным следует отметить высокие экологические качества природного газа и этанола при их использовании в качестве топлив для дизелей. Хорошие экологические свойства имеют и другие нетрадиционные топлива – пропан-бутановые смеси и метанол.

Таблица 3.3

Выбросы токсичных компонентов ОГ дизелей, работающих на различных топливах

Вид топлива или компонента	Выброс с продуктами сгорания, г/(кВт·ч)		
	дизельное топливо	бензин	природный газ
оксид азота NO _x	19,2	13,2	10,6
моноксид углерода CO	10,6	232	70
углеводороды CH _x	4,95	18,9	13,2
твердые частицы (сажа С)	3,6	0,94	0,31
оксиды серы SO ₂	2,6	0,94	0,7
Суммарная агрессивность m , г/(кВт·ч)	969,7	1136,7	656,4
Показатель $(A_m \cdot m) / (A_m \cdot m)_{дт}$	1,0	1,02	0,03
оксид азота NO _x	13,2	3,3	6,6
моноксид углерода CO	230	70	95
углеводороды CH _x	16,1	13,2	15,0
твердые частицы (сажа С)	0,91	0,15	0,2
оксиды серы SO ₂	0,45	0	0
Суммарная агрессивность m , г/(кВт·ч)	1106,3	147,3	413,7
Показатель $(A_m \cdot m) / (A_m \cdot m)_{дт}$	0,15	0,26	0,01

Так применение природного газа позволяет снизить суммарную

агрессивность топлива и его продуктов сгорания на 97%. Пропанобутановая смесь менее эффективна и дает улучшение экологических показателей всего на 9%. Спирты имеют хорошие показатели, но их эффективное применение возможно лишь в двигателях с искровым воспламенением.

3.4. Стоимость энергии топлива

Для принятия решения по применению того или иного вида топлива необходимо располагать информацией не только по их физико-химическим свойствам, но и экономическим характеристикам. Одной из них является цена энергии топлива. Выполним оценку эффективности разных сортов топлив при условии равенства эффективных значений КПД двигателей. Она определяется следующим образом

$$CE = \frac{Cm}{DE} = \frac{Cm}{Q \cdot \rho}, \text{ у.е./ГДж}, \quad (3.4)$$

где Cm – цена топлива, у.е./м³;

Q – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

ρ – плотность топлива, т/м³.

В знаменателе этого уравнения стоит удельная плотность энергии.

В случае применения смесевых топлив цена энергии определяется следующим образом

$$BE = \frac{\sum_{i=1}^n (Cm_i \cdot g_i)}{\sum_{i=1}^n (Q_i \cdot \rho_i \cdot g_i)}, \text{ у.е./ГДж}, \quad (3.5)$$

где Cm_i – цена i -го компонента топлива, у.е./м³;

Q_i – низшая теплота сгорания i -го компонента топлива, МДж/кг;

ρ_i – плотность i -го компонента топлива, т/м³;

n – количество компонентов;

g_i – часть i -го компонента топлива.

КПД двигателя внутреннего сгорания зависит от ряда факторов, в том числе и от вида применяемого топлива. Так, эффективный КПД дизельного двигателя Д-245.12С на режиме максимального крутящего момента при работе на дизельном топливе составляет 37,5%, а на смеси, состоящей из 40% рапсового масла и 60% дизельного топлива – 37,2%.

Исследования проведенные для двигателей с искровым воспламенением марки ЗМЗ 405.2 показали следующее. Самый высокий эффективный КПД наблюдается при работе двигателя на бензине и пропане – 33,7 %. При работе двигателя на метане эффективный КПД снижается до 31 %. А при работе на

биогазе максимальное значение эффективного КПД не превышает 29 %.

Поэтому целесообразно определять стоимость единицы энергии, которая будет использована для совершения полезной работы

$$CE = \frac{BE}{\eta} = \frac{\sum_{i=1}^n (Cm_i \cdot g_i)}{\eta \cdot \sum_{i=1}^n (Q_i \cdot \rho_i \cdot g_i)}, \text{ у.е./ГДж}, \quad (3.6)$$

где η – эффективный КПД двигателя на конкретном виде топлива.

Данную математическую зависимость можно использовать для сравнения разных видов топлива. Предпочтительным будет тот вид, у которого меньше стоимость энергии.

При энергетическом анализе аграрного формирования необходимо знать не только стоимость энергии каждого отдельного вида топлива, но и единицы энергии условного топлива, которое было использовано. Для этого предлагается зависимость такого вида:

$$ВУП = \frac{\sum_{i=1}^n (m_i \cdot C_i) + C_e \cdot W}{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i \cdot m_i) + 0,1229 \cdot W}, \text{ у.е./кг у.т.}, \quad (3.7)$$

где C_i – цена i -о вида топлива, у.е./кг;

C_e – цена электрической энергии, у.е./(кВт·ч);

ε_i – тепловой топливный эквивалент i -о вида топлива;

m_i – годовое потребление топлива i -о вида, кг;

W – годовое потребление электрической энергии, кВт·ч;

n – количество видов топлива.

3.5. Целесообразность производства топлив растительного происхождения

Следующие изложения основаны на таком методологическом подходе. Производство биотоплива будет экономически целесообразно в случае, когда объем его производства с единицы площади ($V_{\bar{o}}$) за энергетической ценностью будут превышать аналогичный показатель для нефтяного топлива, которое может быть приобретено при условиях реализации урожая с единицы площади (V_H). Математическая запись данного условия имеет следующий вид:

$$K = \frac{V_{\bar{o}}}{V_H} \cdot \frac{Q_{\bar{o}}}{Q_H} \cdot \frac{\rho_{\bar{o}}}{\rho_H}, \quad (3.8)$$

где Q_{δ}, Q_H – низшая теплота сгорания биотоплива и нефтяного топлива, МДж/кг;

ρ_{δ}, ρ_H – плотность соответственно биотоплива и нефтяного топлива, т/м³.

Объем жидкого биотоплива, который может быть получен с одного гектара площади прямо пропорционален урожайности и выходу биотоплива с единицы энергетического сырья

$$V_{\delta} = \varphi \cdot U, \quad (3.9)$$

где φ – выход биотоплива с единицы биосырья;

U – урожайность энергетического биосырья (сельскохозяйственной культуры), т/га.

При условиях реализации урожая, можно приобрести нефтяное горючее в объеме, которое прямо пропорционально стоимости урожая с одного гектара и обратно пропорционально цене нефтепродуктов

$$V_H = \frac{U \cdot C_B}{C_H}, \quad (3.10)$$

где C_B – рыночная цена растительного сырья, у.е./т;

C_H – цена нефтяного топлива, грн/м³.

Подставив выражения (3.10) и (3.9) в формулу (3.8) получим следующие уравнение для определения критерия эффективности

$$K = \varphi \cdot \frac{C_H \cdot Q_{\delta} \cdot \rho_{\delta}}{C_B \cdot Q_H \cdot \rho_H}. \quad (3.11)$$

Результаты расчетов данного критерия для производства дизельного биотоплива в условиях Украины приведено на рис. 3.4. Как видно, производство данного топлива без экономического стимулирования нецелесообразно. Есть только отдельные периоды времени, когда производство биодизельного топлива экономически оправдано. Так это наблюдается вторую половину 2014 года.

Относительно производства этилового спирта, следует отметить следующее. Во-первых, эффективность производства зависит от сырья; во-вторых, от того вида бензина, которое замещается. Значение критерия эффективности для производства биоэтанола из сахарной свеклы, пшеницы и кукурузы для замещения бензинов А-80 и А-95 приведено в табл. 3.5.

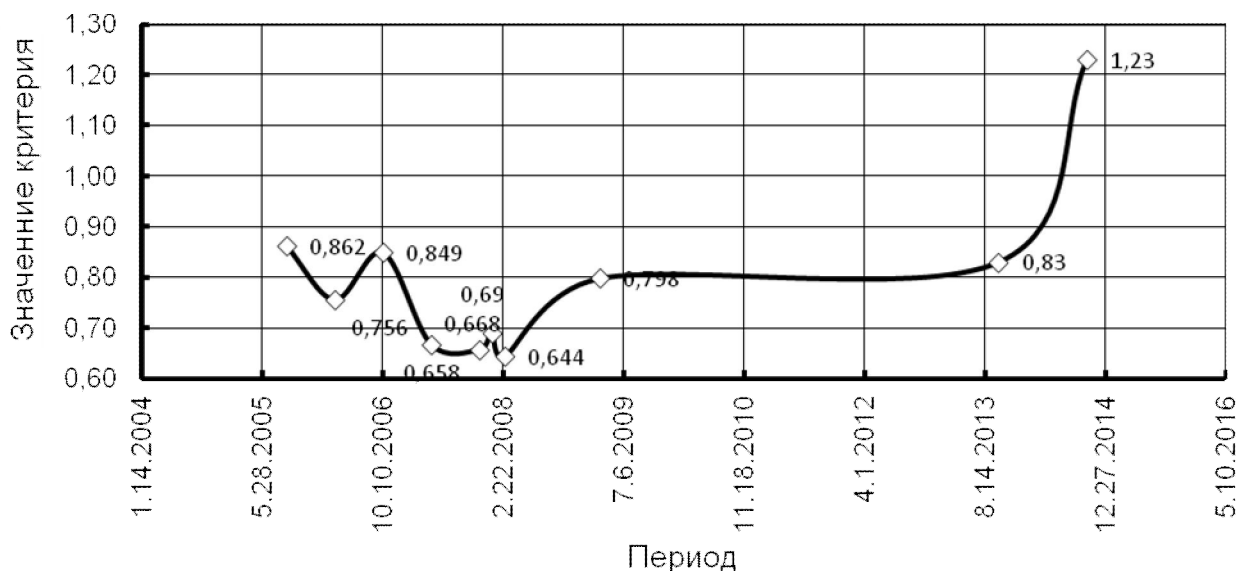


Рис. 3.4. Динамика значения критерия K для дизельного биотоплива в Украине

Таблица 3.5

Коэффициенты эффективности производства биотоплив

Биосырье	Марка бензина	
	А-80	А-95
Кукуруза	1,295	1,443
Сахарная свекла	1,17	1,303
Пшеница	1,052	1,172

Приведенный выше методический подход имеет и некоторые изъяны. Так, он не учитывает реализацию сопутствующих продуктов производства. Относительно дизельного биотоплива, то это шрот и глицериновая масса, относительно этанола – углекислый газ и сухой корм. Реализация данных продуктов позволяет получить средства для приобретения нефтяного топлива. Это можно улучшить значение критерия целесообразности производства биотоплив.

Применяя данный подход приведенный объем производства биотоплива будет определяться следующим образом

$$V_{\text{б}} = \varphi \cdot U + U \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (m_i \cdot C_i)}{C_H} \cdot \frac{Q_H \cdot \rho_H}{Q_{\text{б}} \cdot \rho_{\text{б}}}, \quad (3.12)$$

где n – количество сопутствующих продуктов;

m_i – выход сопутствующего продукта i -го вида из 1 т сырья;

C_i – рыночная цена сопутствующего продукта i -го вида, у.е./т.

После подстановки уравнений (3.12) и (3.10) в (3.8) получим выражение для определения критерия эффективности

$$K = \varphi \cdot \frac{C_H \cdot Q_{\bar{o}} \cdot \rho_{\bar{o}}}{C_{\bar{o}} \cdot Q_H \cdot \rho_H} + \frac{\sum_{i=1}^n (m_i \cdot C_i)}{C_{\bar{o}}}. \quad (3.13)$$

Данная методика дает более высокие значения коэффициента эффективности производства биотоплив.

Из уравнений (3.11) и (3.13) видно, что экономическая целесообразность производства биотоплив, главным образом зависит от соотношения цен на нефтяное горючее и биосырье для производства биотоплив. Поэтому цена энергетического растительного сырья не должна превышать значения

$$C_{\bar{o}} < \varphi \cdot C_H \cdot \frac{Q_{\bar{o}} \cdot \rho_{\bar{o}}}{Q_H \cdot \rho_H}. \quad (3.14)$$

С учетом побочных продуктов производства, стоимость биоэнергетического растительного сырья должна удовлетворять неравенству

$$C_{\bar{o}} < \varphi \cdot \frac{C_H \cdot Q_{\bar{o}} \cdot \rho_{\bar{o}}}{Q_H \cdot \rho_H} + \sum_{i=1}^n (m_i \cdot C_i). \quad (3.15)$$

3.6. Оценка эффективности

использования альтернативных моторных топлив

Для определения эффективности использования альтернативных видов топлив с учетом комплекса показателей, которые учитывают изменение коэффициента полезного действия двигателя внутреннего сгорания, веса мобильного энергетического средства, тягового усилия трактора и т.д., предлагается использовать безразмерные критерии.

Пусть необходимо определить эффективность применения альтернативного топлива грузовым автомобилем. Стоимость традиционного топлива, которое используется для перевозки одной тонны груза на 100 км, составляет

$$C_m = \frac{V_m \cdot C_m}{G_m}, \text{ у.е./}(т \cdot 100 \text{ км}), \quad (3.16)$$

где G_m – грузоподъемность автомобиля при использовании традиционного нефтяного топлива, т;

V_m – объемный расход традиционного нефтяного топлива, л/(100км);

C_m – цена традиционного нефтяного топлива, у.е./л.

При использовании альтернативного моторного топлива, его стоимость для перевозки одной тонны груза на 100 км, составляет

$$C_a = \frac{\sum_{i=1}^n (g_i \cdot V_i \cdot C_i)}{G_a}, \text{ у.е./}(т \cdot 100 \text{ км}), \quad (3.17)$$

где G_a – грузоподъемность автомобиля при использовании альтернативного моторного топлива, т;

V_i – объемный расход i -го компонента альтернативного моторного топлива, л/(100 км);

C_i – цена i -го компонента альтернативного моторного топлива, у.е./л;

g_i – объемная часть i -го компонента альтернативного моторного топлива;

n – количество компонентов альтернативного топлива.

Грузоподъемности автомобиля может измениться вследствие ряда причин. **Первое**, увеличение массы конструкции автомобиля в результате размещения на его борту тяжелого оборудования, например, баллонов, дополнительных баков, газогенераторной установки и т.д. **Второе**, вследствие уменьшения удельной плотности энергии топлива, возрастает его масса на борту автомобиля для сохранения его пробега.

Значение критерия эффективности представляет собой отношение стоимости альтернативного и традиционного топлива, которые были использованы для перевозки одной тонны груза на 100 км

$$K_A = \frac{\sum_{i=1}^n (g_i \cdot V_i \cdot C_{Pi}) \cdot G_T}{C_m \cdot V_m \cdot G_A}. \quad (3.18)$$

Если значение критерия меньше единицы ($K_A < 1$), то использование альтернативного топлива целесообразно.

Для сельскохозяйственных тракторов предлагается иной подход. Необходимо определить стоимость часового расхода топлива на один кН тягового усилия. Для традиционного нефтяного топлива

$$C_{mm} = \frac{b e_m \cdot N e_m}{\rho_m \cdot P_{крт}} \cdot C_m, \text{ у.е./кН}, \quad (3.19)$$

где $N e_m$ – номинальная мощность двигателя при использовании традиционного нефтяного топлива, кВт;

$P_{кpm}$ – тяговое усилие при использовании традиционного нефтяного топлива, кН;

be_m – удельный расход топлива традиционного нефтяного топлива, кг/(кВт·год);

ρ_m – плотность традиционного нефтяного топлива, кг/л.

При работе на альтернативном топливе получаем

$$C_{ma} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{be_i \cdot \zeta_i}{\rho_i} \right) \cdot Ne_a}{P_{кра}}, \text{ у.е./кН}, \quad (3.20)$$

где Ne_a – номинальная мощность двигателя при использовании альтернативного моторного топлива, кВт;

$P_{кра}$ – тяговое усилие при использовании альтернативного моторного топлива, кН;

be_i – удельный расход i -го компонента альтернативного моторного топлива, кг/(кВт·год);

ρ_i – плотность i -го компонента альтернативного моторного топлива, кг/л.

Тяговое усилие при работе двигателя на альтернативном моторном топливе может снизиться в результате следующих причин:

- увеличение эксплуатационного веса трактора;
- снижение мощности двигателя.

Первый вариант возможен, например, при применении ГБО. Второй – в случае применения топлива с меньшим значением удельной плотности энергии. Это возможно, например, при применении генераторного газа.

Значение критерия эффективности представляет собой отношение часовой стоимости альтернативного и традиционного топлива на один кН тягового усилия

$$K_T = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{be_i \cdot \zeta_i}{\rho_i} \right) \cdot Ne_A \cdot P_{кpm}}{\frac{be_m \cdot Ne_m}{\rho_m} \cdot \zeta_m \cdot P_{кра}}. \quad (3.21)$$

Если значение $K_m < 1$, то использование альтернативного топлива целесообразно.

Таким образом, можно предложить следующий алгоритм принятия решения по экономической целесообразности применения альтернативных топлив мобильными энергетическими средствами (рис. 3.5).

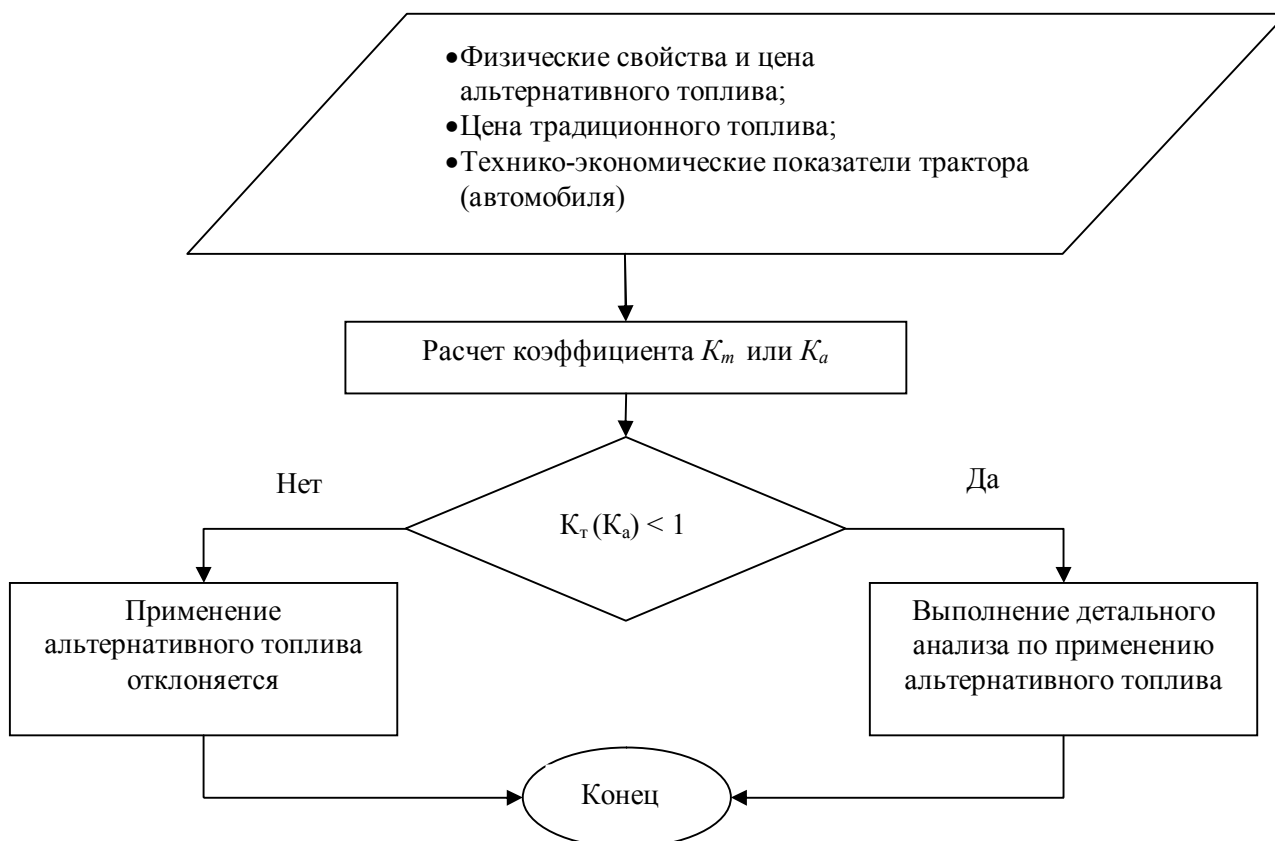


Рис. 3.5. Алгоритм принятия решения

Первое, сбор исходной информации, а именно: цена традиционного топлива; физические свойства и цена альтернативного топлива; технико-экономические показатели тракторов и автомобилей на этих видах топлива.

Второе, определение критерия эффективности K_m или K_A .

Третье, сравнение полученного критерия с единицей. Если он больше или равен единице, то проект отклоняется. Если он меньше единицы, то это является основанием для более глубокого и всестороннего анализа эффективности применения альтернативного топлива.

Результаты расчетов для некоторых видов техники в случае применения сжатого природного газа приведены на рис. 3.6.

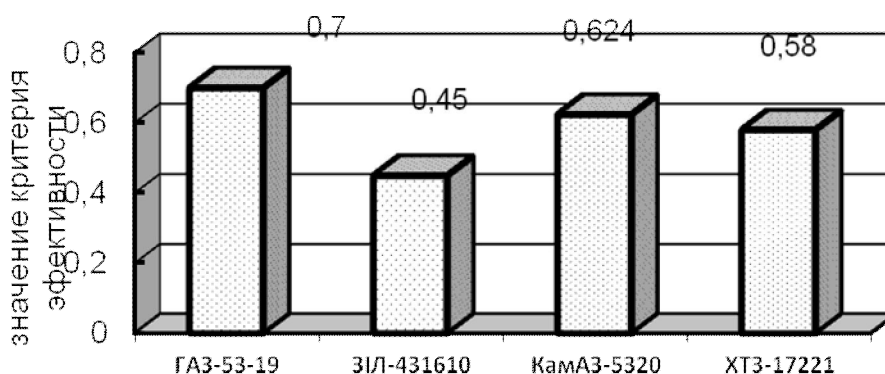


Рис. 3.6. Критерии эффективности использования сжатого природного газа

Как видно, применение сжатого природного газа позволяет существенно

снизить затраты на моторное топливо. У дизельной техники этот показатель меньше. Это объясняется тем, что в качестве запальной дозы необходимо использовать более дорогое дизельное топливо.

ГЛАВА 4. НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ ТОПЛИВ С УЧЁТОМ ИХ СВОЙСТВ

4.1. Эволюция применения газа в качестве моторного топлива

Начало применению газа как моторного топлива было положено более 150 лет назад, когда бельгиец Этьен Ленуар создал двигатель внутреннего сгорания, работавший на светильном газе. Особой популярности этот вид топлива не получил. Последовавший вскоре рост добычи нефти и удешевление продуктов ее переработки, а также создание более совершенных двигателей сделали бензин лидером топливного рынка. Вновь интерес к газомоторному топливу возник в первой половине XX века.

Работы по газификации автотранспорта начались в СССР еще в 20-х гг. XX века. Развивалась эта работа в двух основных направлениях: газобаллонные и газогенераторные автомобили. Двигатели первых работали на природном газе, который хранится в баллонах высокого давления, а двигатели вторых использовали газ, который генерируется прямо на борту машины из дров, угольных брикетов, торфа и других твердых топлив. Но в основном использовали дрова. Газогенераторное направление в течение многих лет оставалось приоритетным. Первые в СССР испытания автомобиля с газогенераторной установкой состоялись в 1928 году.

Тема использования газогенераторного газа как моторного топлива развивалась не только в СССР. До 1941 г. на генераторном газе в Европе работали почти 500 тыс. машин, из них 300 тысяч только в Германии. Этот вид моторного топлива применяли во многих странах: Австралии, Великобритании, Индии, Китае, Финляндии, Франции, Швеции, Японии. Газогенераторные автомобили сегодня используются и в Северной Корее.

Разрабатывались и использовались трактора, которые использовали газообразное топливо. Одним из наиболее массовых стал трактор ХТЗ-Т2Г Харьковского тракторного завода. Время его серийного производства – с 1938 по 1941 год. Все было выпущено около 16000 тракторов данной марки.

ХТЗ-Т2Г относится к тракторам общего назначения, но основным его использованием была работа в лесных хозяйствах. Основные характеристики газогенераторных тракторов приведены в табл. 4.1. Эти тракторы использовали в качестве топлива дрова. Часовой расход топлива составлял 25-65 кг.

После Великой Отечественной Войны в СССР проводились работы по использованию сжиженного нефтяного газа (пропана) как моторного топлива тракторов. Данной проблемой занимались ученые Всесоюзного научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства. За базу был принят распространенный в те годы трактор ДТ-54. Основные характеристики базовой модели и газовой модификации приведены в табл. 4.2. Базовая модель дизельного двигателя по своим параметрам несущественно отличается от газовой модификации, при этом в газовом двигателе удельный расход топлива

меньше, при большей мощности.

Таблица 4.1

Газогенераторные трактора

Показатель	Марка трактора		
	ЧТЗ-СГ- 65	ХТЗ-Т2Г	СХТЗ-Г58У
Топливо	Деревянные чурки	Деревянные чурки	Деревянные чурки
Запас топлива в газогенераторе, кг	100	54	33
Марка двигателя	МГ- 17	Д-2Г	Г-58У
Номинальная мощность двигателя, л.с.	65	45	29
Рабочий объем двигателя, л	15,5	7,46	6,32
Номинальная частота вращения коленчатого вала, об/мин	870	1250	1050
Степень сжатие	7,86	8,2	6,5
Расход топлива, кг/час	60-65	35-40	25-28
Вес трактора, кг	12000	5850	3480
Тяговое усилие, кгс	2730	2080	800

Таблица 4.2

Технические характеристики газового двигателя ДТ-54

Показатель	Газовый двигатель	Дизель Д-54
Мощность, кВт (л.с.)	46,4 (62)	37,8 (54)
Частота вращения, об/мин	1300	1300
Минимальная частота вращения, об/мин	350	550
Рабочий объем, л	7,46	7,46
Степень сжатие	8,5	16
Удельный расход топлива, гр/(л.с.·час)	188	210
Наибольший крутящий момент, кгс·м	40	35

Появление в стране достаточного количества жидких нефтяных моторных топлив нивелировало интерес к газообразным топливам. Он начал возрождаться в 80-х годах XX столетия.

Наибольшее распространение на автомобильном транспорте сжатый природный газ (СПГ) и сжиженный нефтяной газ (СНГ) получили в Пакистане, Индии, Бразилии, Италии, Японии, Германии, Франции, США, Новой Зеландии, Канаде и т.п. (табл. 4.3). Общее мировое количество автомобилей с газобаллонным оборудованием (ГБО) превышает 12 млн, при этом в Азии более 6 млн, Америке 4 млн и Европе 1 млн. В мире

насчитывается более 18 тыс. автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), из которых более 8,8 тыс. находятся в Азии.

Таблица 4.3

Количество газобаллонных автомобилей и АГНКС в мире

Регион	Общее количество ГБО автомобилей	Легковые	Автобусы	Грузовые	Другие	Количество АГНКС
Азия	6.800.965	6.388.753	242.638	88.275	81.299	8.886
Евразия*	207.743	161.021	12.720	32.026	1.976	608
Африка	140.331	137.635	1.237	713	746	142
Европа	1.097.834	887.564	131.188	78.022	1.060	2.953
Америка	4.143.808	4.120.328	13.820	9.660	0	4.644
Северная Америка	125.177	109.037	11.240	2.500	2.400	1.204
Всего:	12.515.858	11.804.338	412.843	211.196	87.481	18.437

* Страны Евразии: Армения, Грузия, Турция и Россия.

Количество автомобилей и АГНКС в некоторых странах приведено в табл. 4.4. Как видно наибольшее количество автомобилей с ГБО и заправочных станций находится в Пакистане.

Таблица 4.4

Количество газобаллонных автомобилей (СПГ) и АГНКС в некоторых странах

Страна	Общее количество ГБО автомобилей	Количество АГНКС
Пакистан	2500100	3300
Иран	2070930	1490
Индия	1100000	600
Китай	500000	1652
Россия	100052	249
Аргентина	1900000	1880
Бразилия	1640000	1780
Италия	740000	850
Украина	200000	285**
Германия	95900	

В странах Европы используют приблизительно 1,4 млн газобаллонных автомобилей. Их заправку осуществляют 3990 АГНКС. Использование

газообразного топлива стимулируется сравнительно низкими ценами (табл. 4.5). Как видим цена на СПГ примерно в два раза меньше, чем цена бензина премиум и дизельного топлива.

Таблица 4.5

Сравнение цен на моторные топлива в некоторых странах

Страна	Цена бензина Premium, EUR/л	Цена дизельного топлива, EUR/л	Цена СПГ, EUR/м ³
Армения	0,75	0,67	0,35
Китай	0,79	0,72	0,39
Индия	0,64	0,27	0,24
Иран	0,10	0,01	0,03
Пакистан	0,68	0,57	0,4
Россия	0,76	0,56	0,25

4.2. Эксплуатационно-технические требования к газообразному топливу

Для обеспечения необходимых технико-эксплуатационных показателей автомобилей и тракторов, работающих на газообразном топливе, к этому виду топлива предъявляют специальные требования, а именно:

- высокая плотность энергии;
- удобство хранения и транспортировки;
- стабильность физико-химических свойств;
- газ должен хорошо смешиваться с воздухом для образования однородной горючей смеси;
- газообразное топливо должно иметь высокую низшую теплоту сгорания горючей смеси;
- высокая детонационная стойкость;
- содержание в газе веществ, способствующих нагарообразованию и загрязняющих систему питания, а также вызывающих коррозию деталей, должно быть минимальным;
- при сгорании горючей смеси вредных веществ должно образовываться минимальное количество.

Существующие горючие газы по теплоте сгорания можно разделить на три группы:

- высококалорийные с низшей теплотой сгорания более 23 МДж/м³;
- среднекалорийные с низшей теплотой сгорания от 15 до 23 МДж/м³;
- низкокалорийные – низшая теплота сгорания меньше 15 МДж/м³.

К высококалорийным газам относятся:

- природный газ (ПГ), СНГ, биогаз, биометан;
- к среднекалорийным газам – коксовый газ, некоторые промышленные газы;
- к низкокалорийным – доменный и генераторный газы.

Наиболее полно этим важным требованиям отвечают СНГ и СПГ,

применяемые в настоящее время автотракторной техникой в качестве топлива.

Сжатыми называют газы, которые при температуре 15...20°C и давлении до 20,0 МПа сохраняют газообразное состояние. Для двигателей, работающих на сжатом газе широко используют природный газ.

Сниженными называют газы, которые переходят из газообразного состояния в жидкое при давлении 1,6 МПа и температуре до 50°C.

В состав СНГ входят преимущественно пропановые и бутановые фракции, а также этан, этилен и другие компоненты. Тяжелые углеводороды, сера и ее соединения, различные механические примеси и влага относятся к загрязняющим веществам, поэтому их содержание в газообразном топливе крайне нежелательно.

СНГ тяжелее воздуха, что характеризует его способность скапливаться в низких местах. Последнее необходимо обязательно учитывать в системе мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации газобаллонной техники.

Одним из основных показателей качества СНГ и СПГ является октановое число, с помощью которого оценивают детонационную стойкость углеводородных топлив. Чем выше октановое число, тем он более стоек к детонации. Для большинства основных компонентов газов октановое число лежит в диапазоне от 90 до 120, что выше, чем у лучших сортов автомобильных бензинов.

Опыт эксплуатации газобаллонной техники показал, что наилучшие показатели, прежде всего экологические, могут быть получены только при строгой регламентации компонентного состава СНГ, используемого в качестве моторного топлива.

4.3. Физико-химические свойства сжиженного нефтяного газа (пропан-бутана)

Сжиженными называют такие углеводородные нефтяные газы, которые переходят из газообразного состояния в жидкое при нормальной температуре (без дополнительного охлаждения) и сравнительно невысоком давлении.

Основные характеристики СНГ – давление насыщенных паров, плотность газа, теплота сгорания, точка росы и элементарный состав. Физические свойства СНГ в значительной степени зависят от их химического состава.

Основные компоненты СНГ кипят при низких температурах, поэтому при нормальной температуре и атмосферном давлении они могут находиться только в газовой фазе. Для хранения СНГ в жидком виде необходимо повышать давление тем больше, чем выше температура, что объясняется ростом давления насыщенных паров СНГ. Пропан и бутан при температуре соответственно 96,6 и 152,0 °C не могут существовать в жидкой фазе, даже в случае превышения давления соответственно до 4,25 и 3,80 МПа. Такие параметры для пропана и бутана являются критическими.

В табл. 4.6 приведены основные физико-химические свойства отдельных составляющих СНГ. Компоненты СНГ по своим физико-химическим свойствам

не очень отличается от бензина. При этом теплота сгорания почти такая, как и у бензина.

Таблица 4.6

Физико-химические свойства компонентов СНГ

Составляющая	Пропилен	Бутан	Пропан	Бензин
Химическая формула	C_3H_8	C_4H_{10}	C_3H_8	C_8H_{18}
Молекулярная масса	42,08	58,12	44,10	114,5
Плотность, г/см ³ : жидкой фазы при 15°C и 0,1 МПа	0,522	0,582	0,509	0,720
Газовой фазы при 0°C и 0,1 МПа	1,915	2,703	2,019	5,08
Относительная плотность газовой фазы (плотность воздуха принята за 1)	1,481	2,091	1,562	3,940
Температура кипения, С	- 47,7	- 0,50	- 42,1	Не ниже 35,0
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	45,650	45,431	45,973	43,995
Температура воспламенения, °С	475 550	475 550	510 580	470 530
Предел воспламеняемости в смеси с воздухом %:				
нижний	2,00	1,80	2,4	1,50
верхний	11,1	8,40	9,5	6,0

Примечание. Приведенные параметры получены при температуре газа 15 °С, стандартами предусмотренная температура 15...20 °С.

К факторам, влияющим на давление внутри баллона, относят температуру и соотношение основных компонентов СНГ (пропана и бутана). Для смеси СНГ, состоящей из 80 % пропана и 20 % бутана, при температуре – 25 °С давление насыщенной пары составляет 0,1 МПа, а при температуре +30 °С достигает 0,8 МПа.

Пропан и бутан имеют большой коэффициент температурного расширения. Поэтому их объем сильно зависит от температуры, что необходимо учитывать при эксплуатации. При полном заполнении баллона (паровая подушка отсутствует) даже незначительное повышение температуры может привести к резкому увеличению давления, которое в этом случае составит около 0,7 МПа на 1°C.

Расчетно-экспериментальные данные изменения объема газа в баллоне в

зависимости от его температуры приведены в табл. 4.7. Как видно, изменение температуры на 10°C, приводит к изменению объема газа на 1,9...6,5%.

Таблица 4.7

Изменение объема газа от температуры, %

Температура СНГ, °С	- 20	- 10	0	10	20	30	40	50	60	15
Пропан	86,2	91,4	92,2	98,7	101,7	104,7	109,1	113,8	119,3	100
Бутан	90,8	94,3	97,4	99,0	101,1	103,0	105,1	107,5	109,8	100

В эксплуатационных условиях паровая подушка газового баллона для обеспечения безопасной эксплуатации автомобиля должна иметь определенный объем. Объем паровой подушки, составляющий 10 % полного объема, обеспечивает оптимальное давление в газовом баллоне при изменении температуры СНГ в пределах от -10 до +25 °С.

Плотность СНГ в жидком состоянии определяют при температуре 15 °С и давлении, равном давлению насыщенных паров, а в газообразном – при атмосферном давлении и температуре 0 и 15 °С. Плотность СНГ в жидком состоянии, как и любой жидкости, не зависит от давления и является функцией температуры.

К основным свойствам газов относят детонационную стойкость, теплоту сгорания в смеси с воздухом и теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания стехиометрической смеси. СНГ по детонационной стойкости превосходит лучшие сорта автомобильных бензинов. При этом теплота сгорания газо-воздушной смеси лишь незначительно меньше, чем у смеси паров бензина с воздухом (табл. 4.8).

Таблица 4.8

Сравнение топлив

Компонент	Бутан	Пропан	Бензин
Октановое число по исследовательскому (моторному) методу	95(89)	112(96)	93(85)
Теплота сгорания стехиометрической смеси, МДж/м ³	3,470	3,408	3,553
Теоретически необходимый объем воздуха для сгорания топлива, м/м ³ (м ³ /кг)	31,08 (12,64)	23,98 (12,81)	56,6 (12,35)
Максимальная скорость распространения фронта пламени, м/с	0,825	0,810	0,850
Температура горения стехиометрической смеси, °С	2057	2043	2100

Коэффициент молекулярного изменения при сгорании стехиометрической смеси	1,047	1,042	1,058
--	-------	-------	-------

СНГ обладают сравнительно простыми структурами молекул, поэтому имеют более высокие октановые числа по сравнению с жидкими топливами нефтяного происхождения. Октановое число отдельных компонентов СНГ находится в пределах от 85 до 125. Влияние степени сжатия на мощностные и экономические показатели двигателя связано с высокой антидетонационной стойкостью газовых топлив (табл. 4.9).

Таблица 4.9

Детонационные характеристики

Топливо	Степень сжатие	Октановое число *
Пропан	10... 12	96 (112)
Бутан	7,5... 8,5	89 (95)
Бензин АИ- 93	8,2	85 (93)

* данные без скобок получены моторным методом, данные в скобках - исследовательским.

4.4. Основные свойства природного газа

Разработаны стандарты на газ горючий природный сжатый, который используется в качестве моторного топлива. В соответствии с ними введено две марки газа: А и Б. Низшая теплота сгорания соответственно 33,896 и 33,657 МДж/м³. Они отличаются содержанием метана: А – 95±5 %; Б – 90±5 %.

СПГ являются смесью различных углеводородов метанового ряда, а также не углеводородных компонентов – сероводорода, гелия, азота, углекислого газа и др. СПГ получают из природного газа непосредственно на газовых месторождениях или из попутных газов при разработке нефтяных месторождений. ПГ состоит в основном из метана (82...98 %) с небольшими примесями этана (до 6 %), пропана (до 1,5 %) и бутана (до 1 %). ПГ по разветвленной сети газопроводов поступает к газонаполнительным компрессорным станциям.

По токсикологической характеристике СПГ (в соответствии с ГОСТ 12.1.005-76) относят к веществам класса 4. Предельно допустимая концентрация ПГ на рабочих местах и в рабочих зонах не должна превышать 300 мг/м³ (в пересчете на углерод). Определение содержания углеводородов в воздушной среде осуществляют при помощи газоанализаторов.

Основной частью ПГ является метан и группа более сложных углеводородов (этан, пропан, бутан).

Высокое содержание водорода в СПГ обеспечивает более полное сгорание топлива в цилиндрах двигателя по сравнению с СНГ и бензином.

Метан представляет собой полноценное топливо для двигателей внутреннего сгорания с хорошими антидетонационными характеристиками и имеет достаточно высокий удельный термодинамический потенциал. Характеристики метана приведены в табл. 4.10. Низшая теплота сгорания

метана составляет 33800 кДж/м³. Оно обладает низкой коррозионной активностью, не токсичен.

Таблица 4.10

Характеристики метана

Показатели	Значение
Молекулярная формула	CH ₄
Молярная масса, кг/моль	16,03
Плотность при температуре 15 °С и давлению 0,1 МПа: у газообразного состояния, кг/м ³	0,717
в жидком состоянии, кг/л	0,42
Температура вспышки, °С низшая теплота сгорания:	590
в газообразном состоянии, кДж/м ³ (кДж/кг)	33 800 (49 750)
в жидком состоянии, кДж/л	20 900
Коррозионная активность	Отсутствует
Токсичность	Не токсичный
Температура горения, °С	2030

СПГ должен быть стабилен не только по компонентному составу, но и по содержанию различных примесей. Так, содержание жидкого остатка, представляющего собой группу тяжелых углеводородов, например, пентана, в газе, не прошедшем технологическую обработку, изменяется в широких пределах.

Заданные мощностные, топливно-экономические и экологические показатели двигателей, тягово-динамические качества автомобилей, а также их стабильность в эксплуатации могут быть достигнуты только при условии заправки автомобилей высококачественным газовым топливом.

Основные физико-химические свойства СПГ по межгосударственному стандарту ГОСТ 27577-2000 «Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания» приведены в табл. 4.11.

Теплота сгорания одного кубического метра метана больше, чем у одного литра бензина. Низшая теплота сгорания горючей смеси метана при стехиометрическом соотношении составляет 3,219 МДж/м³, а бензина – 3,558 МДж/м³. Октановое число позволяет увеличить степень сжатия.

Максимальное октановое число СПГ в соответствии с компонентным составом на 18 % выше по сравнению с лучшими сортами бензинов. Это

позволяет форсировать бензиновые двигатели при работе на СПГ по степени сжатия, что приводит к повышению экономичности и улучшению экологических показателей.

Таблица 4.11

Свойства сжатого природного газа

Показатели	Значение
Объемная теплота сгорания низшая, кДж/м ³ , не менее	31800
Относительная плотность к воздуху	0,55...0,70
Расчетное октановое число газа (по моторному методу), не меньше	105
Концентрация сероводорода, г/м ³ , не более	0,02
Концентрация меркаптановой серы, г/м ³ , не более	
Масса механических примесей в 1м ³ , мг, не более	1,0
Суммарная объемная доля негорючих компонентов, %, не более	7,0
Объемная доля кислорода, %, не более	1,0
Концентрация паров воды, мг/м ³ , не более	9,0

Расчетное октановое число определяется по формуле

$$POЧ = \frac{\sum_{i=1}^n (OЧ_i \cdot C_i)}{\sum_{i=1}^n C_i}, \quad (4.1)$$

где $OЧ_i$ – октановое число i -го горючего компонента сжатого газа;

C_i – объемная доля i -го горючего компонента сжатого газа в смеси;

n_i – количество горючих компонентов сжатого газа, определенных анализом.

Октановые числа горючих компонентов сжатого газа:

- метан – 110;
- этан – 108;
- пропан – 105;
- n -Бутан и изобутан – 94;
- n -Пентан и изопентан – 70.

4.5. Основные свойства биогаза и тенденции его производства

Ученые многих стран изучают возможность использования энергетического потенциала, который содержится в биомассе отходов сельскохозяйственного производства. Самый распространенный способ получения энергии из биомассы – анаэробное (без доступа кислорода) брожение отходов сельскохозяйственного производства, таких как навоз, растительные остатки, мусор, сточные воды и тому подобное. В результате этого процесса получают биогаз и биоудобрение. В ряде стран (Германия, Великобритания, Швеция, США, Нидерланды, КНР и др.) практически решен вопрос получения и использования биогаза как моторного топлива для двигателей внутреннего сгорания стационарных и мобильных энергетических средств. Интерес к использованию биогаза как топлива ДВС, определяется его высокой теплотворной способностью, которая составляет от 17 до 25 МДж/м³.

Состав и физико-химические показатели биогаза зависят от первичного сырья и технологии его производства. По этим признакам можно определить три группы способов получения биогаза:

- добыча биогаза на свалках и полигонах твердых бытовых отходов;
- производство биогаза из навоза, растительных остатков и растительного сырья;
- производство биогаза из осадков канализационных очистных сооружений.

В состав биогаза, который получают на полигонах твердых бытовых и коммунальных отходов входят:

- метан – 40-60 %;
- углекислый газ – 30-45 %;
- азот;
- другие примеси – 2-5 %.

Его низшая теплота сгорания – 17...20 МДж/м³.

Биогаз из отходов животноводства состоит, в основном, из метана и двуокиси углерода с небольшими примесями сероводорода, азота и водорода (60-70 % метана, 30-40 % – углекислого газа, 1 % – сероводорода, до 1 % азота и водорода) и представляет собой горючий газ с низшей теплотой сгорания – 21-25 МДж/м³ (табл. 4.12).

Основными причинами, которые стимулируют использования биогаза являются: уменьшение выбросов токсичных компонентов в атмосферу и более низкая его цена.

Производство биогаза в некоторых странах Европейского Союза представлено в табл. 4.13. Наибольшее количество биогаза производят в Великобритании и Германии.

В целом в странах ЕС ежегодно производят биогаз приблизительно в объёме эквивалентном 4970 ктнэ. Для сравнения, производство биодизельного топлива составляет 2845,2 ктнэ, а биоэтанола – 456,7 ктнэ. Таким образом, среди биотоплив наибольшее количество приходится на биогаз.

Мировым лидером по производству биогаза является КНР. Здесь

ежегодно производится более 15,4 млрд м³ биогаза, что превышает 8000 ктнэ. В Китае эксплуатируется и наибольшая в мире биогазовая установка, мощностью 500 тыс. м³ в день.

Таблица 4.12

Физические свойства биогаза и его компонентов

Наименование показателя	Единица измерения	Составляющие биогаза				Биогаз (60% CH ₄ и 40% CO ₂)
		Метан, CH ₄	Двуокись углерода, CO ₂	Водород, H ₂	Сероводород, H ₂ S	
Объемная часть	%	55-70	27-44	1	3	100
Низшая теплота сгорания	МДж/м ³	35,8	-	110	22,3	17-23
Температура воспламенения	°С	650-950	-	585	-	650-950
Критическое давление	МПа	4,7	7,5-304	1,3	89	7,5-8,9
Критическая температура	°С	-82	+31	-239,9	+100	190,5
Нормальная плотность (0 °С)	кг/м ³	0,72	1,977	0,0899	1,521	1,2
Критическая плотность	гр/см ³	162	460	31	-	320
Относительная плотность (к воздуху)	-	0,55	2,5	0,069	1,2	0,83

Таблица 4.13

Производство биогаза в некоторых странах Европы (2005 год)

Страна	Производство биогаза, ктнэ	Часть от общего объема использования моторного топлива автомобильным транспортом, %
Великобритания	1783	18
Германия	1594	10
Италия	377	3

Франция	209	1
Испания	317	3
Швеция	115,8	8
Нидерланды	126	4
Польша	51	0,6
Дания	92	7

Одним из лидеров в производстве биогаза в Европе является ФРГ. В этой стране наблюдается тенденция к значительному увеличению биогазовых установок. Их количество увеличилось с 850 в 1999 году до 7215 в 2011 году. В этой стране увеличивается и производство биометана.

Биометан – это обогащённый биогаз, который имеет существенные преимущества по сравнению с биогазом. Поэтому в ФРГ увеличивается как количество установок по обогащению биогаза, так и объёмы производства биометана (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Динамика производства биометана в Германии

4.6. Оценка эффективности применения газообразных видов топлива

Применение газовых топлив мобильными энергетическими средствами не только экономится традиционное топливо, но и снижается загрязнение окружающей среды. Поэтому в настоящее время СНГ и СПГ получили широкое распространение в качестве моторных топлив.

Рассмотрим особенности применения газообразных топлив.

При использовании газа в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания исключается попадание жидкой фазы в цилиндры двигателя, вследствие чего снижается смывание масляной пленки со стенок цилиндров и замедляется изнашивание цилиндропоршневой группы. При этом не образуются лаковые отложения, отсутствует нагарообразование в цилиндре двигателя и в системе питания. В условиях эксплуатации это дает возможность:

- увеличить сроки использования моторного масла;
- увеличить срок службы масляных фильтров;
- реже проводить регулирование двигателя и его систем.
- увеличить срок службы свечей зажигания примерно на 40 %.

Однако перевод бензинового двигателя на СНГ сопровождается снижением его максимальной мощности на 5...7%, а при работе на СПГ – на 18...20%. Последнее в некоторых случаях не позволяет применять автомобильные прицепы и снижает коэффициент использования грузоподъемности автомобиля.

Рассмотрим влияние применения газа на внешнюю регуляторную характеристику дизеля.

Внешняя регуляторная характеристика дизеля Д-240 при работе на дизельном топливе и при использовании газодизельного цикла (рис. 4.2).

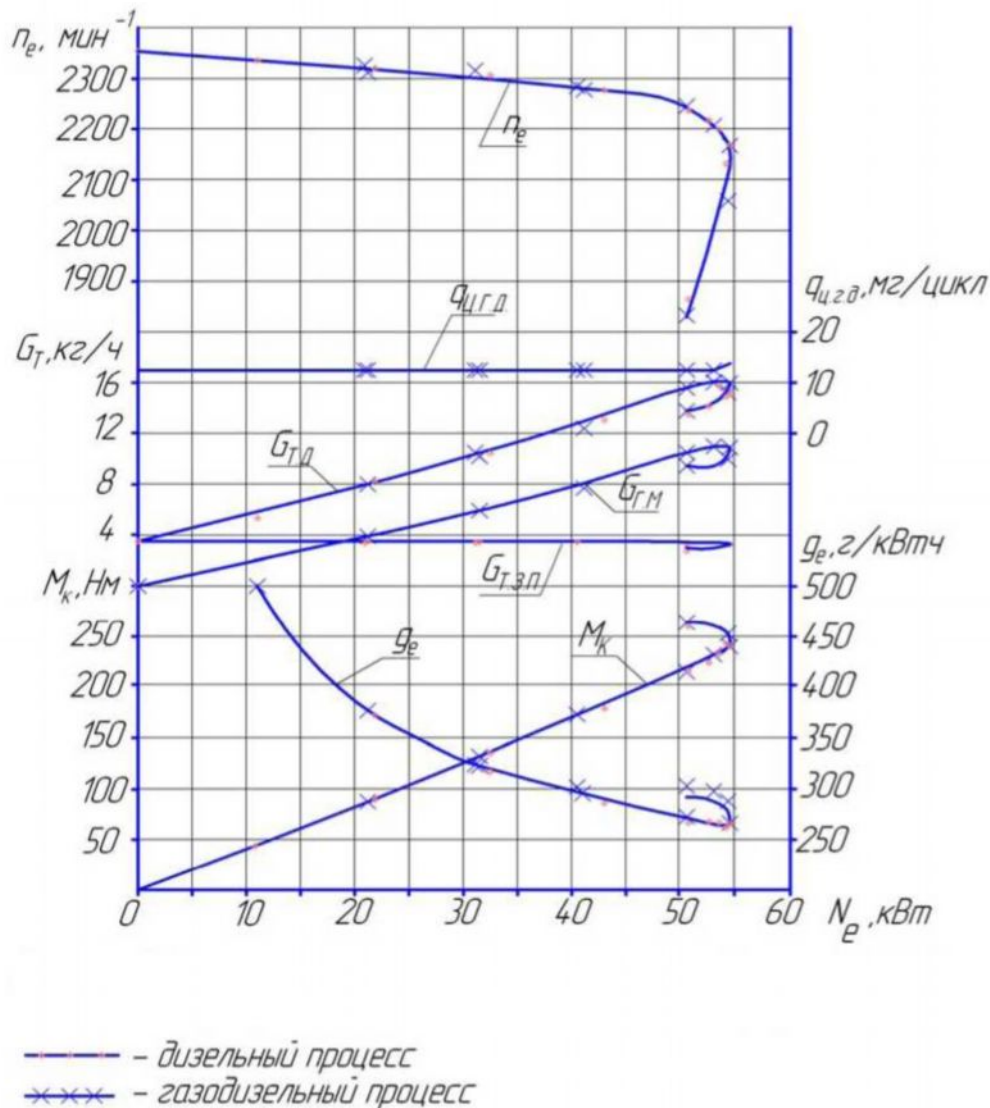


Рис. 4.2 Внешняя регуляторная характеристика дизеля Д-240 (4Ч11/12,5) при работе на дизельном и газодизельном цикле

При работе двигателя на метане по газодизельному циклу номинальная мощность двигателя не изменяется по сравнению с двигателем, который работает на дизельном топливе и составляет 54,6 кВт (75 л.с.). Частота вращения коленчатого вала n_e и крутящий момент двигателя M_k сохраняются практически равными.

При работе по газодизельному циклу часовой расход метана $G_{ГМ}$ на регуляторной ветви повышается от нуля на холостом ходу до 11 кг/ч на режиме номинальной мощности дизеля.

Номинальный часовой расход метана $G_{ГМН} = 11$ кг/ч меньше номинального часового расхода дизельного топлива $G_{ГДН} = 16$ кг/ч. Это объясняется большей теплотворной способностью метана и подачей запальной дозы дизельного топлива.

Таким образом, применение газообразного топлива не ухудшает основные параметры дизеля.

Применение газообразных топлив требует модернизации топливных систем мобильных энергетических средств. Устанавливается газобаллонное оборудование, которое включает газовые баллоны, редуктор, газовый смеситель, газовые форсунки, запорную арматуру и т.д. (рис. 4.3). Это приводит к увеличению массы мобильного энергетического средства и требует дополнительных капиталовложений.

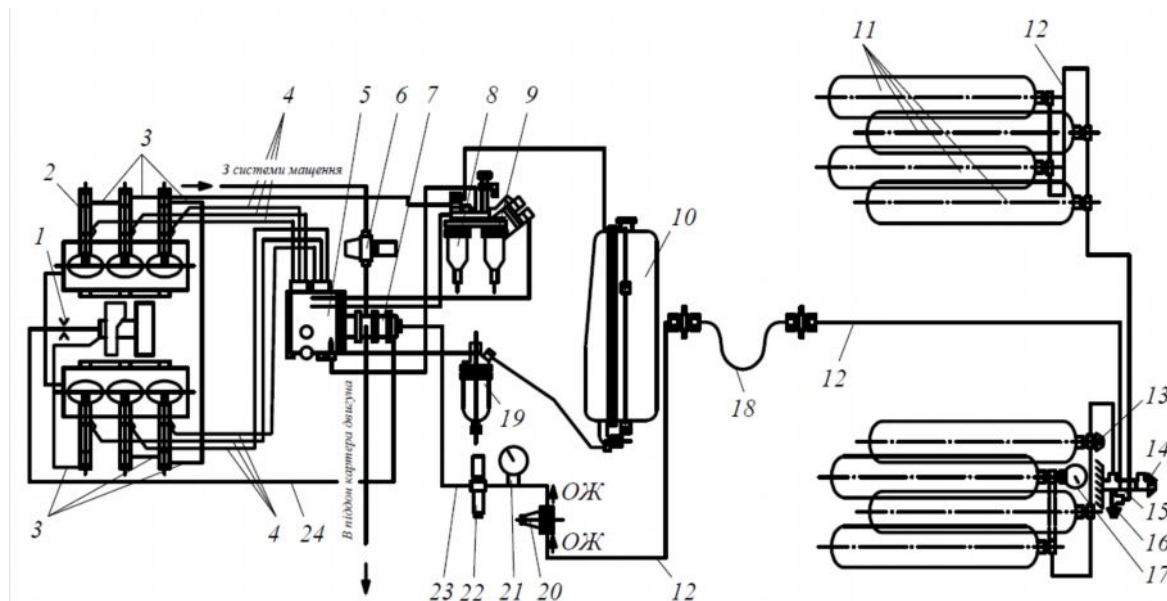


Рис. 4.3. Схема модернизированной системы питания газодизеля:

1 - газовый жиклер; 2 - разработана форсунка; 3 - дренажные трубки; 4 - трубопроводы высокого давления; 5 - ТНВД; 6 - электромагнитный клапан масла; 7 - дозатор газа с гидроусилителем; 8 и 9 - первый и второй степени топливного фильтра; 10 - топливный бак; 11 - газовые баллоны; 12, 23 и 24 - газопроводы; 13, 14 и 16 - вентили (соответственно баллонный, наполнительный и расходный); 15 - крестовина; 17 и 21 - манометры; 18 - гибкий шланг высокого давления; 19 - фильтр грубой очистки топлива; 20 - газовый редуктор; 22 - электромагнитный газовый клапан - фильтр; ОЖ - охлаждающая жидкость

Металлоемкость газобаллонных автомобилей на 60...750 кг больше по сравнению с бензиновыми автомобилями, что уменьшает их грузоподъемность.

Для проведения технического обслуживания и ремонта газобаллонных автомобилей требуется более высокая квалификация обслуживающего персонала. По сравнению с обслуживанием бензиновых и дизельных двигателей увеличивается трудоемкость технического обслуживания и ремонта газовой аппаратуры на 15%, а затраты – на 3...5 %. Однако увеличение межремонтных пробегов газобаллонных автомобилей несколько компенсирует этот показатель.

Средняя продолжительность простоев газобаллонных автомобилей вследствие повышения трудоемкости обслуживания и ремонта несколько

больше, чем у автомобилей, работающих на бензине и дизельном топливе.

Снижение максимальной мощности газовых двигателей, работающих на СПГ, сопровождается ухудшением тягово-динамических и эксплуатационных характеристик автомобилей:

- время разгона увеличивается на 24...30 %;
- максимальная скорость уменьшается на 5...6 %;
- продольные углы преодолеваемых подъемов уменьшаются на 30...40 %.

Удаленность газонаполнительных компрессорных станций от автотранспортных предприятий и сокращение пробега автомобиля между заправками приводит к уменьшению коэффициента использования пробега на 8...13 %. Однако это компенсируется меньшей ценой газообразных топлив.

Опыт эксплуатации газобаллонных тракторов показал, что в транспортном режиме до 50 % дизельного топлива заменяется природным газом, а это приводит к снижению себестоимости перевозок. Наибольший эффект достигается при работе таких тракторов на пахоте, где природный газ заменяет до 80 % дизельного топлива.

Перевод тракторов на сжатый природный газ приводит к незначительным изменениям их компоновки, что вызвано монтажом газовых баллонов. На гусеничных и колесных тракторах тягового класса не больше 2 (ЛТЗ-55, ЮМЗ-6КЛ, МТЗ-80/82, Т-70) баллоны закрепляются на крыше кабины. На колесных тракторах тягового класса 3 и больше (К-700, К-701, Т-150К, ХТЗ-17221) газовые баллоны монтируются на задней полураме. Применение газобаллонного оборудования приводит к увеличению эксплуатационного веса (табл. 4.14 а, б). Это в свою очередь приводит к некоторому уменьшению производительности машинно-тракторного агрегата.

Таблица 4.14а

Сравнительная характеристика тракторов базовой модели и их газобаллонных модификаций

Показатель	К- 701		К-700А		Т-150К	
	Базовая модель	С ГБО	Базовая модель	С ГБО	Базовая модель	С ГБО
Номинальное тяговое усилие, кН	50	50	50	50	30	30
Номинальная мощность двигателя, кВт	198	198	172	172	122	122
Эксплуатационный вес, кг	13500	14750	12800	14050	8150	8850
Количество газовых баллонов (емкость одного баллону, л)		18/50		18/50		10/50
Затрата на номинальной мощности:						

дизельного топлива, кг/час	51,8	10	38,0	8,0	29,0	5,9
Природного газа, м ³ /час	-	50,4	-	38,4	-	28,1

Таблица 4.14б

Сравнительная характеристика тракторов базовой модели и их газобаллонных модификаций

Показатель	МТЗ- 82		ЮМЗ-6КЛ		ДТ- 75	
	Базовая модель	С ГБО	Базовая модель	С ГБО	Базовая модель	С ГБО
Номинальное тяговое усилие, кН	14	14	14	14	30	30
Номинальная мощность двигателя, кВт	55	55	45	45	66	66
Эксплуатационный вес, кг	3600	3800*	3900	4100*	6350	6850
Количество газовых баллонов (емкость одного баллону, л)		4/51		4/51		7/50
Затрата на номинальной мощности:						
дизельного топлива, кг/час	13,5	2,6	10,7	2,1	16,2	3,1
Природного газа, м ³ /час	-	13,2	-	10,2	-	16,0

Таким образом, можно выделить основные положительные и отрицательные моменты использования газа как моторного топлива. Основные плюсы:

- низкая стоимость;
- повышенный уровень безопасности;
- сниженный уровень выбросов вредных веществ в атмосферу;
- увеличение срока службы масла;
- увеличение ресурса двигателя;
- снижение теплотворной способности газозвушной смеси.

Основные минусы:

- возможное возникновение неравномерности работы двигателя;
- усложнение пуска холодного двигателя в мороз;
- ухудшение динамических характеристик автомобиля;
- увеличение массы машины и снижение ее грузоподъемности;
- увеличение трудоемкости технического обслуживания и ремонта двигателя;
- снижение тягового усилия трактора.

4.7. Опыт использования биогаза в качестве моторного топлива

Для обеспечения применения биогаза, на базовые модели автомобилей или тракторов устанавливается дополнительное оборудование, которое позволяет хранить и подавать в двигатель внутреннего сгорания газообразное топливо.

Активные работы по применению на мобильных энергетических средствах биогаза были начаты в начале 1980-х годов (после энергетического кризиса 1970-х годов). В последние годы интерес к применению возобновляемых газообразных топлив опять резко возрос. Основные причины – это растущие требования к защите окружающей среды и рост цен на жидкие нефтяные топлива.

В настоящее время объёмы использования биогаза автотракторною техникою быстро увеличиваются.

Так, в Швеции часть биогаза среди газообразных моторных топлив составляет 60 %. Темпы ежегодного прироста объёмов его использования достигают 80 тыс. м³ (рис. 4.4).

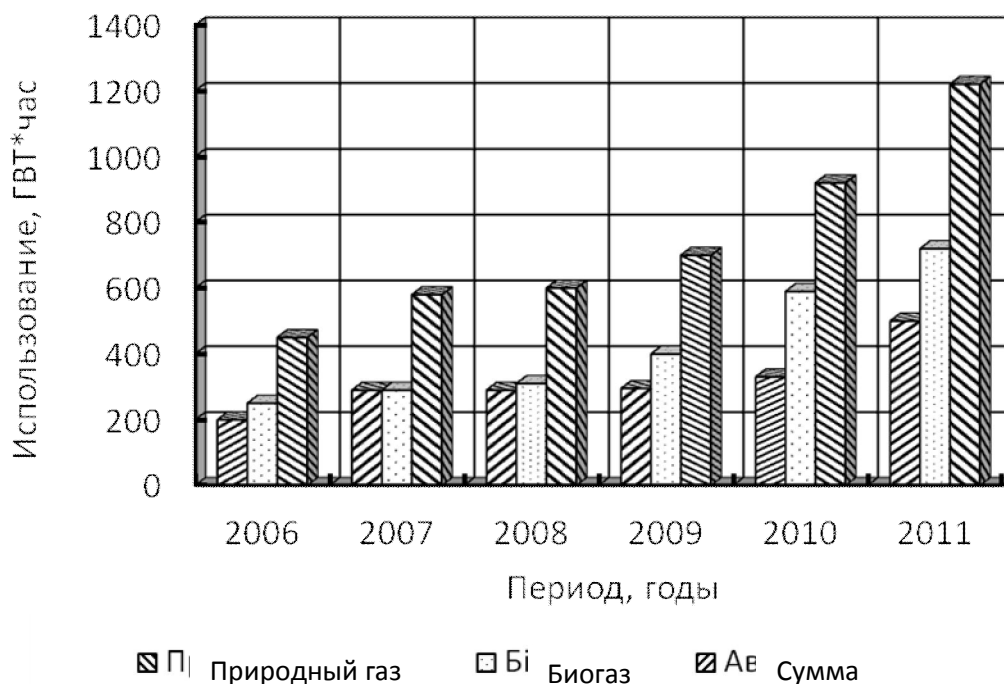


Рис. 4.4. Динамика использования моторных газообразных топлив в Швеции

Правительство Швеции ожидает, что до 2020 года, 10% всего автотранспорта будет использовать биометан как альтернативное моторное топливо.

Увеличение использование биометана автомобилями – это общемировая тенденция. Так в ФРГ этим видом возобновляемого топлива замещается около 20 % природного газа. Это стимулируется тем, что цена энергия биогаза в 1,5 раза меньше, чем у бензина.

Также биометан используется и тракторами. Фирма Valtra вывела на

рынок новый трактор T133, который работает по газодизельному циклу и использует биогаз (рис. 4.5). Газо-воздушная смесь воспламеняется запальной дозой дизельного топлива, которая составляет 17% от расхода дизельного топлива на номинальной мощности. Номинальная мощность двигателя составляет 104 кВт. Он оборудован композитным баллоном для биогаза (ёмкостью – 170 л, рабочее давление – 20 МПа) и баком для дизельного топлива ёмкостью – 30 л). Данного запаса топлива хватает на работу продолжительностью от 3 до 5 часов. Ее можно увеличить, использовав больше газовых баллонов и дополнительный бак дизельного топлива.

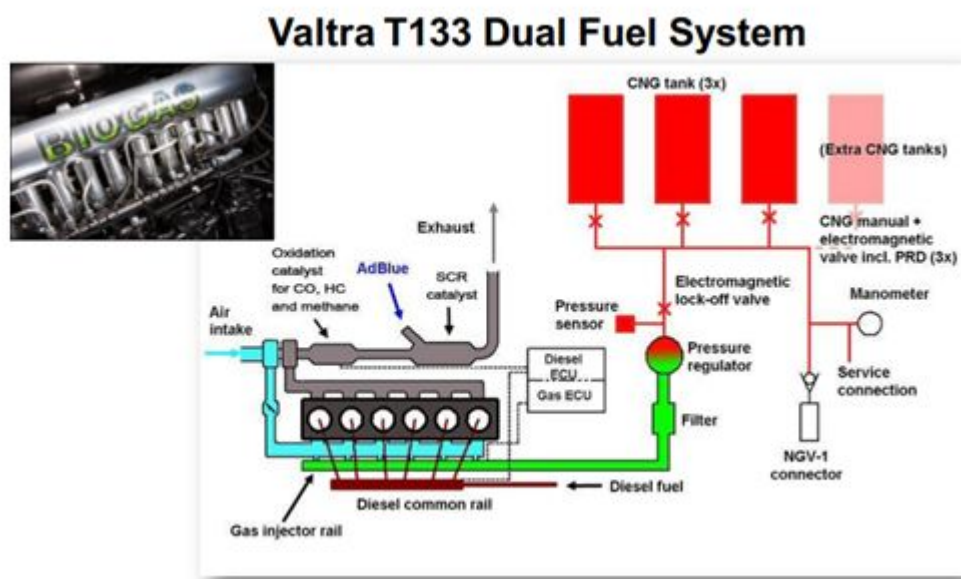


Рис. 4.5. Схема системы питания биогазового трактора Valtra T133

Его опытная эксплуатация показала, что расходы на топливо уменьшаются на 10...40 %, в зависимости от нагрузки и разницы цен на топлива.

При нагрузке двигателя 70...80 % от номинальной мощности, часовой расход топлива составляет: дизельное – 2,2 л; биогаз – 8 кг.

Стоимость одного часа работы находится в диапазоне от 8,74 до 14,3 EUR (рис. 4.6). Эта величина зависит от условий применения трактора: сельское или коммунальное хозяйство. Так если рыночная цена дизельного топлива составляет EUR1,3/л, то для фермеров она меньше – EUR0,88/л. При этом цена биогаза – EUR0,85/кг.

Таким образом, наибольший эффект достигается при использовании трактора в коммунальном хозяйстве (приблизительно EUR5,0) и наименьший в сельском хозяйстве (EUR1,0).

В процессе испытания трактора, для получения биогаза использовалось оборудование и технология компании Eteneg Biogas Technology Ltd (Финляндия). Основные показатели блока обогащения приведены в табл. 4.15.

Его испытания показывали следующее. При производительности модуля

по обогащению биогаза 45 м³/час или 160000 кг сжатого биометана в год, общие расходы на обогащение биогаза составляют EUR0,39/кг. Фактическая затрата электрической энергии составили 1,3 (кВт·год)/кг (при давлении 25 МПа), при цене электрической энергии EUR0,11/(кВт·год).

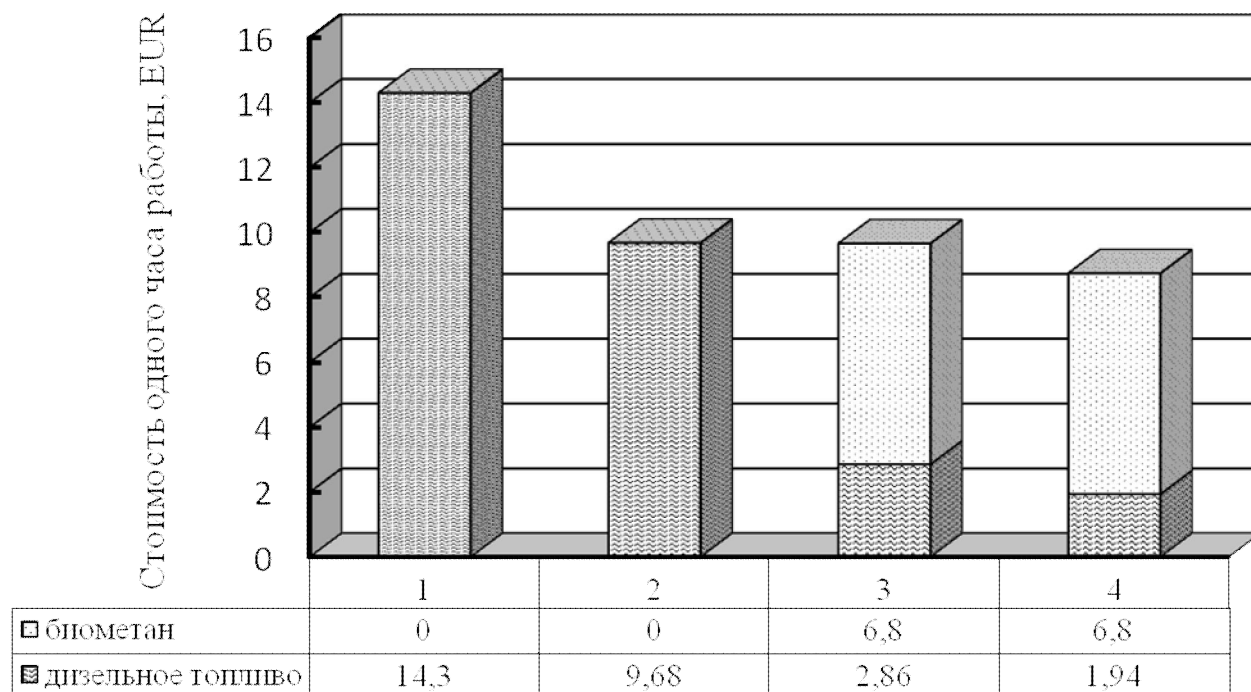


Рис. 4.6. Стоимость одного часа работы трактора:

1 – 100 % дизельного топлива; 2 – 100 % дизельного топлива для фермеров; 3 – газодизельный цикл; 4 – газодизельный цикл, дизельное топлива для фермеров

Таблица 4.15

Параметры блока по обогащению биогаза

Показатель	Единица измерения	Значение
Производительность	нм ³ /год	30-100
Потребление электрической энергии	кВт·час/кг	1,4
Потребление воды	л/кг	0-10
Содержимое метана после обогащения	%	95±2
Рабочее давление	МПа	150...250
Потеря биометана	%	1...2
Размеры	Длина(мм) × высота (мм) × ширина (мм)	6100×240×2500
Масса	кг	8400
Цена	EUR	300000

Годовой наработок	часов	8000
Ресурс	годы	10
Цена заправочной станции	EUR	25000

4.8. Оценка эффективности применения передвижных автомобильных газовых заправщиков

Для обеспечения природным газом мобильной техники могут использоваться передвижные автомобильные газовые заправщики (ПАГЗ), которые предназначены для транспортировки СПГ и заправки им автотракторной техники бескомпрессорным способом. Современные ПАГЗ могут транспортировать от 1500 до 9000 м³ природного газа при давлении 25...32 МПа. Примером могут быть ПАГЗ-3700-25 и ПАГЗ-2500-25 с объемом перевозимого газа (приведенного к нормальным условиям) 3700 и 2500 м³ соответственно. Они транспортируются седельными тягачами. Цена ПАГЗ довольно высокая. Так, например, стоимость ПАГЗ-3700-25 в комплекте с тягачом находится в диапазоне от 40 до 50 тыс. USD, в зависимости от типа тягача.

Рассмотрим экономическую эффективность применение ПАГЗ в сельскохозяйственном производстве. В качестве критерия будем использовать индекс прибыльности (*PI* – Profitability Index).

Выбор оптимального типа моторного топлива зависит от его эффективности. Проект считается инвестиционно привлекательным, если величина *PI* более 1,2.

Годовой экономический эффект (*E*) от применения СПГ можно определить, как разницу затрат на топливо с учетом затрат на заправку

$$E = Z - Z_d - Z_{пагз} , \quad (4.2)$$

где *Z* – расходы на горюче-смазочные материалы при работе техники на дизельном топливе, у.е.;

Z_d – затраты на горюче-смазочные материалы при работе техники на СПГ, у.е.;

Z_{пагз} – годовые затраты на эксплуатацию ПАГЗ, у.е.

Определим составляющие выражения (1). Расходы на горюче-смазочные материалы при работе техники на дизельном топливе можно определить по следующей формуле

$$Z = C_{дт} \cdot \sum_{i=1}^n (B_i \cdot m_i \cdot t_i), \quad (4.3)$$

где *C_{дт}* – цена дизельного топлива, у.е./кг;

B_i – часовой расход дизельного топлива *i*-го типа техники, кг/ч;

n_i – количество техники i -го типа, $i = 1, 2, \dots, n$;

n – количество типов техники;

t_i – годовая наработка техники i -го типа.

Аналогично получаем выражение для определения расходов на горюче-смазочные материалы при работе техники на сжатом природном газе (Z_2)

$$Z_2 = C_{\partial m} \cdot \varphi \cdot \sum_{i=1}^n (B_i \cdot m_i \cdot t_i) + C_{\text{спг}} \cdot \sum_{i=1}^n (B_{\text{спг}i} \cdot m_i \cdot t_i), \quad (4.4)$$

где $C_{\text{спг}}$ – цена СПГ, у.е./м³;

$B_{\text{спг}i}$ – часовой расход СПГ i -ым типом техники, м³/ч;

φ – доля запальной дозы дизельного топлива.

С учетом (4.3) и (4.4) выражение (4.2) принимает вид

$$E = C_{\partial m} \cdot (1 - \varphi) \cdot \sum_{i=1}^n (B_i \cdot m_i \cdot t_i) - C_{\text{спг}} \cdot \sum_{i=1}^n (B_{\text{спг}i} \cdot m_i \cdot t_i) - Z_{\text{нагз}}. \quad (4.5)$$

Имеющиеся ПАГЗ должны обеспечивать как минимум суточную потребность техники в сжатом газе. Тогда необходимое количество заправщиков (k) определяется как

$$k = E \left(\frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot t_{ci} \cdot m_i}{\psi \cdot V_{\text{нагз}}} \right) + 1, \quad (4.6)$$

где t_{ci} – суточное наработки техники i -го типа, час;

$V_{\text{нагз}}$ – объем перевозимого ПАГЗ газа (приведенного к нормальным условиям), м³;

ψ – коэффициент опорожнения.

Коэффициент опорожнение ПАГЗ при заправке безкомпрессорным способом лежит в диапазоне 0,67...0,72.

Значение индекса доходности проекта, за время его существования равна

$$PI = \frac{ЧДП}{K}, \quad (4.7)$$

где $ЧДП$ – размер суммы чистого денежного потока за весь период существования проекта, у.е.;

K – объем капитальных вложений, у.е.

Размер суммы чистого денежного потока за весь период существования проекта

$$ЧДП = R \cdot \sum_{j=1}^T \left(1 + \frac{g}{100}\right)^{-j}, \quad (4.8)$$

где g – ставка дисконтирования, %;

T – период существования проекта, лет;

j – текущий год;

R – годовой экономический эффект, у.е.

Размер капитальных вложений учитывает, как стоимость комплекса по заправке техники, так и по оборудованию техники ГБО

$$K = \sum_{i=1}^n (m_i \cdot C_i) + k \cdot C_{нагз}, \quad (4.9)$$

где C_i – стоимость газобаллонного оборудования единицы техники, у.е.;

$C_{нагз}$ – цена ПАГЗ, у.е.

В расчетах следует учитывать эксплуатационные расходы на ПАГЗ, состоящие из затрат на транспортировку газа от автомобильной газовой наполнительной компрессорной станции до аграрного формирования и обратно, отчисления на реновацию, капитальный и текущий ремонты, хранение, страховку и т.п.

Годовое количество рейсов ПАГЗ представляет отношение потребления газообразного топлива к объёму ПАГЗ

$$l = \frac{\sum_{i=1}^n (B_{СПГ_i} \cdot m_i \cdot t_i)}{\psi \cdot V_{нагз}}. \quad (4.10)$$

Тогда годовые затраты на эксплуатацию ПАГЗ составят

$$З_{нагз} = a \cdot k \cdot C_{нагз} + \frac{L}{50} \cdot l \cdot (C_{дт} \cdot B_{100} + C_{спг} \cdot B_{с100}), \quad (4.11)$$

где a – отчисления на реновацию, текущий и капитальный ремонты;

L – расстояние между АГНКС и аграрными формированиями, км;

B_{100} – расход дизельного топлива на 100 км ПАГЗ, кг/100км;

$B_{с100}$ – расход СПГ на 100 км СПГ ПАГЗ, м³/100 км.

Тогда выражение для индекса доходности окончательно приобретает вид

$$PI = \frac{R}{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot m_i) + k \cdot C_{нагз}} \cdot \sum_{j=1}^T \left(1 + \frac{g}{100}\right)^{-j}. \quad (4.12)$$

4.9. Оценка эффективности применения автомобильных газонаполнительных компрессорных станций

Для обеспечения СПГ сельскохозяйственной техники в хозяйствах, где есть газовые магистрали среднего давления, могут быть использованы автомобильные газонаполнительные компрессорные станции, которые предназначены для заправки баллонов автотракторной техники под давлением 20 МПа. Поэтому актуальным является изучение вопроса эффективности их использования.

Научно обоснованно и нашло подтверждение на практике то, что для обеспечения сельскохозяйственной техники СПГ, кроме АГНКС, нужны передвижные автомобильные газовые заправщики. Применение ПАГЗ позволяет уменьшить холостые пробеги техники при заправке. Стоимость таких комплексов весьма значительна. Так, цена с монтажом АГНКС «СКИФ-3» (производительность 3000 м³/ч) составляет около 125 тыс. у.е.

Основопологающим фактором внедрения АГНКС является экономическая эффективность.

В качестве критерия, характеризующего эффективность капитальных вложений, будем использовать индекс доходности.

Величина инвестиций в строительство АГНКС включает в себя стоимость оборудования, стоимость проектно-конструкторских, монтажных, строительных и пусконаладочных работ.

Эксплуатационные расходы (*ЕВ*) АГНКС составляют

$$EB = IB \cdot \sum_{n=1}^m (0,01 \cdot a_n) + ЗП + ЕЕ, \quad (4.13)$$

где a_n – отчисления на реновацию, текущий и капитальный ремонты, %;

ЗП – затраты на заработную плату;

ЕЕ – затраты на электрическую энергию;

IB – величина инвестиций.

Годовые затраты на электрическую энергию (*ЕЕ*):

$$EE = \varphi \cdot Ne \cdot Ce \cdot 365 \cdot 24, \quad (4.14)$$

где φ – коэффициент загрузки оборудования;

N_e – установлена электрическая мощность, кВт;
 C_e – цена электроэнергии, у.е./(кВт ч).
 Значение коэффициента загрузки АГНКС

$$\varphi = \frac{B_{СПГ}}{365 \cdot V_{КС}}, \quad (4.15)$$

где $B_{снг}$ – годовая потребность СПГ, м³;
 $V_{снг}$ – суточная производительность АГНКС, м³.
 Годовые расходы на заработную плату (ЗП):

$$ЗП = k \cdot ЗП_1 \cdot (1 + 0,01 \cdot НЗ) \cdot (1 + 0,01 \cdot НВ) \cdot (1 + 0,01 \cdot П) \cdot 12, \quad (4.16)$$

где k – количество работников;
 $ЗП_1$ – средняя заработная плата одного работника, у.е./месяц;
 $НЗ$ – начисления на фонд заработной платы, %;
 $П$ – прибыль предприятия, %;
 $НВ$ – накладные расходы, %.

Размер экономического эффекта от применения СПГ для нужд собственной техники

$$R = C_{дт} \cdot (1 - \lambda) \cdot \sum_{i=1}^n (B_i \cdot m_i \cdot t_i) - C_{СПГ} \cdot \sum_{i=1}^n (B_{СПГ_i} \cdot m_i \cdot t_i) - Z_{агнкс}, \quad (4.17)$$

где $C_{дт}$ – цена дизельного топлива, у.е./кг;
 B_i – часовой расход дизельного топлива i -го типа техники, кг/ч;
 m – количество техники i -го типа; $i = 1, 2, \dots, n$;
 n – количество видов техники;
 t_i – годовое наработки техники i -го типа;
 $C_{снг}$ – цена СПГ, у.е./м³;
 $B_{снги}$ – часовой расход СПГ i -м типом техники, м³/ч;
 λ – доля запальной дозы дизельного топлива, $\lambda = 0,3$;
 $Z_{агнкс}$ – годовые эксплуатационные затраты на комплекс заправки.

Цена СПГ может быть определена с помощью уравнения

$$C_{СПГ} = C_{ПГ} + \frac{EB}{\varphi \cdot V_{КС} \cdot 365}, \quad (4.18)$$

где $C_{ПГ}$ – отпускная цена природного газа в газотранспортной сети, у.е./м³.
 Тогда выражение для индекса доходности

$$PI = \frac{R}{\sum_{i=1}^n C_i \cdot m_i + k \cdot C_{нагз} + C_{агнкс}} \cdot \sum_{j=1}^T \left(1 + \frac{g}{100}\right)^{-j}. \quad (4.19)$$

где g – ставка дисконтирования, %.

При выполнении проекта по внедрению комплекса по заправке техники СПГ возможны следующие виды рисков:

- риск изменения экономической политики государства (изменение в налогообложении, введение лицензирования, квота на соответствующий вид деятельности и т.д.). Способ минимизации: гибкая система реагирования на изменения в государственной политике;

- риск увеличения срока выхода на запланированный объем производства и реализации услуг. Способ минимизации: активная маркетинговая политика (постоянный поиск новых рынков сбыта, партнеров и т.д.), страхование риска, организация при АГНКС пунктов сервиса и переоборудование автомобилей на СПГ;

- риск отключения подачи газа. Способ минимизации риска: своевременное выполнение обязательств перед поставщиком газа;

- риск изменения цен. Оценивается как «средний». Способ минимизации: увеличение объемов приобретения газа и получения скидок при его закупке.

Общий уровень риска по проекту оценивается как «ниже среднего».

Загрузка АГНКС существенно влияет на себестоимость СПГ. Расчеты показывают, а практика подтверждает, что использование собственных АГНКС позволяет заметно снизить стоимость СПГ. Так, применение АГНКС «СКИФ-3» при загрузке более 0,26 позволяет производить компримированный природный газ с себестоимостью меньше, чем отпускные цены существующей сети АГНКС (рис. 4.7).

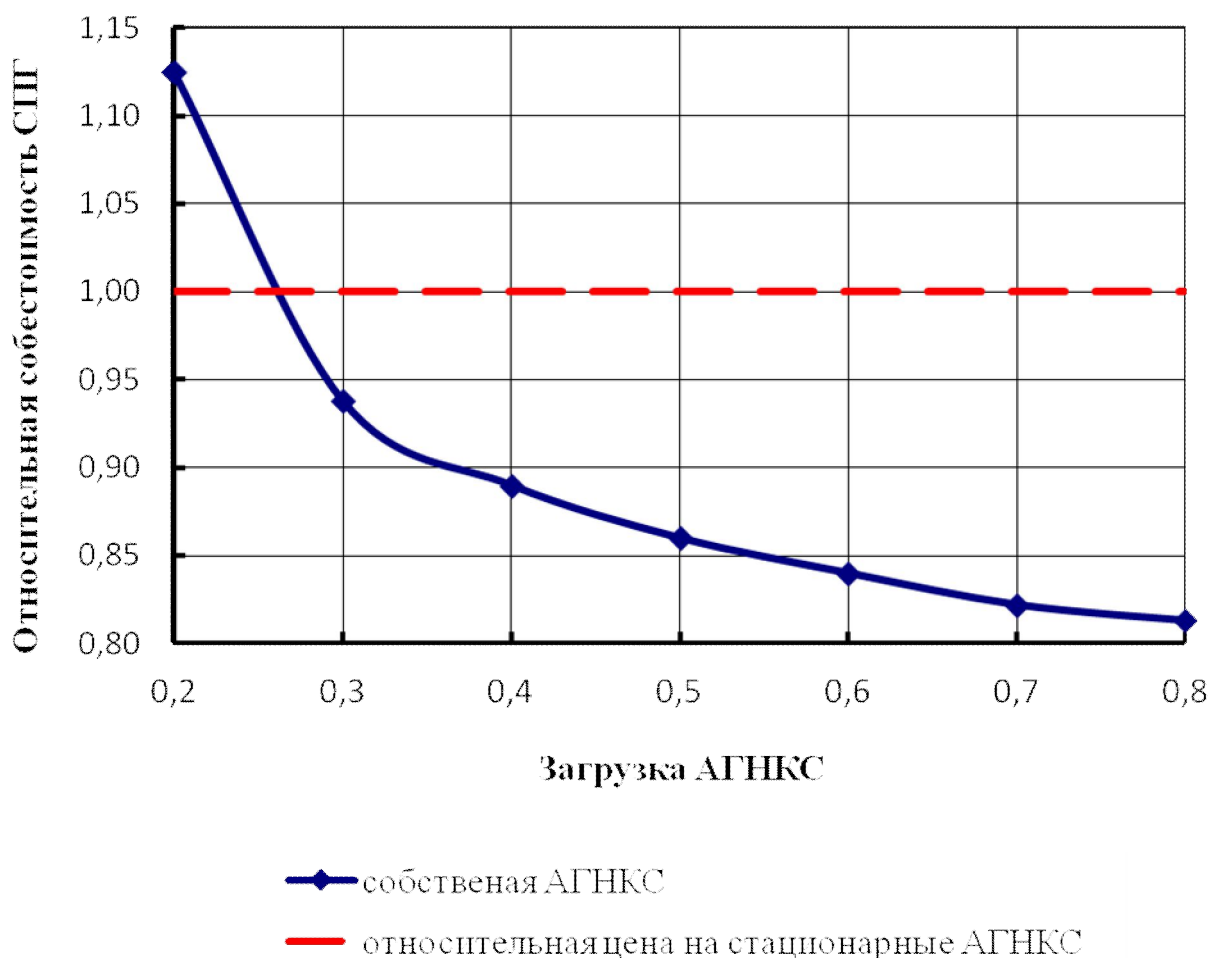
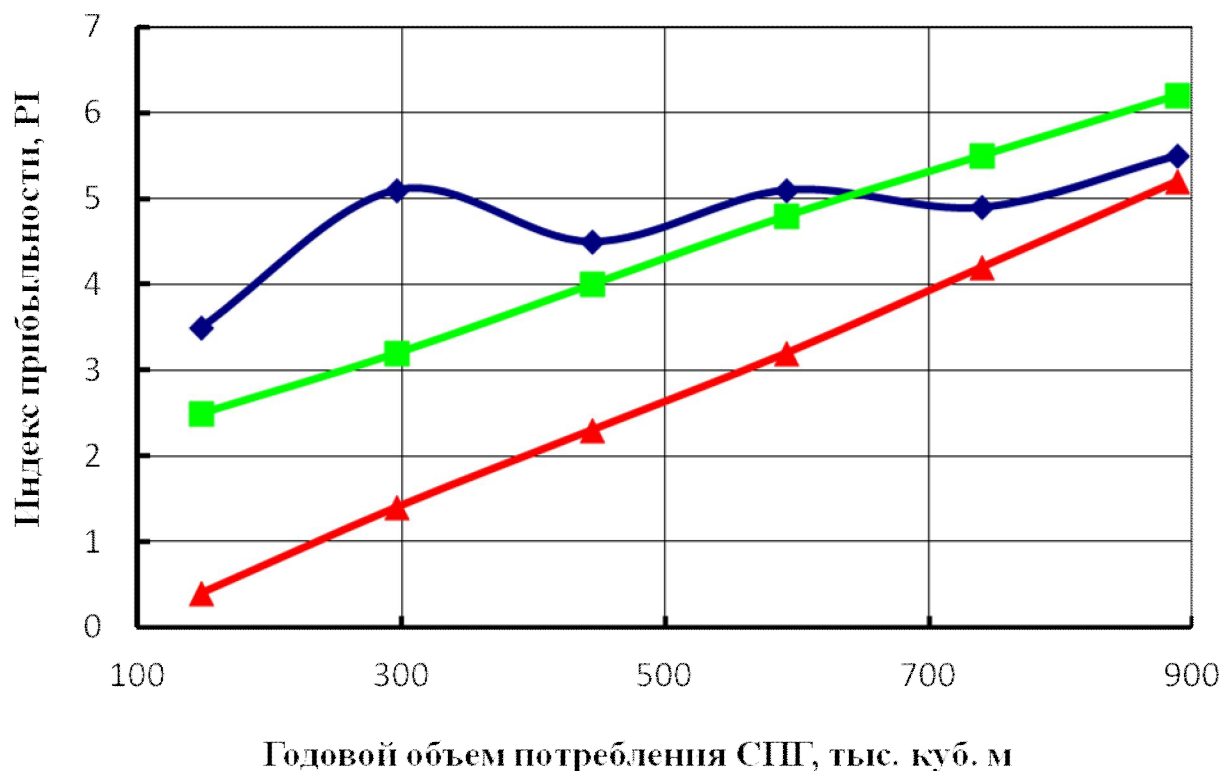


Рис. 4.7. Зависимость себестоимости сжатого природного газа от загрузки автомобильной газонаполнительной компрессорной станции

На основании приведенной экономико-математической модели проведем анализ эффективности применения заправочного комплекса в составе АГНКС «СКИФ-3» и заправщика ПАГЗ-1500-25 для аграрного формирования. Рассматривался три вариант:

1. использование ПАГЗ;
2. использование ПАГЗ и АГНКС для собственных потребностей;
3. использование ПАГЗ и АГНКС и реализация избытков СПГ внешним потребителям.

Третий вариант связан с тем, что аграрное формирование не в состоянии загрузить АГНКС в достаточном объеме за счет собственной техники. А это существенно влияет на экономическую эффективность предложенных решений.



- ◆ использование ПАГЗ
- использование АГНКС для собственных нужд
- ▲ использование АГНКС для собственных и внешних потребителей

Рис. 4.8 Зависимость индекса доходности от годового объёма использования природного газа

Проект по применению ПАГЗ для обеспечения тракторов СПГ имеет индекс доходности 3 при годовом потреблении СПГ не менее 90 тыс м³. Применение АГНКС, даже при реализации сжатого газа как для собственных потребностей, так и для других потребителей, имеет аналогичный показатель индекса прибыльности при загрузке комплекса на 80% при реализации не менее 240 тыс. м³.

Таким образом, применение ПАГЗ для обеспечения СПГ только собственной сельскохозяйственной техники более экономически целесообразно. Использование АГНКС становится целесообразным при объёмах реализации СПГ не менее 600...800 тыс. м³. Поэтому, экономически целесообразно применение АГНКС для крупных предприятий или при реализации избытков СПГ внешним потребителям.

ГЛАВА 5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТОПЛИВА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЕ

5.1. Производство и использование биотоплива для дизельных двигателей

В качестве топлив для дизельных двигателей могут использоваться растительные масла как в необработанном виде, так и в виде метиловых эфиров растительных масел. Последний вид топлива имеет еще несколько названий, которые являются синонимами: биодизель, дизельное биотопливо и биодизельное топливо. В мире наиболее популярным стандартом на биодизельное топливо является Европейский – EN 14214: 2003.

В настоящее время биодизель является одним из наиболее распространенных биотоплив в мире. Согласно стандартам большинства стран мира, к биологическим дизельным топливам относятся метиловые эфиры растительных масел, которые получают из рапсового, пальмового, соевого, подсолнечного, кукурузного, арахисового и других масел. Для этого могут использоваться и животные жиры.

Выход биотоплива на гектар для различных сельскохозяйственных культур широко варьируется в зависимости от вида сырья, страны и системы производства. Это объясняется разницей в урожайностях культур и выходом из них биотоплив (табл 5.1).

Таблица 5.1

Выход биотоплива по видам сырья и странам

Сельскохозяйственная культура	Страна	Урожайность, т/га	Выход биотоплива, л/т	Выход биотоплива, л/га
Пальмовое масло	Индонезия	17,8	230	4092
Соя	США	2,7	205	552
Рапс	ФРГ	4,1	420	1722

Как правило, себестоимость производства биодизеля выше, чем нефтяных топлив. Так, например, по состоянию на 2010 год, себестоимость производства в Германии составляла, EUR/л: дизельное топливо – 0,45; биодизель – 0,84.

В странах ЕС в силу особенностей природно-климатических условий, приоритетное значение имеет рапсовое масло. На его долю приходится более 80% дизельного биотоплива (рис. 5.1).

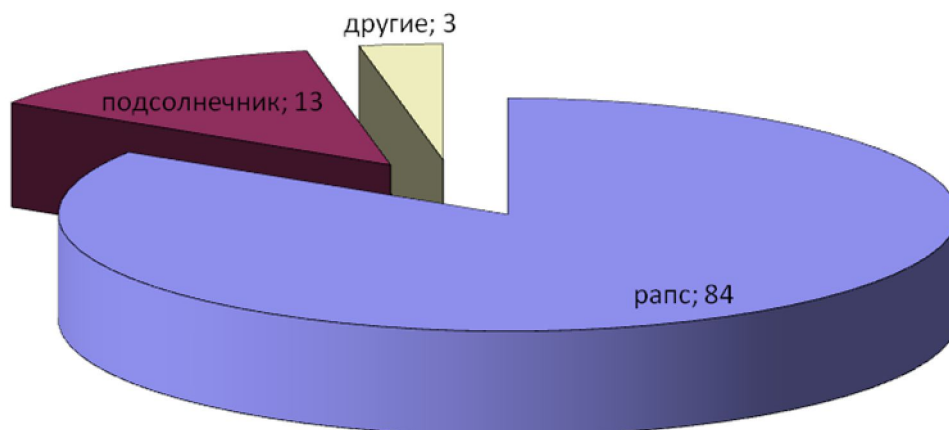


Рис. 5.1. Доля масленичных культур в производстве дизельного биотоплива в странах ЕС (%)

Наибольшее количество дизельного биотоплива производится и используется в Германии и США (рис. 5.2). Это достигнуто благодаря государственной политике, направленной на увеличение использование возобновляемых источников энергии.

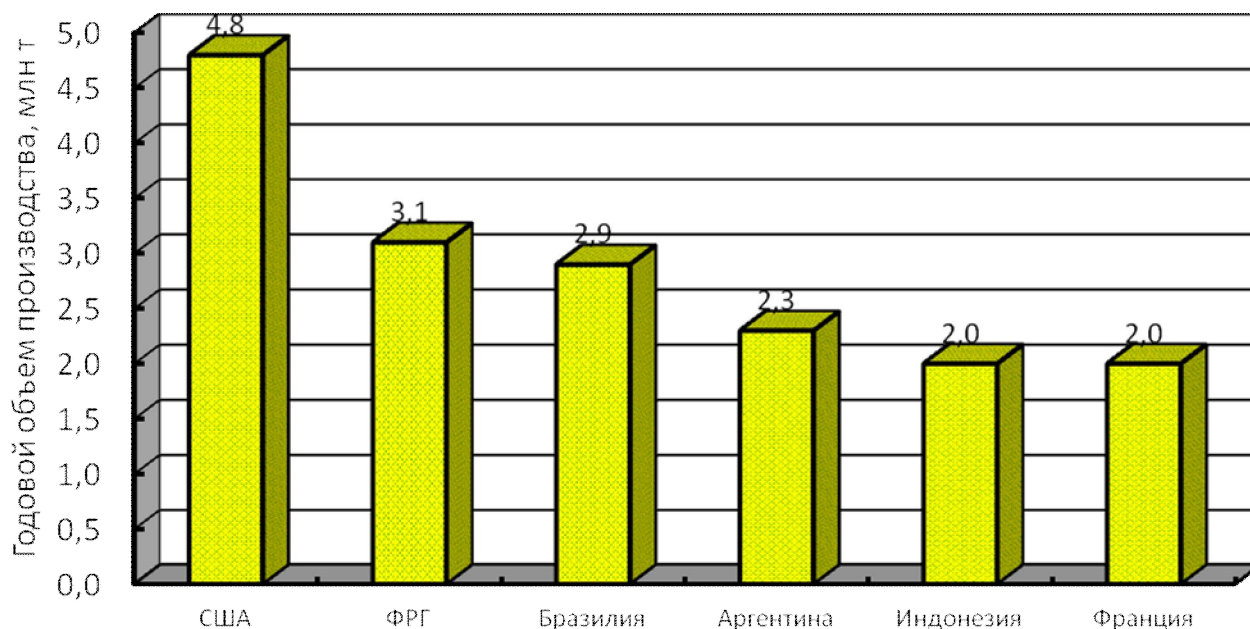


Рис. 5.2. Наиболее крупные производители биодизеля в 2013 году

Крупнейшей страной-экспортером биодизеля является Аргентина. Последние годы ее часть на внешнем рынке составляет 50...60 %.

На коммерческую основу производство биодизельное топливо было поставлено в начале 90-х годов XX века, прежде всего в тех странах, которые

оценили реальные долговременные выгоды от его применения и приняли соответствующие государственные решения по его внедрению. В своих последних директивах Евросоюз принял план, согласно которому доля биотоплива, используемого европейским автопарком, должна постоянно расти. Основной причиной, по которой Евросоюз ввел такие жесткие требования, стал рост обеспокоенности населения экологическими проблемами (загрязнение воздуха больших городов и глобальное потепление, основной причиной которого ученые называют интенсивное использование человеком ископаемого топлива). Кроме того добавилась еще одна – желание обеспечить энергонезависимость стран-членов ЕС.

Организация производства биотоплива является перспективным направлением для уменьшения энергетической зависимости от поставщиков нефти и природного газа. Использование биотоплива уменьшает антропогенную нагрузку на окружающую среду, сохраняет природные ресурсы за счет переработки возобновляемого сельскохозяйственного сырья и отходов перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса.

5.2. Преимущества и недостатки использования дизельного биотоплива

Использование биодизеля в качестве моторного топлива снижает эмиссию практически всех вредных веществ, а именно:

- ✓ выбросы углеводородов в сравнении с нефтяным аналогом сокращаются на 56%;
- ✓ твердых частиц – на 55%;
- ✓ оксидов углерода – на 43%;
- ✓ оксидов азота – на 5-10%;
- ✓ сажи – на 60%.

При его сгорании выделяется такое же количество углекислого газа, которое было потреблено из атмосферы растениями, которые являются сырьем для производства масла. В чистом биодизельном топливе присутствуют не более 15 ppm (промилле) серы, и оно не включает в себя ароматических соединений. Благодаря естественному происхождению биодизельное топливо является менее токсичным, чем нефтяное, и при попадании в почву или воду не вредит ни растениям, ни животным.

Кроме того, биотопливо подвержено практически полному биологическому распаду: в почве или в воде микроорганизмы за 28 дней перерабатывают 99 % биодизеля, что способствует минимизации загрязнения рек и озер.

Эфиры растительных масел хорошо смешиваются с нефтяным дизельным топливом, при этом отсутствует расслоение даже при наличии растворенной воды.

Среди других **положительных качеств** биодизеля можно выделить следующие:

- **хорошие смазочные свойства**, которые превосходят традиционное

нефтяное топливо, при устранении из него сернистых соединений. Биодизель, несмотря на значительно меньшее содержание серы, благодаря своему химическому составу (в частности, наличие кислорода), имеет лучшие смазочные свойства;

- **высокое цетановое число;**
- **высокая температура вспышки** (выше 150 °С), что делает биотопливо сравнительно безопасным;
- **высокая полнота сгорания** благодаря присутствию кислорода (10 %);
- **значительное (до 60%) увеличение ресурса двигателя.** Так, в Книгу рекордов Гиннеса в 2005 г. было занесено, что грузовой автомобиль проехал на биодизеле В100 без ремонта оригинального двигателя более 1,25 млн км.

Таблица 5.2

Возможные неисправности двигателя и топливной системы при работе на биодизельном топливе

Составляющие и характеристики топлива	Действие	Неисправность
Метиловые эфиры жирных кислот	Вызывает высыхания, затвердевания и разрушения резиновых изделий, попадания в масло двигателя.	Протекания топлива. Частая смена масла двигателя.
Свободный метанол	Коррозия алюминия и цинка	Коррозия топливной аппаратуры.
Свободный глицерин	Коррозия цветных металлов. Образование осадка на подвижных частях и на лакокрасочном покрытии.	Засорение фильтров. Засорение сопел топливных форсунок.
Моно- и диглицериды	Такая же, как и глицерина.	
Свободные жирные кислоты	Образование электролита и ускорения коррозии цинка. Образование солей органических кислот. Образование органических соединений.	Коррозия топливной аппаратуры. Засорение фильтра. Откладывание осадка на деталях.
Увеличение плотности топлива	Увеличение давления впрыска.	Уменьшение ресурса топливной аппаратуры.
Большая вязкость при низкой температуре	Жесткие условия работы топливного насоса высокого давления (ТНВД). Повышенный износ деталей.	Повышенный износ деталей ТНВД. Ухудшение показателей впрыска топлива. Необходимость применения депрессорных присадок.

Высокомолекулярные органические кислоты	Такая же, как и свободных жирных кислот.	Коррозия топливной аппаратуры. Засорение фильтра. Откапливание осадка на деталях.
Продукты полимеризации	Откапливание осадка	Засорение фильтра.

Биодизель имеет и **недостатки**, к числу которых можно отнести:

➤ **меньшая низшая теплота сгорания**, а как следствие этого больший почасовой и удельный эффективный расход по сравнению с нефтяным топливом. В среднем один литр биодизеля эквивалентен 0,94 л обычного дизельного топлива;

➤ **относительно высокая температура помутнения**. В холодное время года необходимо или подогревать биотопливо, поступающего из топливного бака в топливный насос, или работать на топливных смесях с допустимым содержанием биодизеля;

➤ **агрессивность по отношению резиновым деталям**.

Использование метиловых эфиров растительных масел может вызвать ряд неисправностей двигателя, которые обусловлены химическими свойствами топлива. Так, коррозию топливной аппаратуры вызывают свободный метанол и жирные кислоты, высокомолекулярные органические кислоты. Повышенная плотность и вязкость биотоплива приводят к уменьшению ресурса топливной аппаратуры. Кроме того, резиновые изделия подвержены высыханию, затвердению и разрушению (табл. 5.2).

5.3. Основные физические свойства растительных биотоплив

Растительные масла являются жирами семян или плодов различных растений, получаемыми прессованием или извлечением с использованием растворителей.

Растительные масла при нормальных условиях могут находиться в твердом состоянии, но чаще они представляют собой маслянистые жидкости с повышенными по сравнению с дизельным топливом плотностью (обычно $\rho = 900 \dots 1000 \text{ кг/м}^3$), кинематической вязкостью ($\nu = 60 \dots 100 \text{ мм}^2/\text{с}$, при $t = 20^\circ\text{C}$ и $\nu = 30 \dots 40 \text{ мм}^2/\text{с}$ при $t = 40^\circ\text{C}$) и сравнительно невысокой температурой самовоспламенения (табл. 5.3).

Жирные кислоты, являющиеся основным компонентом растительных масел, представляют собой высокомолекулярные кислородсодержащие соединения с углеводородным основанием. Поэтому все растительные масла являются горючими и могут применяться в качестве моторных топлив. Низкая испаряемость и высокая вязкость растительных масел исключают их использование в бензиновых двигателях. Но они могут успешно применяться в качестве топлива для дизельных двигателей. Этому способствуют сравнительно невысокая термическая стабильность растительных масел и приемлемая температура их самовоспламенения, равная $t_b = 280 \dots 320^\circ\text{C}$ и лишь немного превышающая температуру самовоспламенения дизельных топлив ($t_{св} = 230 \dots 300^\circ\text{C}$). При этом цетановое число ЦЧ различных растительных масел

изменяется в пределах от 33 до 50 единиц (табл. 5.3), что сопоставимо с цетановым числом дизельных топлив (ЦЧ = 40...55).

Особенностью растительных масел является наличие в их составе достаточно большого количества кислорода (от 8 до 12 %). Это приводит к некоторому снижению их теплоты сгорания. Так, низшая теплота сгорания растительных масел составляет 36...39 МДж/кг против 42...43 МДж/кг у дизельных топлив. Но присутствие в растительных маслах кислорода значительно улучшает экологические свойства этих топлив.

Таблица 5.3

Физико-химические свойства растительных масел.

Физико-химические свойства	Масла							
	рапсовое	арахисовое	подсолнечное	соевое	пальмовое	оливковое	хлопковое	касторовое
Плотность при 20° С, кг/м ³	916	917	923	924	918	914	919	1069
Вязкость кинематическая, мм ² /с при:								
20° С	75,0	81,5	65,2	-	-	-	-	-
40° С	36,0	36,5	30,7	32,0	-	-	-	-
100° С	8,1	8,3	7,4	7,7	8,6	8,4	7,7	19,9
Цетановое число	36	37	33	50	49			-
Теплота сгорания низшая, МДж/кг	37,3	37,0	37,0	36-39	37,1	-	-	-
Температура самовоспламенения, °С	318	-	320	318	315	285	316	296
Температура застывания, °С	-20		-16	-12	+30	-12	-18	-27
Содержание серы, %	0,002							
Кислотность, мг КОН / 100 мл топлива	4,66		2,14	0,03	0,17	5,90	0,23	0,19
Коксуемость 10 %-ного остатка, %, не более	0,40		0,51	0,44		0,20	0,23	

Примечание: «-» – свойства не определялись

Использование растительных масел в чистом виде в качестве топлива для дизелей сдерживается повышенным нагарообразованием – отложением кокса на распылителях форсунок и других деталях, образующих камеру сгорания. Увеличению нагарообразования способствует наличие в растительных маслах смолистых веществ. Если дизельные топлива по ГОСТ 305-82 имеют коксуемость 10 %-ного остатка, не превышающую 0,3%, то коксуемость

большинства растительных масел обычно составляет 0,4-0,5% (табл. 5.3). Для снижения коксуемости растительных масел необходима их очистка от смолистых веществ, а также применение мероприятий, снижающих коксообразование в условиях камеры сгорания дизеля (периодическая работа на высокофорсированных режимах, периодическая подача водотопливных эмульсий через распыливающие отверстия и др.).

Недостатком растительных масел, используемых в качестве топлив для дизельных двигателей, является высокая температура их застывания, обусловленная, главным образом, наличием в их составе насыщенных жирных кислот. Наилучшие низкотемпературные свойства имеют рапсовое и льняное масла (температура застывания $t_3 = -20$ °С), хлопковое ($t_3 = -18$ °С) и подсолнечное ($t_3 = -16$ °С) масла.

Важным свойством растительных масел является способность смешиваться в любых пропорциях с большинством органических растворителей (в том числе и с нефтепродуктами – бензином и дизельным топливом). Следует отметить и хорошую совместимость различных растительных масел между собой. Этанол и метанол растворяют масла ограниченно. При нагреве растворимость рапсового масла в этих продуктах возрастает. Это свойство растительных масел позволяет получать моторные топлива с заданными физико-химическими свойствами путем смешивания различных компонентов в требуемых пропорциях.

Таблица 5.4

Физико-химические свойства топлив, вырабатываемых из растительных масел

Физико-химические свойства	метилового эфира рапсового	этилового эфира рапсового масла	метилового эфира соевого масла	метилового эфира пальмового масла
Плотность при 20° С, кг/м ³	877	895	884	870
Вязкость кинематическая, мм ² /с при:				
20° С	8,0	32,0		
40° С	2,5	-	4,1	4,5
Цетановое число	48	-	46	62
Теплота сгорания низшая, МДж/кг	37,8	36,8	-	40,1
Температура самовоспламенения, °С	230	-	141	174
Температура застывания, °С	-21	-	-1	-
Содержание серы, % (масс.)	0,002	-	0,005-0,01	-

Коксуемость 10 %-ного остатка, %, не более	0,3	0,3	-	-
--	-----	-----	---	---

Примечание: «-» – свойства не определялись

Растительные масла имеют физико-химические свойства, заметно отличающиеся от свойств дизельных топлив. Поэтому в дизелях предпочтительнее использовать продукты переработки растительных масел – их рафинады, этиловые и метиловые эфиры этих масел. Так, метиловый эфир рапсового масла имеет основные физико-химические свойства, которые лишь незначительно отличаются от нефтяных дизельных топлив. Это касается таких важных показателей как плотность, кинематическая вязкость, цетановое число и низшая теплота сгорания (табл. 5.4).

5.4. Основные эксплуатационные свойства растительных биотоплив

Отличия физических свойств растительных масел и топлив на их основе от свойств стандартных дизельных топлив оказывает влияние на протекание рабочих процессов дизельных двигателей. В первую очередь это относится к процессам топливоподачи и смесеобразования. Эти процессы, в значительной степени определяются такими физическими свойствами топлива как плотность, вязкость, сжимаемость и поверхностное натяжение.

По сравнению с дизельным топливом растительные масла (в частности, рапсовое масло), отличаются повышенной плотностью ρ . Так, если дизельное топливо марки Л для быстроходных дизелей при температуре $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ имеет плотность $\rho = 820 \dots 840\text{ кг/м}^3$, то рапсовое масло (РМ) (рис. 5.3) – $\rho = 910\text{ кг/м}^3$. При этом РМ отличается меньшей зависимостью плотности от температуры, чем у дизельного топлива (ДТ). Так, если с повышением температуры на $\Delta t = 10\text{ }^\circ\text{C}$ плотность дизельного топлива марки Л уменьшается примерно на $\Delta \rho = 7,0\text{ кг/м}^3$, то у РМ – на $\Delta \rho = 6,5\text{ кг/м}^3$ (характеристика 1 на рис. 5.3). Поэтому в камере сгорания (КС) дизеля разность плотностей ДТ и РМ оказывается большей, чем при нормальных условиях. Несколько большую плотность имеют соевое масло (рис. 5.3). Зависимости плотности от температуры у кукурузного и кокосового масел близки к соевому маслу.

Меньшую плотность по сравнению с растительными маслами имеют их эфиры. В частности, при температуре $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ плотность РМ составляет $\rho = 910\text{ кг/м}^3$, а метиловый эфир рапсового масла имеет плотность $\rho = 884\text{ кг/м}^3$ (рис. 5.4). Еще большее приближение к плотности ДТ может быть достигнуто при использовании смесей МЭРМ с ДТ (рис. 5.4).

Растительные масла, отличаются повышенной вязкостью, превышающую вязкость стандартных дизельных топлив. При нормальных атмосферных условиях кинематическая вязкость дизельного топлива марки Л ($\nu = 3 \dots 4\text{ мм}^2/\text{с}$) на порядок ниже вязкости рапсового масла. Так, при $t = 24\text{ }^\circ\text{C}$ вязкость РМ равна $\nu = 79\text{ мм}^2/\text{с}$ (рис. 5.5). Вместе с тем, при более высоких температурах, характерных для систем топливоподачи транспортных дизелей (при

температуре окружающего воздуха $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура топлива в системе топливоподачи составляет около $t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$), вязкость РМ резко падает и при $t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет примерно $\nu = 40\text{ мм}^2/\text{с}$ (рис. 5.5).

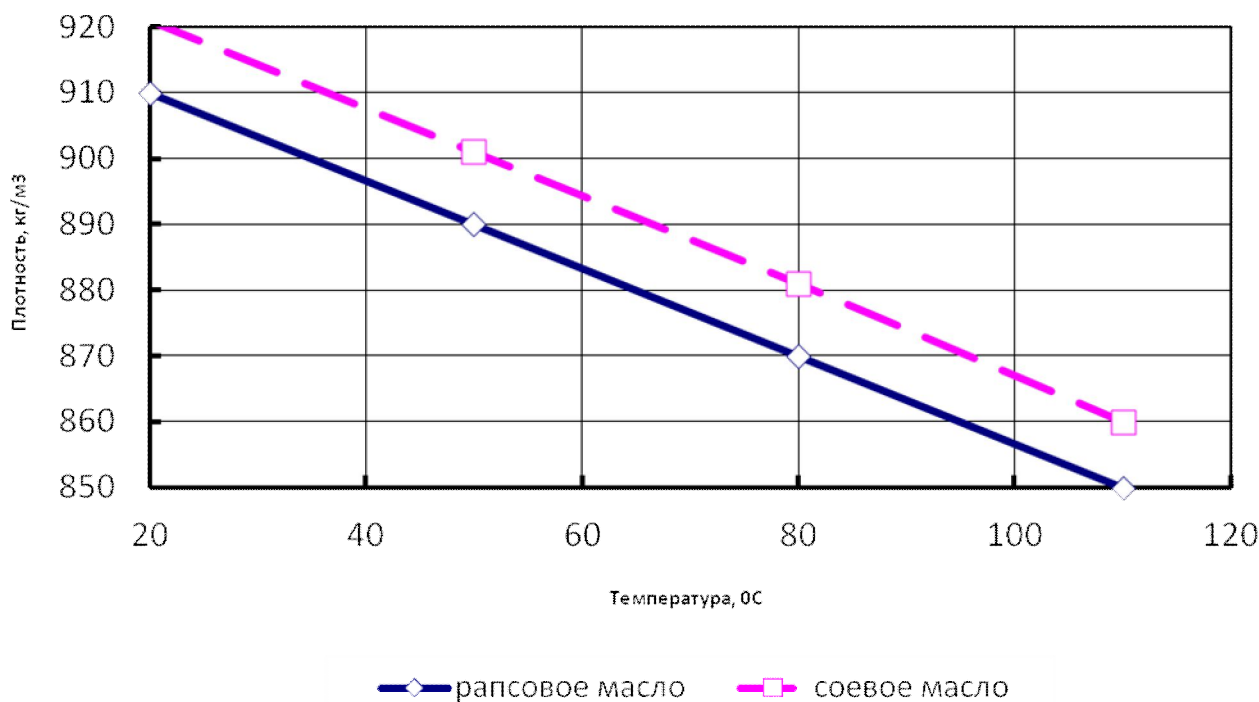


Рис. 5.3. Зависимость плотности растительных масел от температуры:
1 – рапсовое масло; 2 – соевое масло

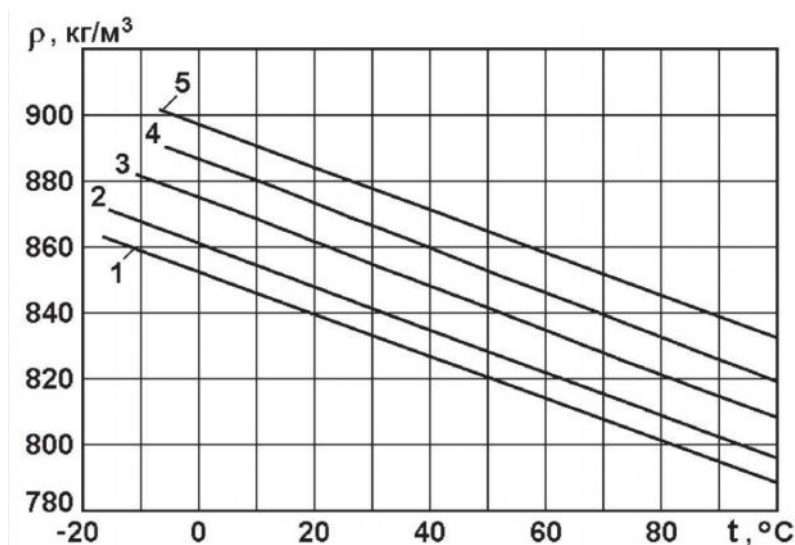


Рис. 5.4. Зависимость плотности смесей дизельного топлива (ДТ) с метиловым эфиром рапсового масла (МЭРМ) от температуры:
1 – ДТ; 2 – 80 % ДТ + 20 % МЭРМ; 3 – смесь 50 % ДТ + 50 % МЭРМ; 4 – 25 % ДТ + 75 % МЭРМ; 5 – МЭРМ

Несколько меньшие значения вязкости имеют соевое и кокосовое масла (рис. 5.5). Однако и эти значения вязкости растительных масел является

слишком высокими, что затрудняет их прокачивание по магистралям системы топливоподачи и организацию процесса подачи растительных масел в камеру сгорания дизеля.

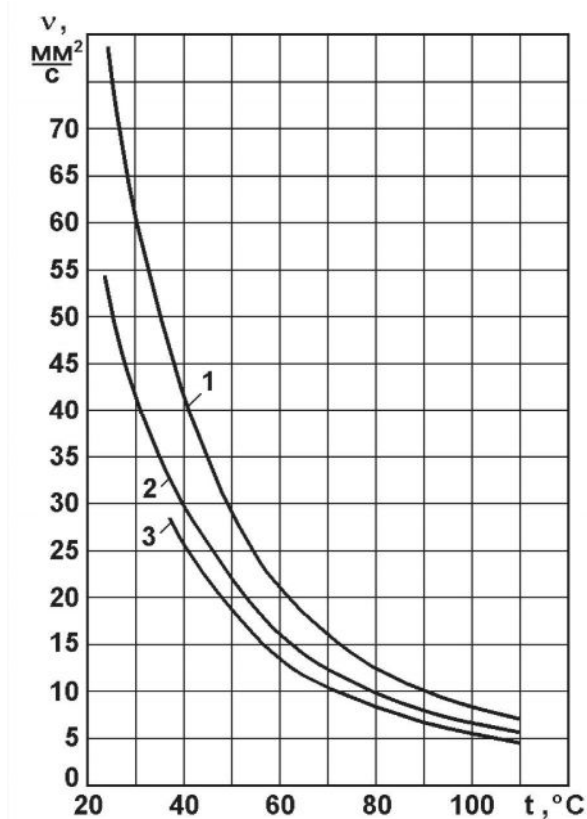
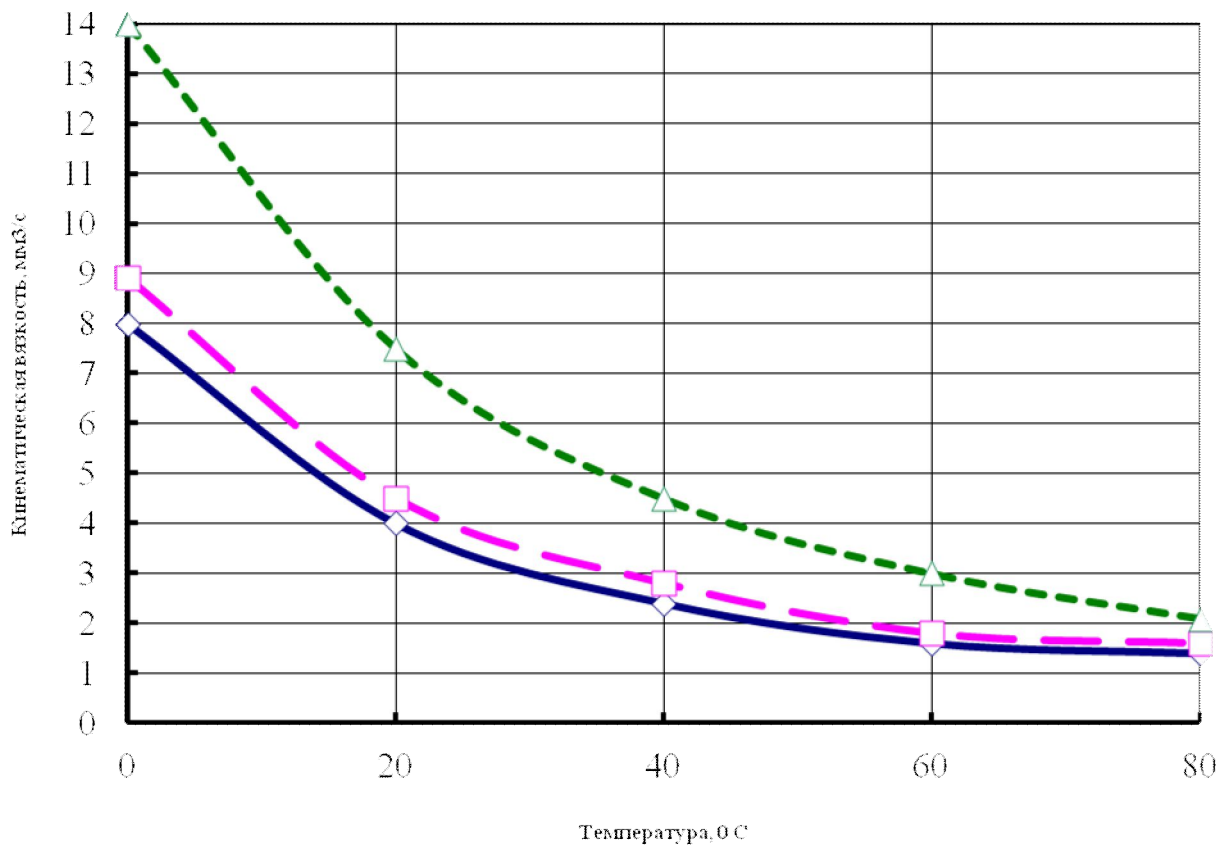


Рис. 5.5. Зависимость кинематической вязкости растительных масел от температуры:

1 – рапсовое масло; 2 – соевое масло; 3 – кокосовое масло

Значительного снижения вязкости можно достичь при переходе от растительных масел к их эфирам. При производстве эфиров растительных масел путем их переэтерификации из молекул ацилглицеридов удаляются излишки глицерина, что приводит к снижению вязкости получаемых топлив. В результате эти эфиры имеют вязкость, заметно меньшую вязкости самих масел. В частности, при температуре $t = 20^{\circ}\text{C}$ вязкость метилового эфира рапсового масла примерно составляет $v = 7 \text{ мм}^2/\text{с}$ (рис. 5.6). Это на порядок меньше, чем вязкость растительных масел, но в 1,5-2,0 раза выше вязкости нефтяных дизельных топлив. Требуемое значение вязкости можно получить при смешивании МЭРМ с дизельным топливом (рис. 5.6).



◆ — дизельное топливо (ДТ)
□ — 80% ДТ + 20% МЭРМ
▲ — МЭРМ

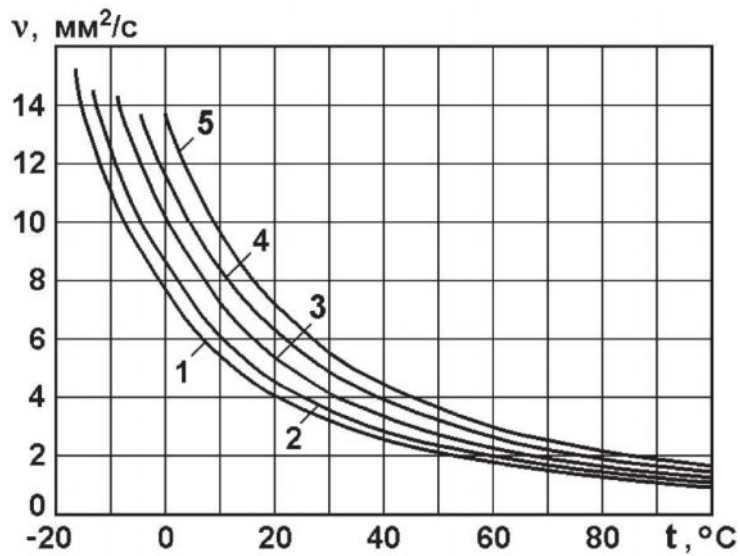


Рис. 5.6. Зависимость кинематической вязкости смесей дизельного топлива (ДТ) с метиловым эфиром рапсового масла (МЭРМ) от температуры:
 1 – ДТ; 2 – 80 % ДТ + 20 % МЭРМ; 3 – смесь 50 % ДТ + 50 % МЭРМ; 4 – 25 % ДТ + 75 % МЭРМ; 5 – МЭРМ

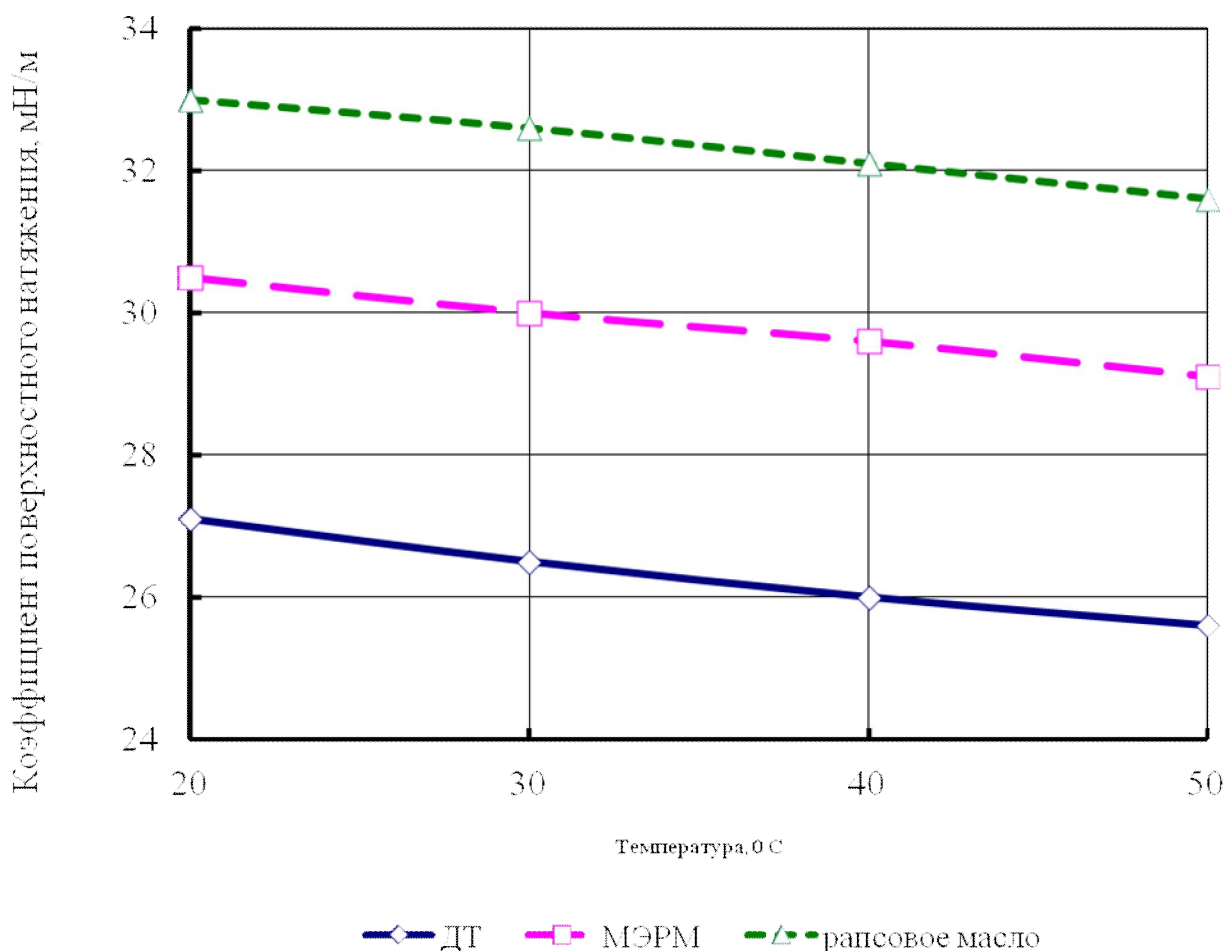


Рис. 5.7. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения топлив от температуры:

1 – дизельное топливо; 2 – метиловый эфир рапсового масла; 3 – рапсовое масло

Гидрообработанные растительные масла как возобновляемое дизельное топливо

Гидроочистка растительных масел представляет собой современный способ производства высококачественного биодизельного топлива. Этот вид топлива можно без ограничений применять в двигателях. Он носит название «возобновляемое дизельное топливо» вместо термина «биодизель», который зарезервирован для метиловых эфиров растительных масел (МЭРМ). В англоязычных странах для этого топлива применяют сокращенное название HVO.

HVO представляют собой смеси парафиновых углеводородов и свободных от серы ароматических соединений. Этот вид топлива характеризуется высоким цетановым числом, остальные свойства близки к свойствам дизельного топлива (табл. 5.5).

Таблица 5.5

Свойства альтернативных и возобновляемых топлив для дизелей

Показатель	Летнее дизельное топливо EN 590	МЭРМ	HVO
Плотность при 15°C (кг/м ³)	835	885	775...785
Вязкость кинематическая при 40°C (мм ² /с)	3,5	4,5	2,5...3,5
Цетановое число	53	51	80...90
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	42,7	37,5	44,0
Низшая теплота сгорания, МДж/л	35,7	33,2	34,4
Содержание кислорода, %	0	11	0
Содержание серы, мг/кг	<10	<10	<10

Источник: Mikkonen, S., Second-generation renewable diesel offers advantages. Hydrocarbon Processing, 87(2008)2, p. 63-66.

Качество МЭРМ, как известно, зависит от свойств используемого сырья. HVO может производиться из различных видов растительных масел без снижения качества топлива. Для его изготовления можно использовать различные масличные культуры: рапс, подсолнечник, сою и т.д. Может быть использовано и пальмовое масло. Ведутся работы по разработке технологий для переработки такого сырья как ятрофа и водоросли. Отходы животных жиров также могут быть использованы в качестве сырья для производства HVO.

Первый завод по производству HVO мощностью 170 000 тонн в год был запущен летом 2007 года в г. Порвоо (Финляндия). Эта технология, известна под маркой «NExBTL». Во всем мире еще несколько заводов HVO находятся в эксплуатации и в стадии на строительства. Их единичные мощности достигают 800 000 тонн в год. Производство этого вида топлива в странах ЕС превышает 1,5 млн т в год (рис. 5.8). Для сравнения, годовое потребление странами ЕС дизельных биотоплив в 2015 году превысило 10 млн т.

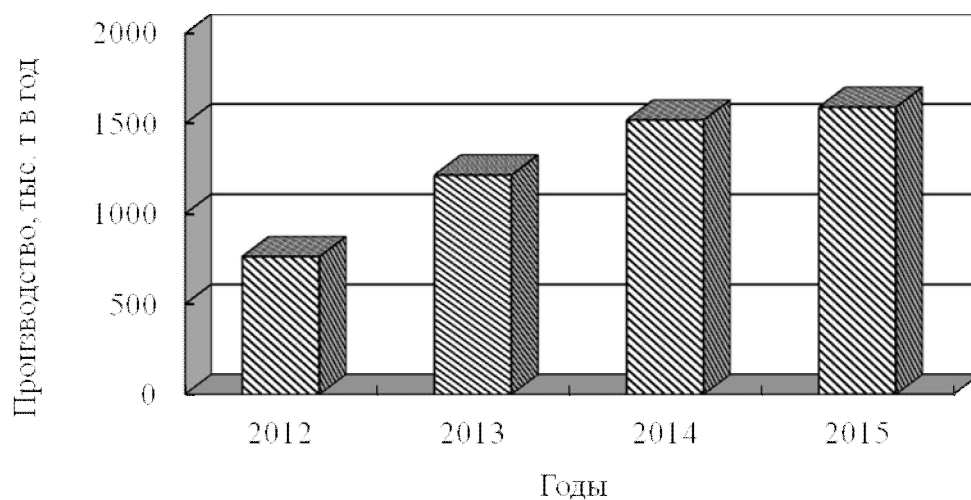


Рис. 5.8. Динамика производства НВО в странах ЕС

По имеющимся планам, часть биокomпонентов в топливах для дизельных двигателей должно увеличиваться за счет НВО (рис. 5.9). Оно может применяться как добавка к минеральному топливу, или в чистом виде.

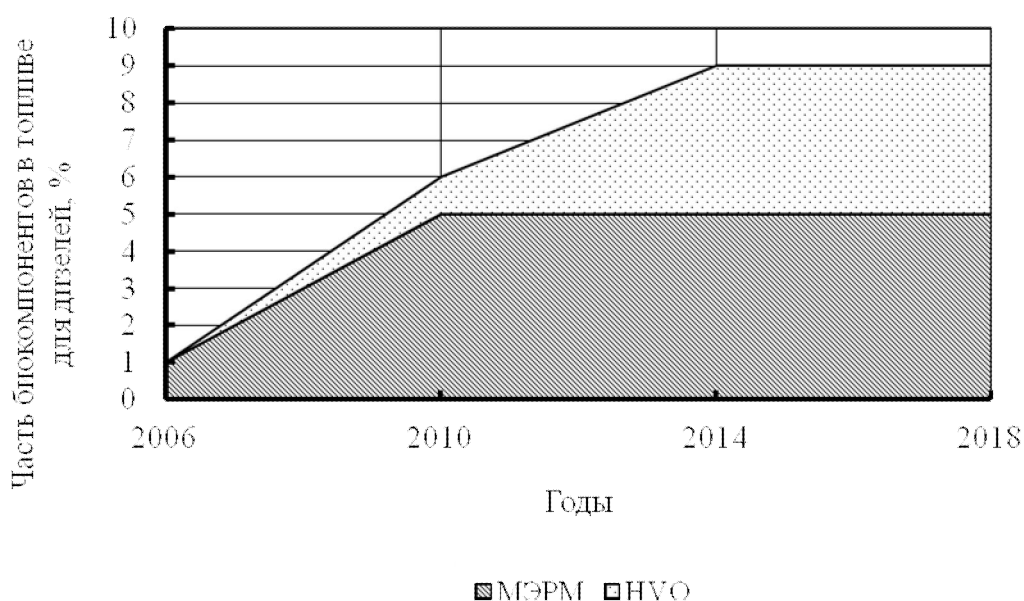


Рис. 5.9. Часть биокomпонентов в топливах для дизельных двигателей

Применение НВО приводит к улучшению экологических показателей дизелей. Так, выбросы оксидов азота уменьшаются на 7...14 %, угарного газа – 5...78 %, твердых частиц – 28...46 %.

5.5. Адаптация автотракторных двигателей для работы на биотопливе

Незначительные затраты на адаптацию автотракторной техники к применению биодизельного топлива в обычном двигателе при использовании существующих систем технического обслуживания, средств транспортировки и заправки топливом способствует успешному применению его в сельском хозяйстве.

Физические свойства метиловых эфиров растительных масел мало отличаются от нефтяного дизельного топлива. Поэтому их применение не вызывает больших сложностей. Метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ) по своим физико-химическим характеристикам ближе к дизельному топливу. При использовании МЭРМ не нужен подогрев топлива, а при его сгорании меньше образуются отложения на деталях цилиндропоршневой группы. Качество МЭРМ нормируется европейским стандартом EN 14.214.2003 (Е).

Это привело к тому, что в дизелях, как правило, сегодня применяют метиловые эфиры растительных масел. Так, например, ФРГ их доля составляет 96 %.

Ведущие мировые фирмы по производству сельскохозяйственной техники, в том числе Massey Ferguson, Deutz, Fendt, Lamborghini, Steyer, New Holland, John Deere, Claas и ряд других, подтвердили возможность применения биодизельного топлива. Однако применения растительных масел и их смесей с нефтяным дизельным топливом требуют модернизации топливной смеси.

Свойства растительных масел существенно отличаются от стандартного дизельного топлива. Поэтому применяются следующие способы их использования в дизелях:

- ❖ проектирование двигателей, адаптированных к работе на растительных маслах;
- ❖ применение смесевых топлив;
- ❖ модернизация топливных систем для обеспечения в необходимых параметрах биотоплива или их смеси с нефтяным дизельным топливом.

Наиболее простой и доступный способ использования рапсового масла – его смешивание с дизельным топливом. Экспериментальными исследованиями установлено, что с ростом содержания рапсового масла в топливной смеси время его сгорания возрастает, а при содержании масла более 60 % процесс сгорания не успевает закончиться до момента открытия выпускного клапана двигателя. Для уменьшения общего времени сгорания в биодизельную смесь вводят активаторы сгорания (например, органическое соединение железа – ферроцен).

Смесевые топлива имеют следующие преимущества:

- простая технология получения, которая реализуется в сельскохозяйственных предприятиях без значительных затрат;
- высокая стабильность при хранении;
- растворимость на молекулярном уровне.

Смесевые топлива по физико-химическим показателям занимает промежуточное положение (табл. 5.6).

Таблица 5.6

Сравнительные физико-химические характеристики топлива

Показатели	Рапсовое масло	Смесь масла и дизельного топлива (25:75)	Дизельное топливо (ГОСТ 305-82 Л / С)
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	37,2	38,3	41,8
Плотность, кг/м ³ (20°С)	915	890	860/840
Вязкость, мм ² /с (20°С)	78	38,2	3,6/1,8 ... 5
Температура застывания, °С	-18	-16	-10/-35
Цетановое число	41	42	45
Массовая доля серы, %	0,05	0,16	0,5

Большая вязкость чистой рапсового масла затрудняет его использование в двигателях. Однако при повышении температуры до 70...90 °С его вязкость снижается до значений, близких к вязкости дизельного топлива.

Кинематическая вязкость топлива перед насосом высокого давления не должна превышать 11,5 сСт (мм²/с). Если кинематическая вязкость смесового топлива выше этого значения, то ее необходимо снизить. Для этого применяют три основных способа:

- увеличение содержания нефтяного дизельного топлива;
- подогрев смеси;
- их комбинация.

Применение смесевых топлив позволяет улучшить их характеристики. Добавления дизельного топлива в растительные масла позволяет снизить кинематическую вязкость. Вязкость смесового топлива составляет:

$$v_{см} = v_{дм} \cdot (1 - C_v) + v_{б} \cdot C_v, \quad (5.1)$$

где $v_{дм}$ – кинематическая вязкость дизельного топлива, мм²/с;

$v_{б}$ – кинематическая вязкость биотоплива, мм²/с;

C_v – объёмная часть биокомпонента.

Тогда объёмная часть биокомпонента для достижения требуемой вязкости будет равна

$$C_v = \frac{v_{см} - v_{дм}}{v_{б} - v_{дм}}. \quad (5.2)$$

Максимальная концентрация рапсового масла в смеси с нефтяным

дизельным топливом должна составлять не более 25%, для обеспечения работы двигателя без подогрева топлива.

При этом изменяется и плотность смесового топлива:

$$\rho_{см} = \rho_{дм} \cdot (1 - C_v) + \rho_{б} \cdot C_v, \quad (5.3)$$

где $\rho_{дм}$ и $\rho_{б}$ – плотность соответственно дизельного и биотоплива, кг/л.

У смесового топлива изменяется и такие показатели как низшая теплота сгорания и цетановое число:

$$\begin{aligned} Q_{см} &= Q_{дм} \cdot (1 - C_m) + Q_{б} \cdot C_m, \text{ МДЖ/кг,} \\ ЦЧ_{см} &= ЦЧ_{дм} \cdot (1 - C_m) + ЦЧ_{б} \cdot C_m, \end{aligned} \quad (5.4)$$

где $Q_{дм}$, $Q_{б}$ – низшая теплота сгорания соответственно дизельного топлива и биотоплива, МДЖ/кг;

$ЦЧ_{дм}$, $ЦЧ_{б}$ – цетановое число соответственно дизельного топлива и биотоплива;

C_m – массовая часть биокомпонента.

Связь между массовой и объемной частью

$$C_m = \frac{C_v \cdot \rho_{б}}{(1 - C_v)\rho_{дм} + C_v \cdot \rho_{б}}. \quad (5.5)$$

Двухтопливная система работает следующим образом (рис. 5.10).

Адаптация топливной системы мобильного энергетического средства для работы на смесовых топливах сводится к установлению небольшого по размерам дополнительного топливного бака для дизельного топлива, необходимого для запуска и прогрева двигателя, подогревателя топлива, запорной арматуры, трубопроводов и контрольно-измерительных приборов.

Запуск осуществляется на дизельном топливе из бака на 20-30 литров и после прогрева происходит автоматическое переключение на работу с рапсовым маслом. Наличие электрического топливоподкачивающего насоса и теплообменника обеспечивает подачу подогретого масла в высокоэффективный фильтр, что позволяет осуществить необходимую очистку масла. Перед остановкой дизеля рекомендуется перевести его на дизельное топливо.

Стоимость переоборудования топливной системы дизеля для работы на топливной смеси составляет от EUR1650 до EUR3500, в зависимости от вида автомобиля или трактора.

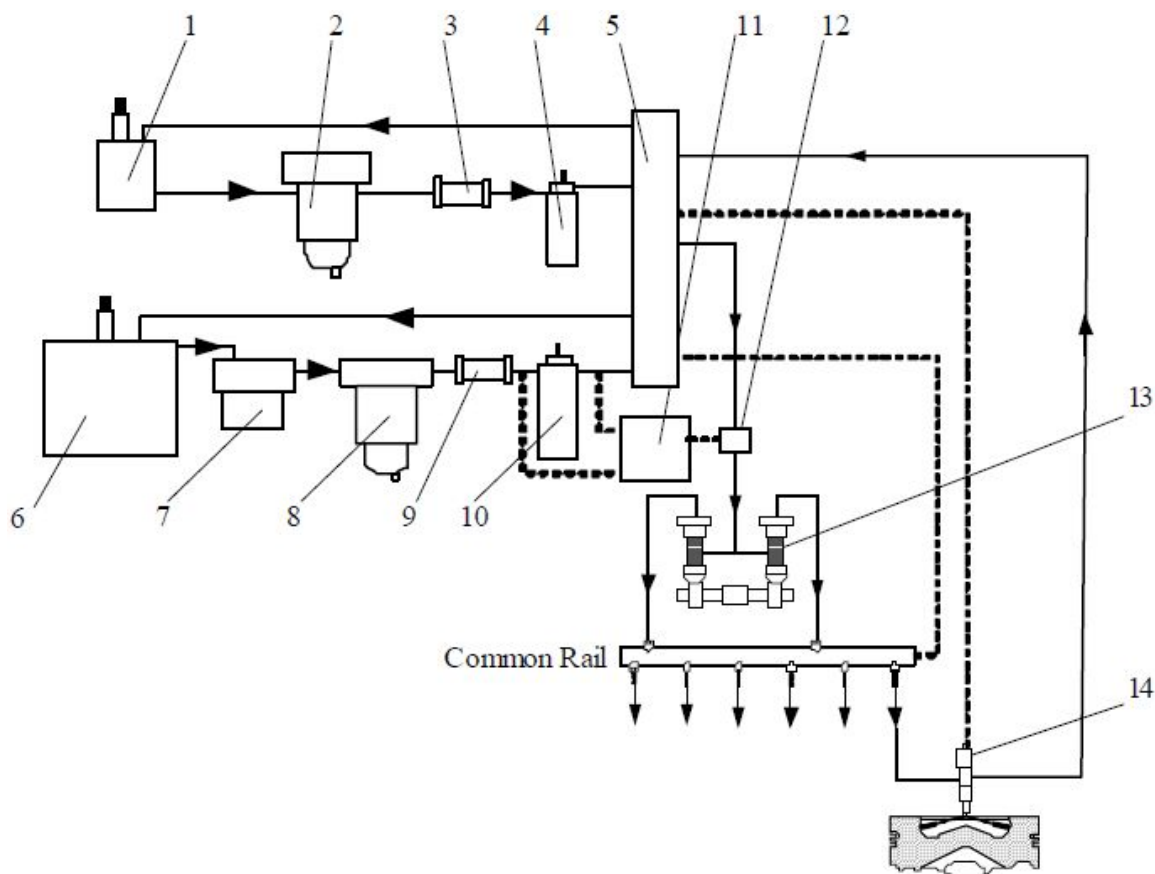


Рис. 5.10. Схемы двухтопливной системы двигателя «Deutz AG» для работы на рапсовом масле:

1 – бак с дизельным топливом; 2 – влагоотделительный фильтр дизельного топлива; 3 – электрический топливоподкачивающий насос; 4 – фильтр основной очистки дизельного топлива; 5 – электромагнитный клапан; 6 – топливный бак с рапсовым маслом; 7 – теплообменник для подогрева рапсового масла; 8 – влагоотделительный фильтр рапсового масла; 9 – топливоподкачивающий насос для подачи рапсового масла; 10 – фильтр основной очистки масла; 11 – общий блок управления; 12 – топливный блок управления; 13 – насос высокого давления; 14 – распылитель

Учитывая, что выпуск дизелей фирмы «Elsbett» с адаптированной КС для работы на рапсовое масло прекращен, данные системы являются их альтернативой. Приведенная топливная система позволяет использовать не только чистые растительные масла, но и их смеси с нефтяным дизельным топливом.

5.6. Производство и использование биоэтанола

Биоэтанол – это продукт биоконверсии углеводсодержащего сырья (биомасса или органические фракции отходов) с регламентированным количеством сопутствующих и денатурирующих добавок.

Этанол производится методом сбраживания сахаров (глюкозы, сахарозы и других) в бескислородной среде спиртовыми дрожжами.

Мировое производство этанола в 2013 году составило около 88,74 млн м³, из них страны ЕС производили около 5,2 млн м³, то есть 5,9 % от общего объема производства. Доля США и Бразилии превышает 83% (рис. 5.11).

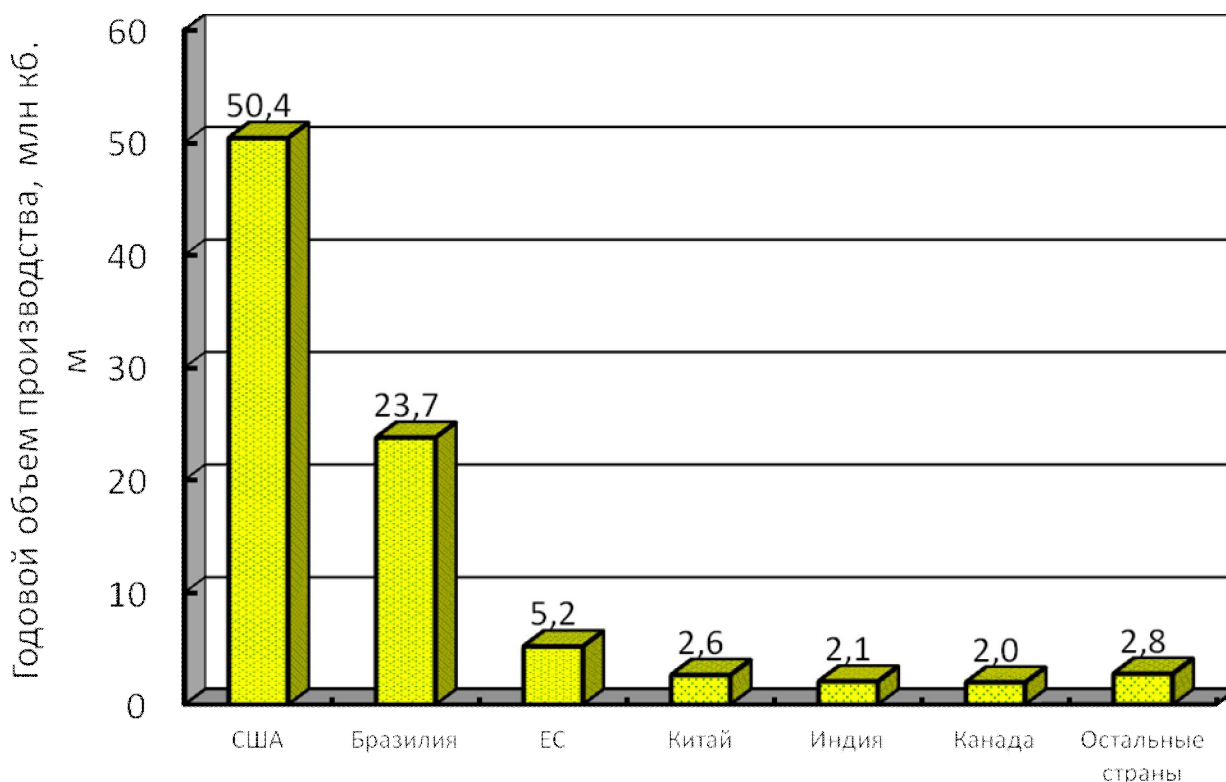


Рис. 5.11. Мировое производство биоэтанола в 2013 году

Сегодня топливный этанол, в основном, получают методом сбраживания сахаров (сахарный тростник, сахарная свекла) или сырья с содержанием крахмала (в основном кукуруза). В ряде стран действуют государственные программы по производству топливного этанола. Мировыми лидерами в этой области являются США и Бразилия.

Выход биоэтанола с единицы площади варьируется в широких пределах и зависит от вида сырья, страны и системы производства. Так, максимальный выход биоэтанола с единицы площади в Бразилии – 5476 л/га (табл. 5.7).

Таблица 5.7

Выход биоэтанола по видам сырья и странам

Сельскохозяйственная культура	Страна	Урожайность, т/га	Выход биотоплива, л/т	Выход биотоплива, л/га
Сахарный тростник	Бразилия	73,5	74,5	5476
Кукуруза	США	9,4	399	3751
Сахарная свекла	Общемировой показатель	46	110	5060

Плотность энергии биоэтанола примерно на 30% меньше, чем у бензина. Поэтому для обеспечения экономической привлекательности его цена должна

быть как минимум тоже на 30% меньше, чем у бензина. На сегодняшний день, в полной мере удовлетворяют этому условию лишь ситуация в Бразилии. Это объясняется благоприятными природно-климатическими условиями для выращивания биоэнергетического сырья – сахарного тростника. Дешевое сырье позволяет производить биоэтанол с низкой себестоимостью – примерно USD0,25/л. Для сравнения себестоимость биоэтанола в США составляет USD0,49/л, а в странах ЕС – USD(0,58...0,64)/л.

Сегодня крупнейшим в мире производителем этанола являются США. Благодаря этому виду топлива США ежегодно экономят около 1,5 млрд. долл. на импорте нефти, обеспечивая стабильную работу сельского хозяйства, создаются новые рабочие места за счет строительства спиртовых заводов и улучшается экологическая ситуация. В стране действуют налоговые льготы на топливный этанол, что делает его дешевле бензина.

Однако при определении перспектив использования биоэтанола как моторного топлива необходимо учитывать не столько цену топлива, сколько стоимость энергии. Так, например, в США по состоянию на октябрь 2014 года, топливо E85 стоило USD 2,88/галлон, а бензин – USD 3,34/галлон. Это означает, что стоимость энергии биотоплива была выше, чем у бензина – USD 35,26/ГДж против USD 28,93/ГДж.

Благодаря современным технологиям использования сахарного тростника производство этанола в Бразилии стало рентабельным с 1990 года. Объемы его производства росли ежегодно на 4 %, а себестоимость уменьшалась на 3 %. Раньше здесь производили преимущественно этанол в качестве топлива для автомобилей со специальными двигателями. Сегодня в Бразилии используются топливные смеси с содержанием этанола, %: в бензине – 26 и в дизельном топливе – 3 %. Такие смеси не требуют изменений в конструкции двигателей внутреннего сгорания. Ежегодно, в зависимости от рынка сахара, правительство страны определяет, какой процент биоэтанола будет добавляться к моторным бензинам.

В странах ЕС около 10 % биоэтанола используется в качестве моторного топлива. В 2001 г. две комиссии ЕС приняли директивы относительно использования биотоплива странами этого объединения, – так называемые «бюдирективы» об обязательности содержания биотоплива в традиционном топливе для транспорта. Среди прочих, к возобновляемым видам топлива отнесены биоэтанол и ЭТБЭ (этил-трет-бутиловый эфир). Почти все зарегистрированные в ЕС транспортные средства технически пригодные для использования топлива с добавкой до 15 % биоэтанола или ЭТБЭ.

5.7. Биоэтанол в качестве моторного топлива для двигателей с искровым воспламенением

Для приготовления смеси этанол-бензин, используемый в качестве моторного топлива, этанола добавляют от 5 % до 85 %. Возможно и использование и чистого этанола без бензина.

Этанол может быть, как безводным, так и «водным», с объемной долей

воды до 4 %. Объемная доля этанола, которая добавляется в бензин, зависит от многих факторов. При добавлении в 6-8 % этанола не нужно модернизировать двигатели, рассчитанные на использование бензина. Это влияет на выбор содержания этанола в топливной смеси, а также соотношение цен на этанол и бензин.

Добавление этанола к бензину увеличивает октановое число смеси. Установлено, что каждые 3 % этанола, который добавляется, увеличивают октановое число бензина на 1-1,5 единицы.

В качестве моторного топлива может использоваться и раствор этилового спирта, содержит значительное количество воды.

В качестве компонента этанол-бензиновой смеси может быть использовано как безводный, так и водный этанол с объемной долей воды не более 4 %. Водный этанол имеет преимущество вследствие его меньшей стоимости. Обезвоживание связано с дополнительными затратами энергии. Кроме того, водный этанол подвержен расслоению.

При использовании водного этанола с массовой долей спирта 95,5 %, температура расслоения снижается при увеличении концентрации спирта в смеси с бензином (табл. 5.8). Для получения гомогенной смеси необходимо добавлять различные стабилизаторы. В качестве стабилизаторов применяют смеси высших спиртов – бутилового, аллилового или ароматических углеводов.

Таблица 5.8

Температура расслоения спиртобензиновых смесей

Массовая доля компонентов смеси, %		Температура расслоения смеси, °С		
Этиловый спирт	Авиабензин Б-70	99,5	97,5	95,5
10	90	-65	-15	+13
20	80	-63	-23	+10
30	70	-70	-28	+2

При оптимизации состава топливных композиций наряду с учетом стоимости компонентов, объемов их производства, стабильности состава смеси, возможности смешивания со стандартными бензинами, необходимо выдерживать физико-химические показатели качества в пределах, обеспечивающих эффективную и надежную работу двигателей. К физико-химическим свойствам, которые необходимо выдерживать при получении топливных композиций, относятся октановое число, низшая теплота сгорания, характеристики испарения, плотность, количество остатка после испарения и другие.

Анализ основных показателей качества отдельных компонентов топливной композиции и стандартного бензина А-76 показывает следующее. Наибольшее октановое число имеют ароматические углеводороды (табл. 5.9).

Таблица 5.9

Показатели качества бензина и топливных компонентов (чистых)

№ п. п.	Компонент	Плотность при 20 °С, кг/м ³	Температура кипения, °С	Низшая теплота сгорания, МДж/кг	Октановое число по моторному методу
1	Бензин	730	35-195	44	76
2	Бензол	879	80-81	42,28	108
3	Толуол	876	110-111	42,53	103
4	Этанол	795	78,3	27,72	94

Но при добавлении в бензин (с октановым числом 70) различных компонентов лучше повышает октановое число этиловый спирт (табл. 5.10).

Для газохолы (смесь этанола с бензином) используется низкокачественный бензин, выход которого из сырой нефти является большим, чем высококачественного. Применение газохолы способствует более полному использованию нефти.

Таблица 5.10

Зависимость октанового числа бензина при добавлении отдельных компонентов топливной композиции

№ п.п.	Компонент	Октановое число бензинов по моторному методу при введении компонентов в количестве, % об.				
		10	20	30	40	50
1	Бензол	71,5	73	76	78	82
2	Толуол	72	74,5	77	79	82
3	Этанол (абсолютный)	76	80	84	86	87

Учитывая возможность снижения себестоимости этанола в результате сокращения процессов очистки и уменьшения его концентрации по сравнению с этанолом высшей очистки, а также учитывая экономию в расходе чистого бензина, применение бензоспиртовых топлив с объемной долей этанола до 10 % является экономически целесообразным, не говоря уже о частичном снижении дефицита нефти за счет использования газохолы и улучшения экологической обстановки. Для достижения максимального эффекта от применения биоэтанола, целесообразно увеличивать степень сжатия двигателя.

5.8. Использование спиртов в дизельных двигателях

Использование спиртов в качестве топлива для дизелей весьма привлекательно. Применение спиртов в дизельных двигателях осложняется их низким цетановым числом, которое составляет для метанола – 3, этанола – 8.

Если для бензиновых двигателей использования спиртов (этанола и биоэтанола) в качестве добавки к бензину (до 15 %) не является проблемой, то их использование в дизелях вызывает трудности. Основной причиной является то, что дизельное топливо без специальных присадок не смешивается со спиртами, что делает невозможным его подачу в смеси с дизельным топливом в камеру сгорания.

Спирты имеют низкое цетановое число, что затрудняет его самовоспламенение в камере сгорания дизеля. Поэтому для обеспечения нормального воспламенения спирта в дизеле необходимо использование запальной дозы топлива, например, дизельного топлива. Это требует применения двух топливных систем: первая – для подачи спирта, вторая – для подачи запального топлива.

Следует отметить, что различия характеристик впрыскивания и распыливания дизельного топлива, спиртов и эфиров при их подаче в КС штатной топливной системой дизеля оказывает заметное влияние на характер протекания последующих процессов смесеобразования и сгорания. Это обусловлено различиями физико-химических свойств дизельного топлива и спиртов. Для улучшения воспламенения спиртов в цилиндре дизеля применяют различные способы:

- используют присадки к спиртовым топливам;
- подают запальную порцию дизельного топлива;
- устанавливают дополнительную свечу накаливания;
- подают смесь дизельного топлива со спиртом в виде эмульсии;
- подают спирт в двигатель в газообразной фазе на впуске.

Подача спирта в двигатель в газообразной фазе во впускной трубопровод является одним из способов использования метанола и этанола в дизелях. Такая подача спиртовых топлив реализуется с помощью карбюратора или форсунки, установленной на впуске. В этом случае к параметрам впрыскивания спиртов форсункой предъявляются менее жесткие требования, чем при их подаче непосредственно в цилиндры.

При исследовании четырехтактного дизеля DT-24368 фирмы Navistar International ($\epsilon = 16,3$, $V = 7,14 \text{ дм}^3$, $N_e = 125 \text{ кВт}$ при $n = 2500 \text{ мин}^{-1}$), работающего на метаноле и этаноле, спиртовое топливо впрыскивалось во впускной коллектор под давлением около 10 МПа. Дизельное топливо подавалось в КС штатной системой топливоподачи. Доля спиртового топлива (этанола и метанола) варьировалась в пределах 0-80 % от полной цикловой подачи топлива. Испытания дизеля показали возможность снижения эмиссии оксидов азота в 5-6 раз при увеличении доли спиртового топлива в общей подаче от 0 до 80 %.

Сравнение различных способов подачи спирта на впуск дизеля, показывает, что наилучшие характеристики получены при распределенном впрыскивании (многоточечном).

Для метанола возможен еще один способ подачи в камеру сгорания при использовании серийной топливной аппаратуры.

Метанол используется при производстве биодизеля и в определенной концентрации растворяется в нем. Исследования показали, что расслоение смесей метанола с биодизелем наступает при содержании 25 % метанола, а при содержании 20 % – расслоение наступает примерно через 30 дней. Следует отметить, что нужно использовать обезвоженный метанол. Также необходимо учитывать тот факт, что со временем происходит поглощение влаги из атмосферы, что приводит к расслоению смесей.

С увеличением доли метанола происходит уменьшение плотности, вязкости и снижается температура вспышки в закрытом тигле (табл. 5.11).

При подаче метанола непосредственно во впускной патрубок уже при небольшой концентрации метанола (отношение метанола к дизельному топливу 0,35 %) наблюдалось увеличение жесткости работы и резкое снижению КПД двигателя. В то же время двигатель нормально работал при концентрации метанола в смеси с биодизелем, равной 15%. Эксплуатация автомобиля с дизельным двигателем на смеси такого состава не вызвала нареканий на тяговые характеристики двигателя.

При этом наблюдается следующая тенденция. С ростом концентрации метанола в смеси с биодизелем, КПД двигателя снижается, но при этом снижается и уровень вредных выбросов с отработавшими газами. При добавлении 10 % метанола оксиды азота снижаются до 30 %, дымность – до 40 %. Уменьшение NO_2 можно объяснить снижением локальных температур, так как температура испарения метанола высока. Это подтверждает снижение температуры стенки вихревых камеры сгорания.

Таблица 5.11

Физико-химические характеристики смесей метанола с биодизелем

Показатели	100:0	20:80	15:85	10:90	5:95	0:100
- С	0,375	0,691	0,711	0,731	0,750	0,77
- Н	0,125	0,121	0,121	0,121	0,120	0,12
- О	0,5	0,188	0,169	0,149	0,130	0,11
- С/Н	3,00	5,71	5,89	6,06	6,24	6,42
- кг воздуха/кг топлива	6,522	11,40	11,71	12,01	12,32	12,62
Плотность, (20°C), г/см ³	0,79	0,863	0,870	0,875	0,879	0,884
Вязкость, (20°C), мм ² /с	1,84	4,13	4,53	5,16	5,92	7,45
Температура вспышки, °С	8					173
Низшая теплота сгорания, кДж/кг	19700	34004	34816	35619	36414	37200

Следует отметить, что использование этого способа имеет определенные трудности при переводе двигателя на дизельное топливо, так как в фильтре происходит смешивание смеси с дизельным топливом. Также наблюдается расслоение, что приводит к остановке двигателя. Перед такой заменой

необходимо полностью слить смесь из топливной системы двигателя.

Биоэтанол в дизельных двигателях

Биоэтанол может использоваться как компонент топлива для дизельных двигателей. Он может быть как добавкой в дизельное топливо, так и основным компонентом. Наибольшие успехи в этом направлении достигнуты в Швеции.

Наиболее исследованным и используемым топливом такого типа является E-diesel. Он имеет следующий состав:

- дизельное топливо – 80...95 %;
- биоэтанол – 5...15 %;
- присадки – 0,2...5 %.

Присадка состоит из ингибиторов коррозии и стабилизаторов. Подобное топливо используется в странах ЕС, Северной и Южной Америки.

В отличие от минерального дизельного топлива, E-diesel имеет меньшую низшую теплоту сгорания. Плотность энергии данного вида топлива незначительно отличается от минерального дизельного топлива (рис. 5.12). Его применение не требует внесения существенных конструктивных изменений топливной системы дизеля.

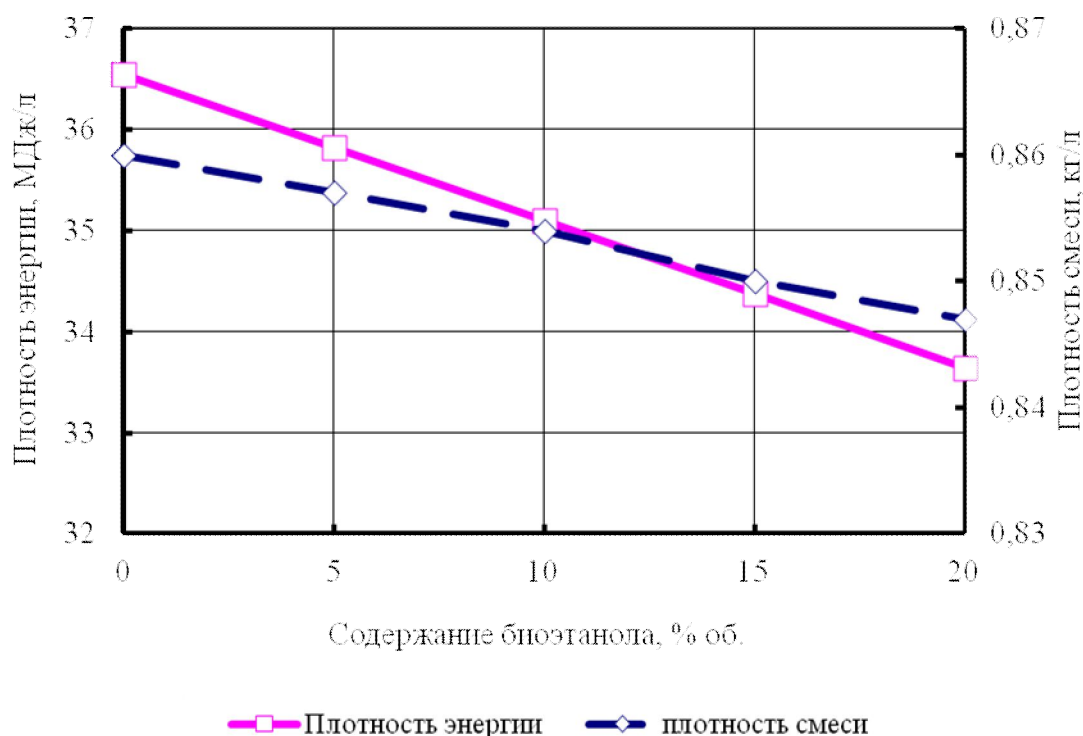


Рис. 5.12. Зависимость плотности энергии от содержания биоэтанола

Результаты эксплуатации грузовых автомобилей показали, что при некотором увеличении удельного расхода топлива двигателем (до 3 %), наблюдается значительное улучшение экологических показателей. Так, эмиссия оксида углерода уменьшается на 17 %, оксидов азота – 2 %, несгоревшего углерода – 21 %.

Шведская автомобилестроительная компания Scania адаптировала дизеля для работы на топливе, которое содержит 95 % биоэтанола. Топливо ED95 имеет следующий состав (объемный):

- биоэтанол (включая до 2,5 % денатурата) – 95,6 %;
- присадка для повышения цетанового числа, ингибитор коррозии, лубриканты – 4,4 %.

Данное топливо имеет плотность близкую к дизельному топливу, но значительно меньшую плотность энергии (табл. 5.12).

Таблица 5.12

Свойства ED95

Показатель	Ед. измерения	ED95	Дизельное топливо
Плотность	кг/м ³	810-830	820-845
Содержание серы	мг/литр	До 1	До 10
Содержание биотоплива	% об.	>95	<7
Плотность энергии	МДж/л	20,5	35,7

Применение данного топлива потребовало замены форсунок, топливного насоса высокого давления (увеличение производительности на 75 %), увеличения степени сжатия и применение стойких к биоэтанолу прокладок (рис. 5.13). КПД модернизированного дизельного двигателя снижается лишь незначительно: с 44 % до 43 %.

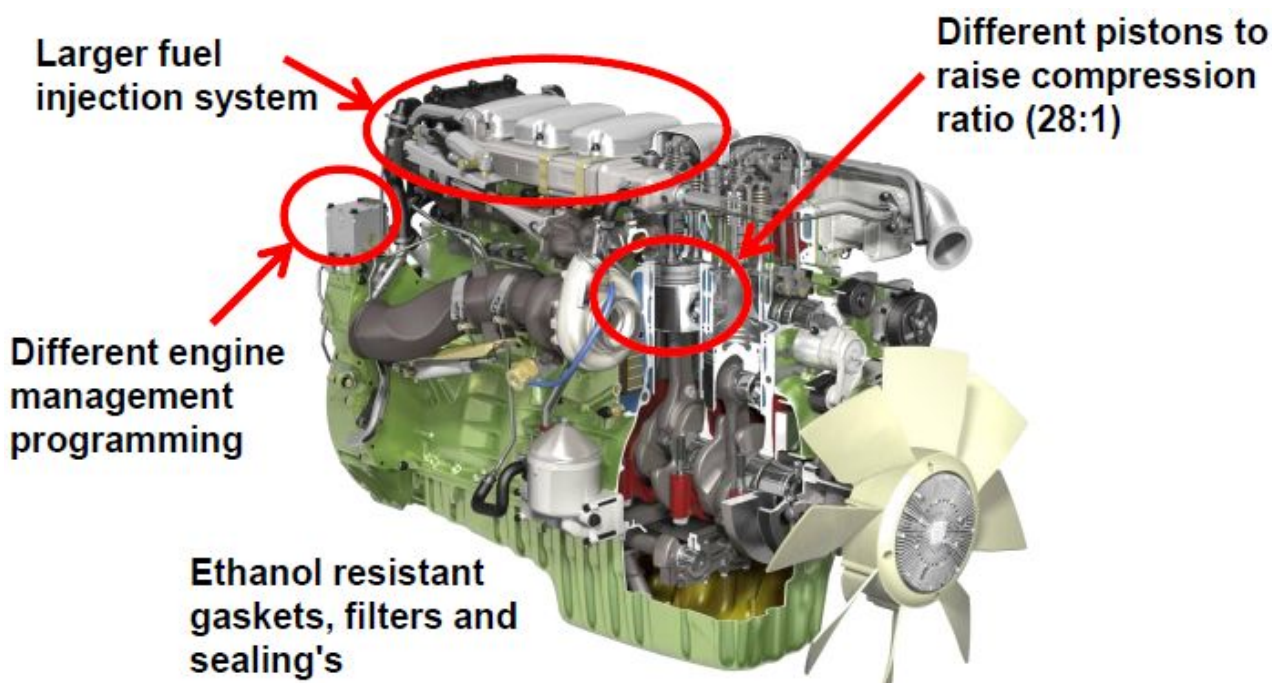


Рис. 5.13. Изменения в двигателе Scania

Автомобили и автобусы с данными двигателями эксплуатируются в Швеции, Мексике, Дании, Австралии, Таиланде и Бразилии. Их использование

позволило значительно улучшить экологические показатели транспортных средств, что особенно важно для густонаселенных территорий.

Что касается эксплуатационных расходов, то они увеличиваются по двум основным причинам: более высокая цена топлива и снижение КПД двигателя. Так в Швеции стоимость энергии ED95 превышает стоимость энергии дизельного топлива на величину от 1 до 50 % (в период с 2004 по 2012 год).

В Бразилии были проведены эксплуатационные испытания автобуса с дизельным двигателем, адаптированным под этот вид топлива. Основные характеристики двигателя:

- Модель – DSI9 E01;
- Стандарт по эмиссии – Euro 4;
- Рабочий объем – 9 л;
- Количество цилиндров – 6;
- Максимальная мощность – 170 кВт;
- Номинальная частота вращения – 2000 об/мин.

Опыт эксплуатации ED95 в 2008-2009 годах в Бразилии показал следующее. Оно было дешевле на 30...48 % по сравнению с дизельным топливом. В структуре цены топлива, биоэтанол составлял – 77,9 %, присадка – 22,1 %. Таким образом, резерв снижения стоимости данного биотоплива находится в снижении цены присадки.

Эксплуатация автобусов показала следующее. Расходы на топливо в биоэтанольной версии были на 13-37% выше.

ГЛАВА 6. РАСПОЛОЖЕНИЕ ЗАВОДОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ БИОТОПЛИВА

6.1. Схемы производства биотоплива

В сельскохозяйственном производстве могут использоваться следующие виды моторных биотоплив: биогаз, биоэтанол, растительные масла и метиловые эфиры растительных масел или биодизельное топливо. В качестве сырья для их производства используются отходы и продукция сельского хозяйства. Поэтому встаёт вопрос оптимизации схемы обеспечения энергетическим сырьём с целью минимизации себестоимости конечной продукции – биотоплива.

Рассмотрим производство возобновляемого газообразного топлива.

Производство биогаза из различных видов сельскохозяйственных отходов, главным образом навоза, является традиционной технологии в ряде развивающихся стран. В последние годы биогазовые установки (БГУ) получили распространение и в промышленно развитых странах Западной Европы, Азии и Америки. Они утилизируют промышленные и коммунальные сточные воды, твердые бытовые отходы, отходы животноводства, используют энергетические культуры, такие как силос кукурузы, сорго и т.д. Особенностью БГУ, расположенных в сельской местности является рассредоточенность энергетического биологического сырья. А интерес к мощным биогазовым комплексам вызван экономическими причинами. Чем крупнее БГУ, тем меньше себестоимость биогаза и побочных продуктов.

Современной мировой тенденцией является увеличение количества промышленных биогазовых установок.

Так, в Дании существует около 20 крупных централизованных объектов типа САД (Centralised Anaerobic Digestion), обслуживающих хозяйства **в радиусе 10-15 километров**. В Австрии функционируют 3 объекта такого типа, в Швеции – 8, в Италии – 5 и в Германии – 3. Аграрные кооперативы поставляют как отходы сельскохозяйственного производства, так и растительное энергетическое сырьё большим САД-системам.

Преимуществами централизованных систем является возможность использования передовых технологий обеззараживания и освобождения от большого количества балластных веществ в сырье. Такие централизованные САД-системы имеют ферментационные камеры вместимостью до 10000 м³, в которых можно производить энергию в количестве от нескольких сот кВт до нескольких МВт. Одним из недостатков централизованных систем является большие расстояния, на которые необходимо перевозить субстраты. А потребности в поставках сырья могут быть существенными. Так, например, биогазовый комплекс Zhenyuan Group (Китай) производительностью 14 тыс. м³ биогаза в день, ежесуточно, кроме растительного сырья, перерабатывает 500 тонн коммунальных стоков, до 30 тонн навоза животноводческих ферм и 10 тонн пищевых отходов.

Рассмотрим производство биоэтанола из растительного сырья. Несмотря на то, что стоимость его производства за последнее десятилетие существенно уменьшилась, она по-прежнему остается высокой. Расходы на производство биоэтанола зависят не только от стоимости сырья, но и от масштабов производства. Так на заводах с производительностью 120-150 гл/ч расходы вдвое меньше по сравнению с теми, где производительность составляет 60-80 гл/ч. Поэтому производство биоэтанола целесообразно осуществлять на крупных предприятиях. Так, например, в США для его производства создаются кооперативы. Фермы, его члены, поставляют сырье – кукурузу. В результате все имеют постоянные каналы сбыта продукции и, следовательно, гарантировано, обеспечены прибылью.

Существуют различные системы производства биодизельного топлива из семян масличных растений. Они отличаются одна от друга следующими показателями:

- степенью концентрации производства;
- технологиями, используемыми для получения биотоплива;
- организацией производства и дистрибуцией.

На основе существующего опыта стран Европейского Союза, можно выделить следующие организационные модели производства этого вида топлива.

Модель 1 (районная) – создание районного завода, пайщиками которого являются производители сельскохозяйственной продукции. Они поставляют произведенные семена рапса, за который могут получать соответствующую сумму денежных средств и в зависимости от потребностей шрот или биодизельное топливо. Семена поставляют как давальческое сырье или покупают по свободным рыночным ценам.

Модель 2 (областная) – производство растительного масла в районах выращивания и региональное их использование, транспортировка масла для этерификации на специальные заводы, охватывающая территорию области. Производители сельскохозяйственной продукции являются пайщиками интегрированного производства. Сырье покупают в рамках контрактации или на свободном рынке.

Модель 3 (промышленная) – доминирует в производстве масложировых предприятиях. Закупка сырья, получение масла, этерификация и сбыт проводятся самим предприятием. Производители сельскохозяйственной продукции могут поставлять рапс на основе контрактации.

Так, например, в условиях Украины организацию производства рапсового масла можно провести с базированием на следующих типах заводов:

- хозяйственных – с производством до 300 т биодизеля в год;
- малых – до 5000 т в год;
- больших – до 20000 т в год;
- промышленных – от 100000 т в год.

Мощность заводов по производству дизельного биотоплива изменяется от нескольких сот до более чем сотни тысяч тонн в год. Годовая потребность в

сырье, наиболее мощных заводов, превышает четверть миллиона тонн. Транспортные расходы на поставку сырья лежат в диапазоне от 2,4 до 20 % от общих производственных расходов, в зависимости от производственных мощностей. Поэтому решение вопроса об оптимальном расположении заводов является актуальным с точки зрения обеспечения минимально возможной себестоимости продукции.

Таким образом, весомым фактором снижения себестоимости производства всех видов биотоплив является масштабы его производства. А для крупных предприятий необходимым условием эффективной работы является обеспечение энергетическим биологическим сырьём.

6.2. Обоснование необходимых площадей посева энергетического биосырья. Себестоимость его переработки

Каждый завод по производству биотоплива обладает собственными технико-экономическими характеристиками. К ним относятся такие показатели как:

- мощность или годовой объём перерабатываемого сырья;
- тип и количество необходимого энергетического биосырья;
- стоимость завода;
- расходы на текущий и капитальный ремонт;
- расходы на переработку единицы сырья и тому подобное.

Для обеспечения его растительным сырьём нужно использовать продукцию сельскохозяйственных предприятий, которые располагаются на определенной территории. Чем больше мощность завода, тем больше потребность в сырье. С увеличением объемов растительного сырья увеличивается расстояние перевозок, а следовательно, и расходы на их осуществление. Это приводит, при прочих равных условиях, к увеличению себестоимости конечного продукта. Это может привести к возникновению противоречия между характеристиками перерабатывающего предприятия и предприятиями-поставщиками сырья в плоскости минимизации себестоимости продукции.

Поэтому необходимо разработать алгоритм определения оптимального расстояния перевозки растительного сырья, а следовательно и расположение производственных мощностей, по заданным технико-экономическим показателям завода по производству биотоплива. При этом необходимо учитывать и характеристикам сельскохозяйственных предприятий, выращивающим необходимое сырье. К ним относятся урожайность и плотность посевов энергетических культур.

Рассмотрим методику разработки алгоритма на примере производства дизельного биотоплива. На рынке Украины представлено оборудование для заводов по производству данного биотоплива. Их характеристики изменяются в широком диапазоне (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Характеристика комплексов по производству дизельного биотоплива

Тип реактора	Продуктивность, м ³ /сутки	Суточная потребность в рапсе, т/сутки	Стоимость комплекса, тыс. у.е.	Общие постоянные расходы, тыс. у.е/год*
БДД- 50	1,2	3,64	23,00	1,38
БДД- 200	4,8	14,55	50,75	3,05
БДД- 500	12,0	36,36	76,5	4,59
БДД- 1000	24,0	72,73	136,13	8,17

*Расчитано при ресурсе оборудования 20 лет с учетом капитального и текущего ремонтов.

Следует отметить, что удельные постоянные расходы на переработку единицы продукции снижаются с увеличением производительности оборудования. Эта зависимость описывается степенной функцией. Так, увеличение суточной продуктивности в 20 раз приводит к снижению удельных постоянных расходов в 3,3 раза (рис. 6.1).

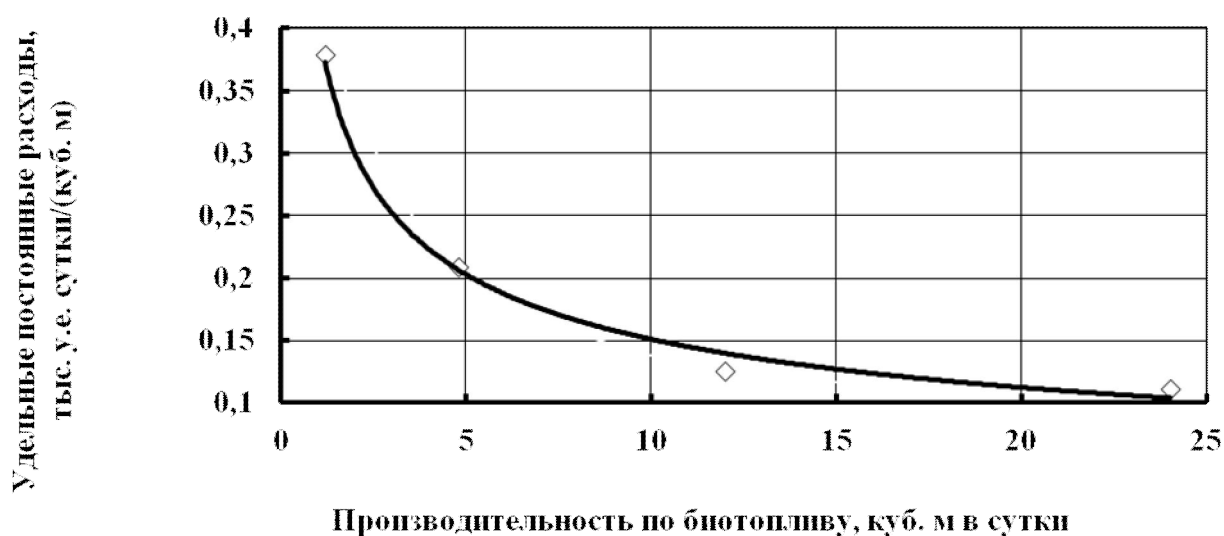


Рис. 6.1. Зависимость удельных постоянных расходов от производительности завода

Сырьем для заводов являются семена рапса. Если известны характеристики сельскохозяйственных предприятий региона, такие как урожайность рапса (U , т/км²) и плотность его посевов (α), то можно определить площадь сельскохозяйственных угодий, которые необходимы для обеспечения потребностей предприятия в сырье, определить радиус их размещения и транспортные расходы. Под плотностью посевов (α) будем понимать отношение площади посевов под энергетическое биосырьё к общей площади

имеющихся земельных угодий.

Площадь земель, необходимых для обеспечения потребности завода по производству биотоплива, прямо пропорциональна годовым объёмам переработки сырья и обратно пропорционально урожайности биосырья

$$F = \frac{B \cdot t}{\alpha \cdot U}, \quad (6.1)$$

где B – суточная потребность завода в сырье, т/сутки;

t – годовая загрузка завода, суток.

Для удобства вычислений и анализа результатов введем понятие плотности урожайности, которую будем определять как произведение урожайности и плотности посевов энергетической сельскохозяйственной культуры

$$\gamma = \alpha \cdot U. \quad (6.2)$$

При круговом расположении полей, массу урожая можно определить как произведение плотности урожайности на квадрат радиуса

$$M = \alpha \cdot \pi \cdot U \cdot r^2 = \gamma \cdot \pi \cdot r^2, \quad (6.3)$$

где r – радиус расположения полей, км.

Радиус расположения земельных угодий, необходимых для обеспечения производства сырьем, определяем из следующего соотношения

$$\pi \cdot r^2 = \frac{B \cdot t}{\alpha \cdot U} = \frac{B \cdot t}{\gamma}. \quad (6.4)$$

Тогда искомое значение радиуса представляет собой квадратный корень из отношения годового объёма сырья, которое перерабатывается к плотности урожайности

$$r = \sqrt{\frac{B \cdot t}{\pi \cdot \gamma}}. \quad (6.5)$$

Расчеты, которые были выполнены на основании статистических данных, дают такие значения для Украины на 2006 год: плотность посевов рапса $\alpha = 0,01178$; плотность урожайности $\gamma = 1,849$ т/км². Значение отмеченных показателей со временем изменяются. Так, их значения в 1996 году соответственно представляли 0,00075 и 0,0612 т/км².

Отмеченные показатели значительно ниже, чем в странах, где массово

производят дизельное биотопливо. Так, например, во ФРГ под рапс отведено 1,7 млн га из 12 млн га сельскохозяйственных угодий. При существующем уровне урожайности (до 40 ц/га) это дает значение плотности посевов $\alpha = 0,142$ и плотность урожайности $\gamma = 56,67$ т/км².

Определим себестоимость переработки биосырья с учётом транспортных расходов. Она складывается из постоянных расходов, прямых расходов на переработку сырья и транспортных расходов. Постоянные расходы включают в себя амортизацию оборудования и сооружений, затраты на капитальный и текущий ремонт, расходы на административный персонал и другие расходы, которые не связаны с технологическим процессом производства биотоплива.

Тогда годовые расходы предприятия по переработке органического сырья составят

$$Z = Z_B + M \cdot Z_m \cdot r_m + Z_n \cdot M, \quad (6.6)$$

где Z_B – общие постоянные расходы на переработку органического сырья, у.е./год;

Z_m – удельные расходы на транспортировку сырья, у.е./(т км);

Z_n – приведенные прямые расходы на переработку органического сырья, у.е./т;

r_m – средний радиус транспортировки биосырья, км;

M – годовой объём переработки сырья, т.

Определим удельные расходы на переработку сырья, поделив обе части уравнения на годовой объём переработки сырья

$$C = \frac{Z_B}{M} + 2 \cdot Z_m \cdot r_m + Z_n. \quad (6.7)$$

Как видно из данного уравнения, себестоимость переработки зависит, в том числе, и от радиуса транспортных перевозок, которая является переменной величиной. А он зависит от радиуса расположения земельных угодий. Таким образом задача оптимизации заключается в определении указанного радиуса

$$C(r) = \frac{Z_B}{\pi \cdot U \cdot \alpha \cdot r^2} + 2 \cdot Z_m \cdot r_m(r) + Z_n \rightarrow \min. \quad (6.8)$$

В данной целевой функции неизвестным является радиус расположения полей или расстояние между перерабатывающими предприятиями, которое равно двум радиусам.

6.3. Определение среднего радиуса перевозок

Рассмотрим два возможных варианта форм расположения сельскохозяйственных угодий. Первый – поля расположены по окружности, второй – в форме квадрата.

Первый вариант.

Поля, на которых выращивается растительное энергетическое сырьё расположены по кругу с радиусом r , в центре которого находится предприятие по его переработке. Тогда расстояния между перерабатывающими предприятиями равно двум радиусам. Для определения среднего радиуса перевозок, выделим элементарный кольцевой участок полей. Он находится на расстоянии x от центра и имеет ширину Δx (рис. 6.2).

Массу урожая, которая собирается с элементарного кольцевого участка прямо пропорционально плотности урожайности и площади элементарного кольцевого участка

$$\Delta m = 2 \cdot \pi \cdot U \cdot \alpha \cdot x \cdot d\Delta = 2 \cdot \gamma \cdot \pi \cdot x \cdot \Delta x. \quad (6.9)$$

Тогда объём транспортных работ по перевозке энергетического биосырья представляет собой произведение массы урожая с элементарного участка на расстояние перевозки

$$\Delta Q = 2 \cdot \gamma \cdot \pi \cdot x^2 \cdot \Delta x. \quad (6.10)$$

Если $\Delta x \rightarrow 0$, то можно перейти от конечных разностей к дифференциалам. С учетом этого уравнение (6.10) примет вид

$$dQ = 2 \cdot \gamma \cdot \pi \cdot x^2 \cdot dx. \quad (6.11)$$

Тогда средний радиус перевозок растительного сырья определим как отношения интеграла произведения объёма транспортных работ к полной массе сырья, которое производится

$$r_n = \frac{\int_0^r 2 \cdot \gamma \cdot \pi \cdot x^2 \cdot dx}{M}, \quad (6.12)$$

где M – полная масса сырья, которое производится и перевозится.

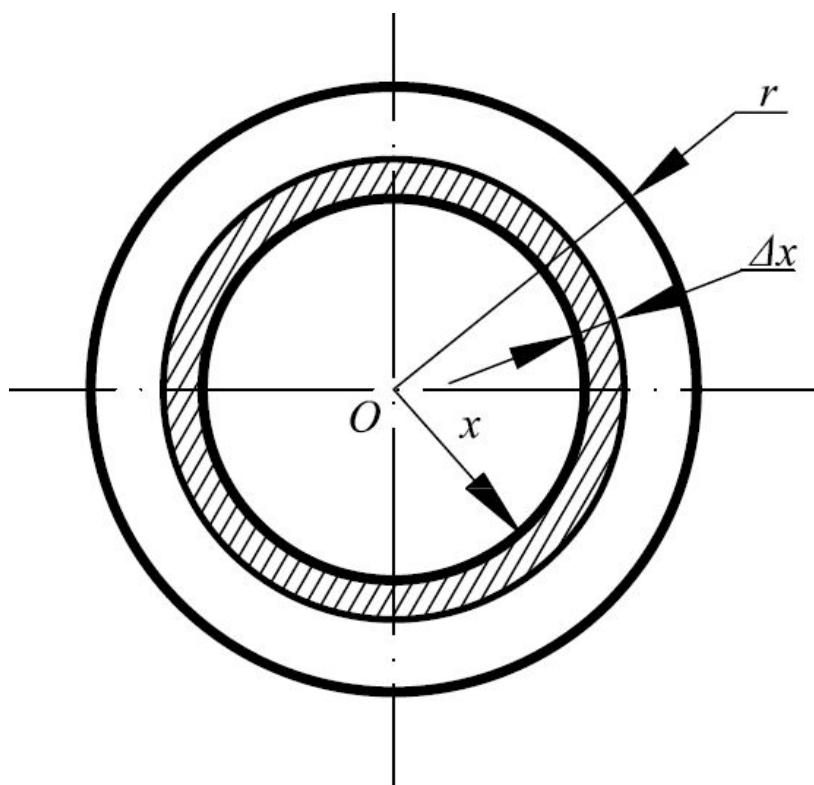


Рис. 6.2. Круговое расположение поля

После подстановки значений полной массы урожая (6.3) в уравнение (6.12) получим значение среднего расстояния перевозок

$$r_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot U \cdot \alpha \cdot \int_0^r x^2 dx}{\pi \cdot U \cdot \alpha \cdot r^2} = \frac{2}{r^2} \cdot \frac{x^3}{3} \Big|_0^r = \frac{2}{3} \cdot r. \quad (6.13)$$

Таким образом, средний радиус перевозок прямо пропорционален двум третям от радиуса площади территории, на которой выращивается энергетическая сельскохозяйственная культура.

Второй случай (квадрат).

Вышеприведенная методика справедлива для кругового расположения полей. Это предположение не отвечает действительности. Поэтому рассмотрим случай, когда завод расположен в центре квадрата со стороной a (рис. 6.3). В этом случае расстояние между перерабатывающими предприятиями равно стороне квадрата. Необходимо определить оптимальные размеры данного квадрата для минимизации себестоимости производства биотоплива. Иными словами, необходимо определить расстояние между перерабатывающими предприятиями с заданными характеристиками.

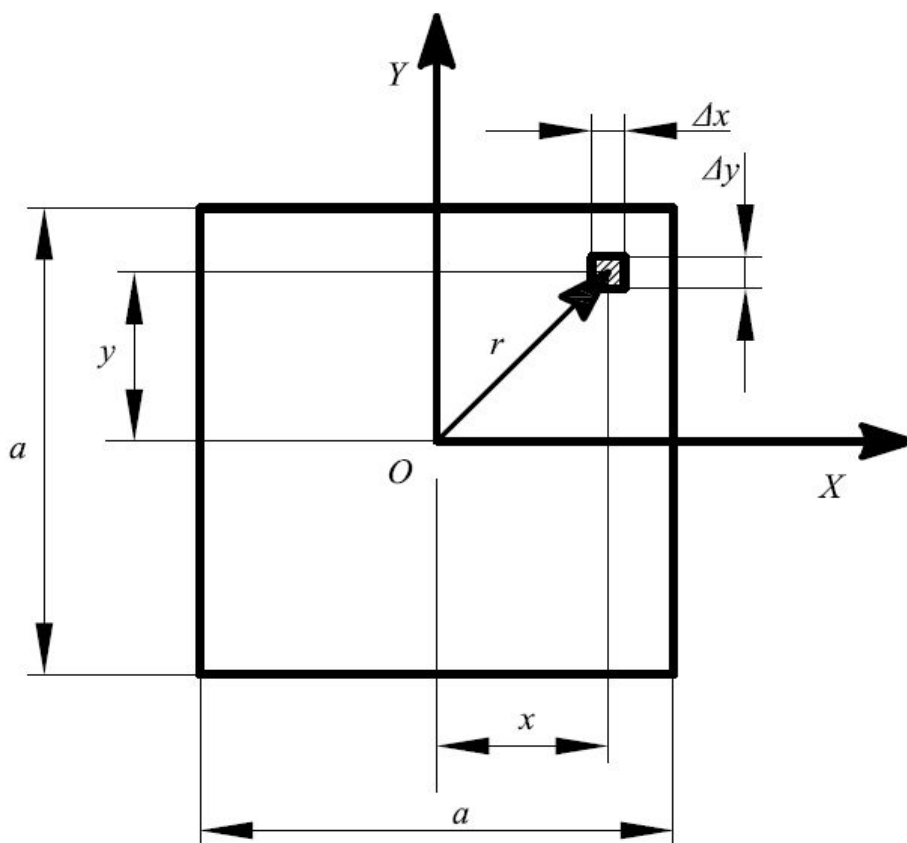


Рис. 6.3. Квадратное расположение полей

В данном случае методологический подход остается таким же, но изменяются и усложняются математические расчеты. Определение среднего расстояния перевозки растительного сырья представляет собой отношение таких же самых величин, как и в случае с круговым расположением полей. Однако входящие в него значения определяются иначе.

Рассмотрим элементарный участок поля площадью $\Delta x \cdot \Delta y$, который находится на расстоянии r от перерабатывающего предприятия. Масса урожая, которая собирается с элементарного квадратного участка поля

$$\Delta m = U \cdot \alpha \cdot \Delta y \cdot \Delta x, \quad (6.14)$$

где Δx – элементарное расстояние по оси x ;

Δy – элементарное расстояние по оси y .

Тогда объем транспортных работ

$$\Delta Q = r \cdot \Delta m = r \cdot U \cdot \alpha \cdot \Delta y \cdot \Delta x. \quad (6.15)$$

Если $\Delta x \rightarrow 0$ и $\Delta y \rightarrow 0$, то можно перейти от конечных разностей к дифференциалам. Проинтегрируем объем транспортных работ по общей площади сельскохозяйственных угодий, поделим на общую массу урожая и получим средний радиус перевозок

$$r_m = \frac{\iint_D r \cdot U \cdot \alpha \cdot dx dy}{\iint_D U \cdot \alpha \cdot dx dy}, \quad (6.16)$$

где D – область интегрирования.

Область интегрирования D совпадает с расположением сельскохозяйственных угодий. В знаменателе уравнения (16) двойной интеграл равен массе урожая, который собирается. Расстояние перевозки определяется как корень квадратный из суммы квадратов координат элементарного участка поля

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad (6.17)$$

где x, y – координаты элементарного участка поля.

После подстановки значения расстояния перевозки (6.17) в формулу (6.16) получим зависимость вида

$$r = \frac{\iint_D \sqrt{x^2 + y^2} \cdot U \cdot \alpha \cdot dx dy}{\iint_D U \cdot \alpha \cdot dx dy} = \frac{\iint_D \sqrt{x^2 + y^2} \cdot U \cdot \alpha \cdot dx dy}{M}. \quad (6.18)$$

Интеграл в числителе содержит иррациональную функцию и его аналитическое решение затруднено. Поэтому его решение возможно только численными методами с использованием вычислительной техники. Вычисление кратных интегралов осуществлялось с помощью квадратурных формул. Для достижения приемлемой в практической деятельности относительной погрешности (не больше 5%) использовали алгоритм интегрирования с автоматическим определением шага. Выполненные расчеты позволили определить среднюю дальность перевозок

$$r_n = 0,399 \cdot a. \quad (6.19)$$

Данные расчеты выполнены с относительной погрешностью 4%.

Сравним радиусы перевозок с поля единичной площади. Для окружности радиус равен

$$r = \sqrt{\frac{1}{\pi}} = 0,564.$$

Тогда среднее расстояние перевозок составит

$$r_n = \frac{2}{3} \cdot r = \frac{2}{3} \cdot 0,564 = 0,376.$$

Для квадратного расположения сельскохозяйственных угодий средний радиус перевозок составит

$$r_n = 0,399 \cdot 1 = 0,399.$$

Как видно относительная разница расстояния перевозок составляет 6,1 %.

6.4. Оптимальное расположение предприятий по производству биотоплива с учетом урожайности растительного сырья

Для определения оптимального размера территории, которая будет обеспечивать перерабатывающее предприятие энергетическим сырьем, необходимо найти точку минимума функции себестоимости его переработки. Для её определения выполним дифференцирование выражения (6.8) и приравняем производную к нулю. Для полей с круговым расположением получим

$$\frac{dC}{dr} = -\frac{2 \cdot 3_B}{\pi \cdot U \cdot \alpha \cdot r^3} + \frac{4}{3} \cdot 3_T = 0. \quad (6.21)$$

Из выражения (6.21) найдем оптимальное значение радиуса расположения полей

$$r_{opt} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \cdot \frac{3_B}{\pi \cdot U \cdot \alpha \cdot 3_m}}. \quad (6.22)$$

Как видно, оптимальный радиус прямо пропорционален корню кубическому отношения постоянных расходов к произведению плотности урожайности на себестоимость перевозок.

При планировании производства биотоплив из растительного сырья нужно решить проблему оптимизации расположения перерабатывающих предприятий. Существенно влияет на решение этой проблемы и динамика урожайности растительного сырья.

Рассмотрим экономико-математическую модель расположения заводов по производству дизельного биотоплива с учётом динамики урожайности рапса.

На урожайность сельскохозяйственных культур существенное влияние оказывают погодные-климатические условия. Что касается Украины, то приоритетной для размещения посевов может считаться территория Западного

Полесья, большая часть Лесостепи, Полтавская равнина и часть Северной Степи, которая граничит с ними. Неблагоприятные агрометеорологические условия для выращивания этой масличной культуры случаются с определенной периодичностью:

- Полесье и Западная Лесостепь – один раз в 6-7 лет;
- Центральная и Восточная Лесостепь, Северная Степь – каждые три года;
- Южная Степь и АР Крым – каждый второй год.

Таким образом, урожайность рапса по областям может существенно отличаться и имеет существенные колебания в зависимости от погодно-климатических условий (рис. 6.4).

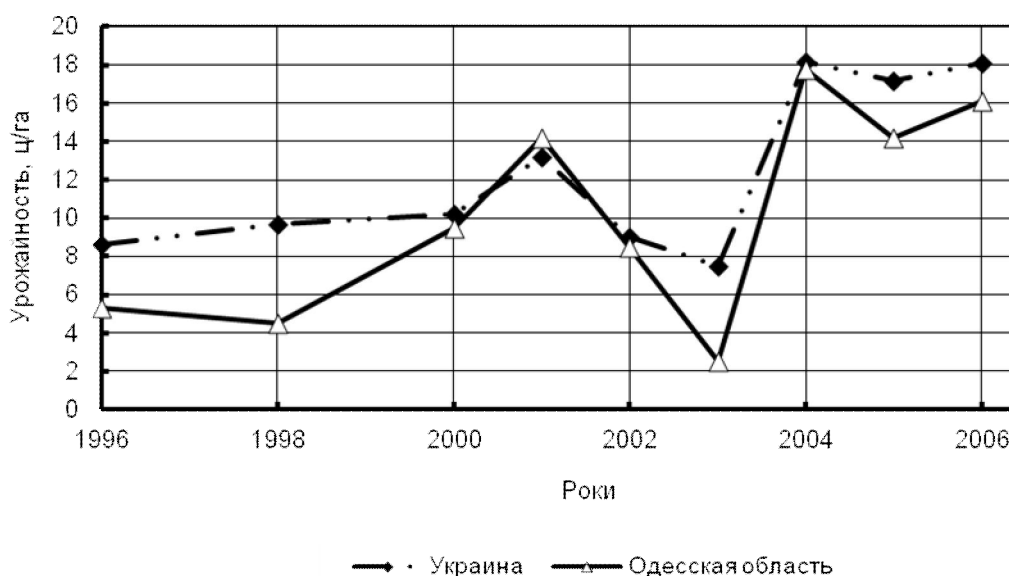


Рис. 6.4. Динамика урожайности озимого рапса

Гармонический анализ по областям Украины показал следующее. Например, в Одесской области, в исследуемом диапазоне, минимальные значения урожайности рапса наблюдаются с интервалом 5 и 2 года. Следует отметить, что со временем урожайность имеет тенденцию к увеличению.

Минимальные значения урожайности рапса в Украине (с учетом как озимого, так и ярового) повторяются каждые 5 и 3 года. Амплитуда колебаний урожайности имеет тенденцию к росту.

Определим оптимальное расположение завода по производству биотоплива, с учетом прогнозируемых колебаний урожайности. За цикл данных колебаний себестоимость полученной продукции должна быть минимальной. Это условие описывается уравнением

$$\sum_{i=1}^n C_i = \frac{3_B}{\pi \cdot \alpha \cdot r^2} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{U_i} \right) + \frac{4}{3} \cdot 3_m \cdot n \cdot r + n \cdot 3_n \rightarrow \min, \quad (6.23)$$

где n – количество лет, в течение которых велись наблюдения.

Продифференцировав выражение (6.23) и приравняв его к нулю получим

$$\frac{d \sum_{i=1}^n C_i}{dr} = -\frac{3_B}{\pi \cdot \alpha \cdot r^3} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{U_i} \right) + \frac{4}{3} \cdot n \cdot 3_m = 0. \quad (6.24)$$

Произведём преобразование уравнения (6.24). Перенесем слагаемое, содержащее радиус в правую часть уравнения. После небольших преобразований из уравнения (6.24) найдем оптимальное значение расстояния расположения участков растительного сырья от перерабатывающего завода

$$r_{opt} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \cdot \frac{3_B}{n \cdot 3_m \cdot \pi \cdot \alpha} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{U_i} \right)}. \quad (6.25)$$

Вышеизложенная методика справедлива для кругового расположения полей. Это предположение не отвечает действительности. Поэтому рассмотрим случай, когда завод расположен в центре квадрата со стороной a .

Выполненные ранее расчеты позволили с относительной погрешностью 4% определить среднюю дальность перевозок

$$r = 0,399 \cdot a.$$

Себестоимость продукции при условии квадратной формы расположения полей и учёта динамики урожайности определяется следующим образом

$$\sum_{i=1}^n C_i = \frac{3_B}{\alpha \cdot a^2} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{U_i} \right) + 0,798 \cdot a \cdot 3_m \cdot n + n \cdot 3_n. \quad (6.26)$$

Продифференцируем уравнения (6.26) и приравняв его к нулю получим

$$\frac{d \sum_{i=1}^n C_i}{dr} = -\frac{2 \cdot 3_B}{\alpha \cdot a^3} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{U_i} \right) + 0,798 \cdot n \cdot 3_m = 0. \quad (6.27)$$

Из уравнения (6.27) найдем размеры зоны действия перерабатывающего завода (или расстояния между заводами)

$$a = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 3_B}{0,798 \cdot n \cdot 3_m \cdot \alpha} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{U_i} \right)}. \quad (6.28)$$

Расчеты показывают, что площади для выращивания сырья определенные по формулам (6.25) и (6.28), дают практически одинаковые результаты. Также небольшие расхождения получаются и при определении себестоимости переработки органического сырья.

Рассмотрим отношение себестоимости продукции, которая рассчитана при средней урожайности рапса к себестоимости с учетом динамики урожайности (рис. 6.5). Как видно, использование предложенной экономико-математической модели в диапазоне колебаний урожайности дает меньшее значение себестоимости переработки сырья.

Методический подход, который реализован в предложенных математических зависимостях дает более корректный результат, чем использование в расчетах среднего значения урожайности. Так, расчеты на примере фактической урожайности озимого рапса в Одесской области показывают, что предложенная методика дает значение оптимальной площади земельных угодий для обслуживания потребностей перерабатывающего завода почти на 40% больше, чем использование в расчетах среднегодовых значений. Объясняется это тем, что себестоимость продукции имеет нелинейную зависимость от объемов переработки сырья.

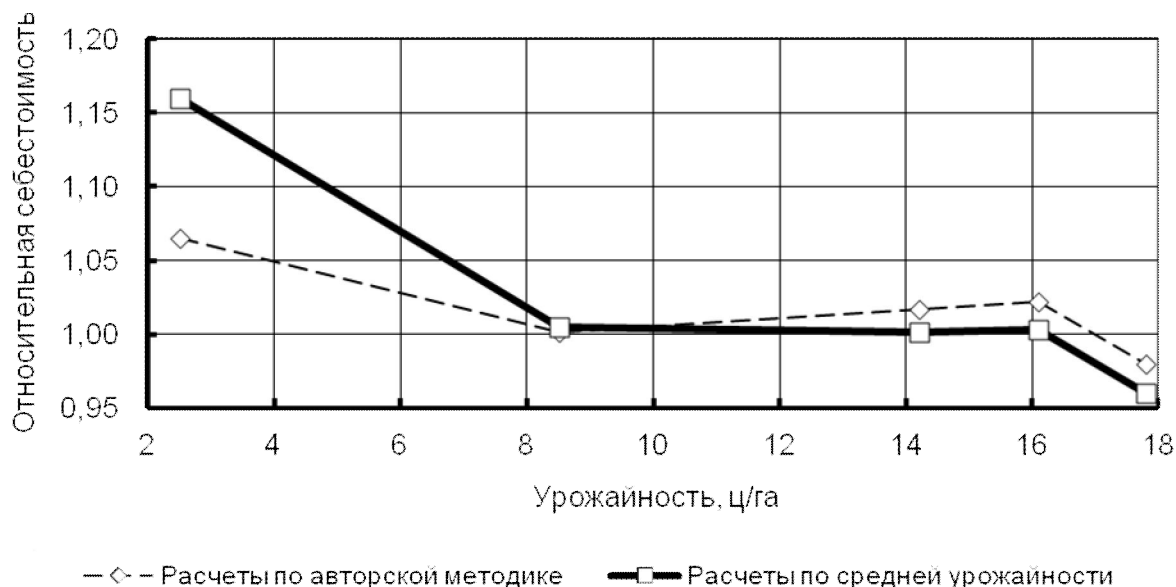


Рис. 6.5. Зависимость относительной себестоимости переработки от урожайности рапса

Учёт динамики урожайности энергетических культур позволяет организовать производство таким образом, что среднее значение себестоимости переработки за один погодно-климатический цикл будет на 4 % меньше по сравнению с методикой, когда берут среднее значение урожайности.

6.5. Алгоритм выбора схемы расположения заводов по производству биотоплива

Повышение конкурентоспособности производства биотоплива обеспечивается, в том числе, и оптимальным расположением перерабатывающих предприятий.

Определим необходимый радиус расположения полей по двум критериям: обеспечение годовой потребности предприятий в растительном сырье при загрузке предприятия в течение 300 суток и минимальной себестоимости переработки. В расчетах принята себестоимость транспортировки растительного сырья 0,0525 у.е./(т·км). Результаты расчетов для нескольких значений плотности урожайности приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Значение нужных радиусов расположения сельскохозяйственных угодий по разным критериям

Тип реактора	Годовая потребность в рапсе, т	Радиус расположения сельскохозяйственных угодий для обеспечения годовой потребности, км	Оптимальный радиус расположения сельскохозяйственных угодий, км	Количество сырья при оптимальном радиусе, т	Относительное значение мощности завода за оптимальным радиусом %
$\gamma = 1,849 \text{ т/км}^2$					
БДД- 50	1092	13,71	18,94	2083	191
БДД- 200	4365	27,42	24,65	3528	81
БДД- 500	10908	43,34	28,27	4640	43
БДД- 1000	21819	61,3	34,25	6811	31
$\gamma = 56,67 \text{ т/км}^2$					
БДД- 50	1092	2,47	6,06	6513	600
БДД- 200	4365	4,95	7,88	11049	253
БДД- 500	10908	7,83	9,03	14510	133
БДД- 1000	21819	11,07	10,95	21336	98

Как видно из приведенных в табл. 6.2 данных, расчеты оптимального значения радиуса расположения сельскохозяйственных угодий (по критерию минимума себестоимости переработки продукции) может давать существенно завышенные значения по количеству биосырья. С увеличением плотности урожайности увеличивается расчетное количество сырья, поставляемое на перерабатывающее предприятие. Это значение может даже превысить производственные мощности. При уменьшении плотности посевов наблюдается противоположная картина. Поэтому в методику расчёта необходимо внести уточнения. Для этого введём ограничение по мощности перерабатывающего завода, которое имеет следующую математическую запись

$$\gamma \cdot \pi \cdot r_{opt}^2 \leq B \cdot t. \quad (6.29)$$



Рис. 6.6. Блок-схема алгоритма определения основных показателей завода по производству биотоплива

Данная математическая зависимость указывает на то, что годовая потребность завода в биологическом сырье должна быть не меньше, чем потенциальная масса урожая на территории, которую он обслуживает.

Тогда алгоритм определения оптимального радиуса расположения полей для обеспечения перерабатывающего предприятия энергетическим сырьём будет иметь вид, представленный на рис. 6.6. Применение алгоритма расчетов

дает возможность определить оптимальный радиус расположения полей растительного сырья либо расположение перерабатывающих заводов с учетом их мощности и характеристики аграрных предприятий района.

Таким образом, совокупность последовательных действий для принятия решения по определению оптимального радиуса расположения полей или расстояния между предприятиями следующий.

На **первом** этапе осуществляется сбор сходной информации по перерабатывающему предприятию и характеристикам аграрного региона. Первостепенное значение имеют технико-экономические показатели перерабатывающего завода, которые включают его мощность и стоимость, затраты на текущий и капитальный ремонт, срок эксплуатации, количество обслуживающего персонала и др., то есть вся необходимая информация для определения постоянных и переменных расходов.

Завод необходимо обеспечить энергетическим биосырьём. Поэтому важна информация по сырьевой базе. А для этого необходимо знать площадь сельскохозяйственных угодий, плотность посевов энергетических культур, динамику их урожайности. Причем для качественного анализа необходимо иметь информацию, по крайней мере, по двум природно-климатическим циклам. Это даст возможность сделать и достоверный краткосрочный прогноз.

После этого анализируется транспортная инфраструктура, наличие транспортных средств и определяется себестоимость перевозок.

На **втором** этапе определяются необходимые площади сельскохозяйственных угодий для загрузки перерабатывающего предприятия M и радиуса расположения полей r_{II} , на которых можно вырастить необходимый объём урожая. В качестве расчётного значения урожайности энергетической культуры берут математическое ожидание урожайности за один последний природно-климатический цикл.

Третье, определение оптимального радиуса расположения полей r_0 по критерию минимальной себестоимости переработки растительного сырья с учетом динамики урожайности

Четвертое, сравнение полученных значений.

Пятое, принятие окончательного решения, определение фактической производительности завода и себестоимости продукции. На этом этапе, в случае необходимости, корректируют мощность предприятия и комплект его оборудования.

ГЛАВА 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МОБИЛЬНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ

7.1. Тракторы с электрической и электромеханической трансмиссиями

Обычно на тракторах электрическая энергия обеспечивает работу контрольно-измерительных приборов, систем автоматики, вентиляции и сигнализации, запуск двигателя. Последние годы наметились новые тенденции использования электрической энергии, в том числе и для привода трансмиссии. Появились трактора с электромеханической и электрической трансмиссией.

Тракторы с традиционной механической трансмиссией имеют ряд недостатков, а именно:

- буксования при движении и выполнении технологических операций;
- невозможностью плавного регулирования скорости движения в заданных диапазонах;
- неравномерный износ цилиндропоршневой группы двигателя, в результате различных режимов работы двигателя, который предусматривает более частый ремонт двигателя.

Поэтому в мире продолжают работы по применению тягового электропривода, в том числе электромеханических трансмиссий, яки обладает рядом преимуществ перед другими трансмиссиями.

Многолетняя эксплуатация автомобилей БелАЗ, в которых применяется такая трансмиссия, показала свою надежность и эффективность. Это обусловлено работой двигателя в оптимальных условиях, что продлевает его срок эксплуатации и наработки на отказ. Применение электродвигателей в мобильных машинах способствовала надежности, простота в обслуживании и экологичность. Это дало толчок к развитию новой ветви развития автомобилестроения – гибриды. Они обладают высокими динамическими характеристиками, низким расходом топлива, большим запасом хода.

Анализ мировых тенденций развития мобильных энергетических средств показывает, что совершенствование техники осуществляется в направлении энергосбережения, ресурсосбережения и создания машин с экологически безопасными параметрами. Основным критерием создания новой отечественной сельскохозяйственной техники становится ее конкурентоспособность по отношению к аналогам зарубежных производителей.

В мире уделяется большое внимание разработке сельскохозяйственных машин с электрическим приводом. Исследования, проведенные в США показали, что при покупке новой техники наиболее важными факторами в порядке значимости были следующие: надежность, цена, топливная экономичность, возможность выполнить ремонт самостоятельно и экологические показатели. Нахождение надежности на первой ступени обусловлено спецификой аграрного производства.

Поэтому для обеспечения внедрения сельскохозяйственной техники с высокими экологическими и экономическими показателями, необходимо обоснование целесообразности использования перспективных видов мобильных энергетических средств.

Наиболее простая и распространенная схема: дизель - генератор - электромотор - редуктор - ведущий мост. Она имеет самый простой алгоритм управления. Это объясняется тем, что генератор - электромотор соответствуют бесступенчатой коробке передач. Подобная схема имеет минимальное количество силовой электрической аппаратуры и поэтому она самая и дешевая.

Рассмотрим тракторы и грузовые автомобили, которые используют электрическую энергию в трансмиссии.

На МТЗ создан трактор с электромеханической трансмиссией МТЗ-3023, которой прошел испытания в 2008 году. Испытания показали, что за счет бесступенчатого регулирования скорости, производительность пахотного машинно-тракторного агрегата на 2% больше, а расход топлива на 18% меньше по сравнению с серийным трактором Беларус-3022ДВ, оборудованный механической трансмиссией (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Результаты сравнительных испытаний

Показатель	Беларус-3023	Беларус-3022ДВ
Вес трактора эксплуатационный, кг	12440	11385
Шины:		
заднего моста	580/70R42	580/70R42
переднего моста	580/70R30	580/70R30
Марка плуга	ВВ-100-8	
Глубина вспашки, см	22,4	22,5
Средняя ширина захвата, м	3,47	3,47
Средняя рабочая скорость, км/ч	9,37	8,34
Производительность за час основного времени, га/ч	2,93	2,89
Почасовой расход топлива, кг/ч	31,7	38,2
Удельный расход топлива, кг/га	10,81	13,2

Проводятся работы по повышению технико-экономических показателей сельскохозяйственных тракторов и в Украине. Так, в Харьковском национальном техническом университете сельского хозяйства имени Петра Василенко предложено установление электромеханической трансмиссии на трактор тягового класса 30 кН. Математическое моделирование применительно трактора ХТЗ-17022 показало, что предложенная трансмиссия позволяет уменьшить удельный расход топлива (20,4%) при незначительном увеличении производительности (6,7%) (табл. 7.2).

Продолжаются работы по созданию трактора с электромеханической трансмиссией на базе К-9520 с мощностью двигателя 450 л.с. (Россия). За счет трансмиссии нового типа ожидается уменьшение расхода топлива на величину от 30 до 50% в зависимости от вида работ. Сегодня цена трактора с

электромеханической трансмиссией превышает цену его аналога с механической трансмиссией примерно на 20...30%.

Таблица 7.2

Сравнение пахотного машинно-тракторного агрегата на базе ХТЗ-17022 с механической и электромеханической трансмиссией

Показатель	Значение	
	Механическая трансмиссия	Электромеханическая трансмиссия
Состав машинно-тракторного агрегата	ХТЗ-17022+ПЛН-5-35	
Вид работ	Вспашка	
Тип почвы	Чернозем суглинок	
Площадь поля, га	126	
Длина гона, м	1012	
Рабочая скорость, км/ч	2,3	2,4
Производительность за час основного времени, га/ч	1,78	1,9
Удельный расход топлива, кг/га	22,6	18,0

Для нужд аграрного производства создаются тракторы с электрической трансмиссией.

Тракторы с электрической трансмиссией могут иметь различные источники энергии:

- Дизель – генератор;
- Аккумуляторная батарея;
- Топливный элемент.

Примером первого направления может служить такой трактор как Rigitrac EWD120. Он был представлен в 2011 году фирмами Rigitrac Traktorenbau и EAAT GmbH Chemnitz.

Энергетическая установка этого трактора состоит из дизеля мощностью 91 кВт, который приводит в действие генератор мощностью 85 кВт. Для обеспечения движения в каждом из четырех колес установлены электродвигатели мощностью по 33 кВт. Они имеют индивидуальное электронное управление, что позволяет оптимизировать тяговое усилие. Конструкция электрической трансмиссии обеспечивает бесступенчатое изменения скорости трактора.

Примером второго направления является трактор, созданный компанией MOBEL на базе трактора «Беларус-920». Источником энергии является литий-ионные батареи емкостью 56 кВт·час. Указанный трактор приводится в действие электрическим двигателем мощностью 60 кВт. Продолжительность работы после зарядки батареи – 4 часа, время зарядки – 30 минут.

ПАО «Харьковский тракторный завод» совместно с компанией «АвтоЭнтерпрайз» разработали электротрактор на базе ХТЗ-3512. Отличием указанной модели и MOBEL Belarus 920 от Rigitrac EWD 120 является отсутствие двигателя внутреннего сгорания. Привод ведущих колес осуществляется по такой же схеме, как и у базовых моделей. Основные

характеристики указанных тракторов приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Характеристики электрических тракторов

Показатель	Ед. изм.	Mobel Belarus 920	ХТЗ 3512 Edison
Тяговый класс	-	1,4	0,6
Колесная формула	-	4К4	4К2
Мощность двигателя	кВт	60	25,7
Емкость аккумуляторных батарей	кВт·час	56	48
Время зарядки аккумуляторных батарей	час	0,5	2...4
Продолжительность работы	час	4	4...8
Ориентировочная цена	USD	35000	25000

Третье направление представляет трактор, разработанный на базе New Holland T600. Он оборудован топливными элементами. Они характеризуются экологической чистотой и высоким КПД преобразования химической энергии топлива в электрическую энергию. Новинка оснащена двумя электрическими моторами мощностью 100 кВт: один – для обеспечения движения (75 кВт), второй для привода вала отбора мощности. Для питания топливных элементов используют водород, который хранится в баллоне высокого давления объемом 500 л. Бесперебойность питания обеспечивает аккумуляторная батарея емкостью 12 кВт·час. Разработчики утверждают, что энергетическая эффективность трактора достигает 96%. Однако за это приходится платить. Цена трактора превышает USD350 тыс.

Представляет интерес определение целесообразности применения электрических тракторов по сравнению с дизельными.

Сопоставим емкость аккумуляторных батарей и емкость топливного бака базовой модели.

Энергия дизельного топлива, которое находится в баке трактора, определяется следующим образом

$$Q_c = V_б \cdot DE, \text{ МДж}, \quad (7.1)$$

где $V_б$ – емкость бака, л.

Энергия топлива, которая преобразуется в полезную работу

$$Q_d = Q_c \cdot \eta_d \cdot \eta_T, \text{ МДж}, \quad (7.2)$$

где η_d – КПД двигателя;

η_T – КПД трансмиссии.

Энергия, которая накоплена в аккумуляторной батарее

$$Q_a = 3,6 \cdot Q_{AK}, \text{ МДж}, \quad (7.3)$$

где Q_{AK} – емкость аккумуляторной батареи, кВт·час.

Энергия аккумуляторной батареи, которая преобразуется в полезную работу

$$Q_{ЭТ} = Q_a \cdot \eta_{ЭД} \cdot \eta_{ТЭ}, \text{ МДж}, \quad (7.4)$$

где $\eta_{ЭД}$ – КПД электрического двигателя;

$\eta_{ТЭ}$ – КПД трансмиссии электрического трактора.

Найдем эквивалентную емкость аккумуляторной батареи, для того, чтобы электротрактор смог выполнить работу, равную дизельному трактору

$$Q_D = Q_{ЭТ}. \quad (7.5)$$

Раскроем значения

$$V_6 \cdot DE \cdot \eta_D \cdot \eta_T = 3,6 \cdot Q_{AK} \cdot \eta_{ЭД} \cdot \eta_{ТЭ} \quad (7.6)$$

Тогда эквивалентную емкость аккумуляторной батареи составит

$$Q_{AK} = \frac{V_6 \cdot DE \cdot \eta_D \cdot \eta_T}{3,6 \cdot \eta_{ЭД} \cdot \eta_{ТЭ}}, \text{ кВт·час}. \quad (7.7)$$

Определим эквивалентную емкость аккумуляторных батарей для тракторов, характеристики, которых приведенных в табл. 7.4. В расчетах примем, что КПД трансмиссий равные между собой, а КПД электрического двигателя равно 90 % (табл. 7.4).

Таблица 7.4

Эквивалентная емкость аккумуляторных батарей

Показатель	Ед. изм.	Mobel Belarus 920	ХТЗ 3512 Edison
Объем топливного бака базового трактора	л	130	50
КПД дизельного двигателя	%	35,29	34,57
Расчетная емкость аккумуляторных батарей	кВт·час	517,53	194,99
Фактическая емкость установленных аккумуляторных батарей	кВт·час	56	48

Отношение фактической емкости к расчетной	%	10,82	24,62
---	---	-------	-------

Как видно из табл. 7.4, фактическая емкость аккумуляторных батарей значительно меньше, чем расчетное значение. Это не соответствует стандарту ГОСТ 19677-87 «Тракторы сельскохозяйственные. Общие технические условия». В соответствии с ним, объем топливных баков (а в нашем случае емкость аккумуляторных батарей) должен обеспечивать 10 часовую непрерывную работу при загрузке двигателя 80 %. По этой причине они сейчас не могут быть рекомендованы для внедрения в аграрный сектор экономики.

Эксплуатация тракторов с электрической трансмиссией будет целесообразна, если приведенные затраты не будут превышать аналогичного показателя для трактора с дизельным двигателем. Поэтому представляет интерес определения соотношения цен на дизельное топливо и электрическую энергию, когда будет выполняться указанное условие.

Задача может быть сформулирована следующим образом: определить максимальную цену дизельного топлива, при которой будет целесообразна эксплуатация трактора, оборудованного электрическим двигателем и аккумуляторными батареями.

Определим приведенные затраты для трактора с дизельным двигателем и механической трансмиссией.

Средний часовой расход топлива дизельного трактора

$$B_{Xe} = B_{XX} + X_e \cdot (B_H - B_{XX}), \text{ кг/ч,} \quad (7.7)$$

где B_{XX} – часовой расход топлива на холостом ходу, кг/ч;

B_H – часовой расход топлива на режиме номинальной мощности, кг/ч;

X_e – загрузка двигателя.

Приведенные годовые расходы на эксплуатацию трактора составят

$$PP_D = \frac{B_{Xe} \cdot C_{ДП} \cdot T}{\rho} + 0,01 \cdot a \cdot C_{ТД}, \text{ у.е./год,} \quad (7.8)$$

где $C_{ДП}$ – цена дизельного топлива, у.е./л;

T – нормативная годовая наработка трактора, ч;

ρ – плотность дизельного топлива, кг/л;

a – отчисления на амортизацию, текущий и капитальный ремонт, %;

$C_{ТД}$ – цена трактора с дизельным двигателем и механической трансмиссией, у.е.

Определим приведенные затраты для электротрактора.

Приведенные годовые расходы на эксплуатацию электротрактора

$$PP_E = Ne_E \cdot X_e \cdot C_e \cdot T + 0,01 \cdot a_E \cdot C_{TE}, \text{ у.е./год,} \quad (7.9)$$

где C_e – цена электрической энергии, у.е./кВт·час;

X_{eE} – загрузка электрического двигателя;

N_{eE} – номинальная мощность электрического двигателя, кВт;

a_E – отчисления на амортизацию, текущий и капитальный ремонт электротрактора, %;

C_{TE} – цена электротрактора, у.е.

Приравняем уравнения (7.4) и (7.5)

$$\frac{B_{Xe} \cdot C_{ДП} \cdot T}{\rho} + 0,01 \cdot a \cdot C_{TD} = N_{eE} \cdot X_{eE} \cdot C_e \cdot T + 0,01 \cdot a_E \cdot C_{TE} \cdot T \quad (7.10)$$

Тогда цена дизельного топлива для обеспечения конкурентоспособности электротрактора должна быть не меньше

$$C_{ДП} = \frac{\rho}{B_{Xe} \cdot T} \cdot (N_{eE} \cdot X_{eE} \cdot C_e \cdot T + 0,01 \cdot a_E \cdot C_{TE} - 0,01 \cdot a \cdot C_{TD}), \quad (7.11)$$

или

$$C_{ДП} = \frac{\rho}{B_{Xe} \cdot T} \cdot (N_{eE} \cdot X_{eE} \cdot C_e \cdot T + 0,01 \cdot [a_E \cdot C_{TE} - a \cdot C_{TD}]), \text{ у.е./л.} \quad (7.12)$$

Если цена дизельного топлива меньше указанного значения, эксплуатация электротракторов экономически не целесообразна.

7.2. Использование электрической энергии в трансмиссии грузовых автомобилей

Рассмотрим пример использования электрической энергии в трансмиссии грузовых автомобилей.

Большинство производителей грузовых автомобилей производят гибридные модели. Это такие производители, как Volvo, Mack Trucks, Peterbilt, Mercedes-Benz, Renault, Mitsubishi. По данным фирмы Volvo, возможная экономия топлива составляет 8%. Большинство производителей указанной техники видят перспективы при средней скорости 30 км/ч и частых торможениях, что близко к условиям работы в аграрном бизнесе. При данных условиях экономия топлива достигает 40%. Данные некоторых гибридных автомобилей приведены в табл. 7.5 (по данным рекламных буклетов).

Таблица 7.5

Технико-экономические характеристики гибридных автомобилей

Показатель	DAF LF45-10 Hybrid	MAN TGL 12.220 Hybrid	Renault Premium Hybrys	Peterbilt Model 335
Колесная формула	4x2	4x2	6x2	6x4

Полный вес, т	12	12	26	26
Мощность двигателя, л.с.	160	220	310	300
Мощность электрического двигателя, кВт	44	60	70 (макс. 120)	44
Вес гибридного привода, кг	300	200	220	340
Дополнительная стоимость, EUR	-	25000	-	-
Экономия топлива, %	20	18,1	20	28

Таким образом, можно констатировать, что созданы и эксплуатируются гибридные автомобили с показателями, которые приемлемы для сельскохозяйственного производства. Так, например, зерновоз Украинского производства КрАЗ-6230С4 по мощности двигателя (266 кВт) и колесной формулой подобный Peterbilt Model 335.

Опыт эксплуатации гибридных грузовых автомобилей фирмой Coca-Cola показал улучшение эксплуатационных показателей транспортных средств (табл. 7.6). Улучшаются и показатели.

Таблица 7.6

Расходы на одну милю

Тип автомобиля	Эксплуатационные расходы, USD/миля	Расходы на топливо, USD/миля	Общие расходы, USD/миля
Традиционная энергетическая установка	0,29	0,68	0,97
Гибридная энергетическая установка	0,14	0,6	0,74
Разница, %	-51	-12	-24

При выполнении экономического анализа по эффективности использования мобильных энергетических средств электрической, электромеханической или гибридной трансмиссией нужно учитывать капитальные вложения, затраты топлива и экологический фактор. Приведенные затраты определяются по формуле

$$П = P + З + ВГ + Ц \cdot Т + Эн \cdot К \quad (7.13)$$

где P - расходы на текущий и капитальный ремонт;

$З$ - заработная плата;

$Ц$ - цена топлива;

$Т$ - расход топлива;

$ВГ$ - экономический ущерб от загрязнения атмосферы токсичными компонентами отработавших газов;

$Эн$ - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений;

$К$ - капитальные вложения.

Загрязнение атмосферы осуществляет значительные социально-экономические и материальные убытки. Экономический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха определяется по следующей зависимости

$$BG = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M \quad (7.14)$$

где γ - нормативная константа для перевода отработанных газов в денежной оценке, у.е./у.т;

σ - показатель относительной опасности загрязнения атмосферы;

f - поправка, учитывающая характер рассеивания токсичных компонентов в атмосфере;

M - приведение массы отработанных газов в CO с учетом агрессивности, т.

Приведение массы годовых выбросов отработанных газов можно определить по формуле

$$M = \sum_{i=1}^n m_i \cdot A_i \quad (7.15)$$

где m_i - масса годовых выбросов i -го компонента отработанных газов;

A_i - коэффициент относительной агрессивности i -го компонента отработавших газов;

n - общее количество компонентов отработанных газов.

Цена компонентов отработанных газов, загрязняющих атмосферу колеблется в широких пределах. Показатели агрессивности и цены некоторых компонентов приведены в табл. 7.7.

Таблица 7.7

Показатели агрессивности и цена компонентов отработанных газов

Парниковые газы	Показатель агрессивности	Цена, EUR/т
Углекислый газ (CO ₂)	1	32
Метан (CH ₄)	23	161
N ₂ O	296	2072

Расчеты показывают, что для экономической целесообразности использования мобильных энергетических средств в сельскохозяйственном производстве, необходимо загружать технику значительными объемами работ. Так, дополнительные расходы на приобретение трактора Беларус-3023 будут экономически целесообразными при годовом загрузке не менее 870 га. Грузовые автомобили с гибридной энергетической установкой будут целесообразными при годовом пробеге не менее 22000 км. Таким образом, техника, которая использует электрическую энергию в трансмиссии может быть целесообразной в крупных аграрных формированиях.

Применение тягового электрооборудования в тракторах имеет много

преимуществ. Особенно это касается мощных (свыше 250 л.с.), энергонасыщенных тракторов. В них стоимость трансмиссии в общей цене трактора имеет меньшую долю.

В мировой практике автомобилестроения широко ведутся работы по созданию эффективных гибридных автомобилей. Крупнейшие автомобильные компании мира ведут разработку электромобилей. Применение подобного электропривода позволяет принципиально решить экологические и энергетические проблемы современного аграрного производства.

В результате выполненного комплекса исследований разработаны критерии и параметры оценки эффективности мероприятий экологической направленности. Применение тягового электропривода позволяет существенно уменьшить выбросы токсичных компонентов с отработавшими газами по сравнению с традиционными энергетическими установками мобильных энергетических средств.

ГЛАВА 8. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ БИОГАЗОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

8.1. Ретроспективный анализ развития производства биогаза

Производство возрастающего количества продуктов питания напрямую связано с развитием сельскохозяйственного производства и его интенсивностью. Возрастающее население земли в результате интенсивного использования потенциала сельского хозяйства требует все больших объемов продовольствия. Результатом чего является увеличение отходов жизнедеятельности населения и сельскохозяйственного производства, особенно животноводства и птицеводства. В связи с чем, встает вопрос об утилизации или использования данных отходов в качестве сырьевой базы при производстве биогаза. Реализация последнего, указанного, пути даст возможность снизить нагрузку на окружающую природную среду, повысить энергетический потенциал как отдельных предприятий, так и целых городов и страны в целом.

Первые систематические исследования биогаза начал итальянский натуралист Аллесандро Вольта, который среди прочего занимался также исследованиями электрического тока и в честь фамилии которого названо единицу измерения электрического напряжения «Вольт». Вольту удалось уловить в 1770 г. болотный газ в отложениях озер на севере Италии, после чего он занялся проведением опытов по сжиганию этого газа. Английский физик Фарадей экспериментировал также с болотным газом и идентифицировал его как углеводород. Только в 1821 г. исследователю Авогадро удалось установить химическую формулу метана (CH_4). Известный французский бактериолог Пастер в 1884 г. проводил испытания с биогазом, который он выделял из твердого навоза. Он впервые предложил использовать навоз из парижских конюшен для производства газа на освещение улиц.

Очень мощный импульс развития технологии задал процесс открытия анаэробного гниения, после того, как в конце 19 века было сделано открытие, что таким образом можно очищать сточные воды. В 1897 г. в больнице для больных проказой г. Бомбей, Индия, построили первую установку, газ которой использовали для освещения, а в 1907 г. для питания двигателя на производство электроэнергии.

В Германии инженер очистных сооружений Имхофф с 1906 г. на территории региона Рур начал систематическое строительство анаэробных, двухъярусных установок по очистке сточных вод, получивших название «емшерский колодец». (Название Эмшер – сначала малая река, образованная в результате мелиоративных работ на емшерских раскопках, но потом во время интенсивного индустриального развития превратилась в сточный канал, обслуживающий большую часть региона). На сегодняшний день каждое очистное сооружение имеет анаэробные этапы, произведенный канализационный газ от которых используется для отопления ферментаторов или на выработку тепла и электричества.

К началу Второй мировой войны использования канализационных газов получило быстрое распространение. Были разработаны плавающие колоколоподобные газгольдеры, мощные мешалки и системы отопления для ускорения процесса брожения. Продажа очистного газа для предприятий пользовалась большим спросом. В этот период существенного распространения получили эксперименты по очистке газа от воды, двуокиси углерода и сероводорода с целью его расфасовки в железные баллоны и использования в качестве топлива для транспортных средств.

Перед Второй мировой войной и во время войны в Германии в связи с возросшим спросом на «газовое топливо» пытались увеличить производство канализационного газа путем добавления твердых органических отходов, то есть применяли метод, называемый сегодня коферментацией. В 1940 г. в г.Штутгарт впервые успешно удалось подмешать отсепарированный жир.

По инициативе Имхоффа в г. Халле проводились эксперименты с отходами лакричного корня, каниги, лигнином, отходами растений и зерна. Было установлено, что лигнин производит 19 л газа с килограмма сухой массы, канига давала 158 л/кг, а лакричный корень даже 365 л/кг, для последнего, однако период брожения составлял 45 дней. Очень подробные опыты с коферментации проводил д-р. Франц Попель во время войны в г. Амельсфорт, Нидерланды. Уже тогда добавляли органические остатки домашнего хозяйства для экспериментов.

Очень хороший исторический обзор развития технологий по производству биогаза приводит Шнелль в своей работе «Биогаз, шанс, который долго упускали».

В 1982 г. немецкие ученые В. Баадер, Е. Доне и М. Бренндерфер в своей работе «Биогаз: теория и практика» описали основы технологии производства биогаза. Согласно их исследованиям данным вопросам уделялось большое внимание как в промышленно развитых, так и в развивающихся странах. Доля биомассы в энергопотреблении разных стран колеблется в широких пределах. Если в США, например, она совсем еще невелика (~2,5 %), то в некоторых развивающихся странах биомасса служит основным источником энергии для отопления жилищ и приготовления пищи.

Наиболее распространенный способ получения энергии из биомассы – анаэробное (без доступа кислорода) сбраживание отходов сельскохозяйственного производства. Получающиеся в результате этого процесса продукты – биогаз и перебродившая полужидкая масса – представляют собой большую ценность как газообразное топливо и органическое удобрение.

Не менее важная сторона применения биогазовых установок – предотвращение загрязнения воздушного и водного бассейнов, почвы и посевов благодаря утилизации и дезодорации навозных стоков крупных животноводческих ферм и комплексов, получения обеззараженных высокоэффективных органических удобрений.

За рубежом проблеме получения и использования биогаза уделяют

большое внимание. За короткий срок во многих странах мира возникла целая индустрия по производству биогаза: если в 1980 г. в мире насчитывалось около 8 мил установок для получения биогаза суммарной мощностью 1,7-2 млрд куб. м в год, то в настоящее время данные показатели соответствуют производительности по биогазу только одной страны – Китая. Процесс биоконверсии, кроме энергетической, позволяет решить еще две задачи. Во-первых, сброженный навоз по сравнению с обычным, повышает на 10-20% урожайность сельскохозяйственных культур. Объясняется это тем, что при анаэробной переработке происходит минерализация и связывание азота. При традиционных же способах приготовления органических удобрений (компостированием) потери азота составляют до 30-40%. Анаэробная переработка навоза в четыре раза – по сравнению с несброженными навозом – увеличивает содержание аммонийного азота (20-40% азота переходит в аммонийную форму). Содержание усвояемого фосфора удваивается и составляет 50% общего фосфора. БГУ Zorg производит биогаз и биоудобрения из отходов сельского хозяйства. Сырьем может быть навоз КРС, навоз свиней, птичий помет, отходы растений, силос солома, прогнившее зерно, отходы боен, канализационных стоков, жиры, биомусор, отходы пищевой промышленности, садовые отходы, солодовый осадок, выжимка, базарные отходы. Тепло от охлажденного генератора или от сжигания биогаза можно использовать для обогрева фермы, домов, сушки семян, получения кипяченой воды для содержания скота.

Установка в городе Ribe была построена в 1989-90 годах и начала работать в 1990 году. Владельцем установки является компания Ride Biogas Ltd, которая в свою очередь принадлежит фермерам, поставляющим навозные стоки; пищевой компании, поставляющей органические отходы; местной энергично компании и двум инвестиционным компаниям. Цель компании Ride Biogas Ltd заключается в запуске и эксплуатации биогазовой установки, а также в развитии и продвижении технологий производства биогаза. БГУ вносит вклад в решении серьезных экологических и сельскохозяйственных проблем в регионе, связанных с обращением с навозными стоками, их хранением и распределением. При этом установка дает определенные экономические преимущества для фермеров. Предприятие получает жидкий навоз (крупный рогатый скот, свиньи, птица) от 69 животноводческих ферм. Навозные стоки смешиваются и сбрасываются с отходами боен (содержание желудков), сбрасываемыми органическими отходами пищевых и рыбоперерабатывающих предприятий, фармакологии и переработки птицы. Температура сбрасывания 53°C (термофильный процесс). Минимальный гарантированный время содержания (МГВУ), равна 4-м часам и гарантирует эффективное обеззараживание сбрасываемой биомассы. Сброженная масса возвращается поставщикам. Это свободное от патогенных микроорганизмов жидкое удобрение. Избыток продается на 72 растениеводческие фермы. Поставщиками навоза принадлежат 25 децентрализованных емкости для сброженной биомассы с общим объемом 50 тыс. м³. Они располагаются в непосредственной близости

от полей, которые нужно удобрять. Это значительно снижает расходы на транспортировку и увеличивает доступный для удобрений регион. Емкости были построены с использованием 40% гранта Министерства сельского хозяйства. Биогаз перекачивается по трубопроводу низкого давления на когенерационную станцию в г. Ribe. Станция обеспечивает город электроэнергией и теплом. Станция была построена в 1996/97 годах для замены трех старых угольных станций. Газовый двигатель работает на смеси биогаза и природного газа. Биогаз имеет приоритет.

БГУ Filskov построена в 1995 году и принадлежит местному кооперативу, Filskov Energisetekab Amba. В число владельцев входят потребители тепла и поставщики навозных стоков. Основной задачей установки является производство биогаза с помощью анаэробного сбраживания с доступной в регионе биомассы. Установка построена в два этапа. Сначала в 1992/93 годах построен котел для сжигания древесной щепы, система ЦТ (включая потребителей). На втором этапе в 1995 году построены биогазовые и когенерационные установки, децентрализованные накопительные емкости для зарождающейся биомассы, специализированные автомобили и т.д. Установка получает навоз от 11 ферм (95% КРС и 5% свиньи). Навоз зарождается вместе с отходами боен, а также с жиросодержащими отходами птицефабрик и рыбоперерабатывающих предприятий. Используется термофильный режим (53°C). Время удержания в метантенке от одного до 10 дней. После сбраживания, сброженная масса выдерживается в течение 35 дней в емкости 3000 м³, покрытой газонепроницаемой мембраной. Минимальное гарантированное время удержания 4 часа гарантирует эффективное уменьшение патогенных микроорганизмов в сброженной массе. Перед тем, как отправить сброженную массу поставщикам биомассы или в три общих хранилища, анализируется содержание сухой фракции и питательных веществ. Биогаз используется в когенерационной установке (газовый двигатель мощностью 375 кВт). Тепло по сетям подается в город Filskov 140 потребителям, электроэнергия продается в сеть. Биогазовый двигатель обеспечивает 45% потребности в тепле. Последнее тепло получает с помощью 1000 кВт древесного котла. Резервный газ мазутный котел (1600 кВт) покрывает пиковые тепловые нагрузки во время холодных периодов, а также используется в случае аварийной остановки двигателей.

В СССР велись работы по определению оптимальных условий утилизации биомассы с целью создания рентабельной безотходной технологии. В исполнении их участвовали научно-исследовательские, проектные учреждения и производственные коллективы АН СССР, ВАСХНИЛ и др.

Производительность экспериментальной биогазовой установки (БГУ), которая работала в совхозе «Рассвет» Запорожской области, составляет в расчете на 1 м³ бродильной камеры 3 м³ биогаза (Р.А. Мельник, 1985). С 1973 г. в Чехословакии успешно работает БГУ большой мощности (емкость двух бродильных камер составляет 6 тыс. м³). Кроме биогаза из утилизируемого навоза свиней и осадка городских сточных вод в течение года производится

более 3 тыс. т удобрений, 6 т серы и 70 тыс. м³ воды, используемой для полива. В Венгрии и Болгарии работает несколько БГУ с суточным выходом 1000 м³ биогаза, по энергетической ценности эквивалентен 600 л дизельного топлива. Такое количество биогаза имеют из биомассы от 2500 свиней. Страны, которые осуществляют импорт нефти, газа и других носителей энергии, с производством биогаза связывают надежды на замену импортных источников энергии биогаза, а также на оздоровление окружающей среды. Так, в Чехословакии летнего потенциала навозной биомассы достаточно для производства 4 млрд м³ биогаза, а импортируется 3,6 млрд м³. Для повышения рентабельности производства биогаза проводятся исследования по совершенствованию БГУ. Создаются активные метаногенные штаммы с применением методов генетической инженерии, вводятся в биомассу, утилизируются, метанол, ацетат, целлюлоза и другие вещества для ускорения процесса накопления плотной метаногенной микробной ассоциации, изучаются способы предварительной подготовки навоза, внедряются системы автоматизированного управления БГУ и программы ЭВМ для оптимизации конструктивных и эксплуатационных параметров этих установок.

Первые БГУ возникли еще до создания научных основ метаногенеза. В Индии (Бомбей) они были уже в 1900 г. В 1918 г. аналогичные установки появились в Германии, в 1928 – в Англии, в 1930 г. – в США. БГУ были попыткой имитации природных процессов разложения органического вещества в болотах с выделением болотного газа, содержащего метан.

В Индии акцент был сделан на семейные и общественные БГУ. До 1993 г. там насчитывалось около 1,85 млн БГУ. Программа децентрализации производства энергии, инициированная правительством Индии в 1995 г., обеспечила поддержку проектов по производству энергии в сельских общинах с использованием биогаза единичной мощностью от 10 до 15 МВт. Широко развилось семейное и общественное получение биогаза в Китае. В конце 1978 там функционировало 7,15 млн БГУ. В 1995 г. семейные БГУ Китая производили 1,3 млрд м³ биогаза. Но, кроме семейных, в стране есть еще 600 крупных и средних БГУ, использующих отходы животноводства и птицеводства, а также от винодельческих и спиртовых производств. Китай – единственная страна в мире, имеет специализированный научно-исследовательский институт (г. Чэнду). При институте функционирует учебный центр по подготовке специалистов для стран Азии и Тихоокеанского бассейна.

В Европе сейчас действуют около 6400 БГУ различных типов. На них производят 10,37 ТВт ч электро- и 36,53 ПДж тепловой энергии в год. В частности, в Германии на сельхозотходах работают около 400 БГУ с объемами метантенков до 600-800 м³. В период с 1995 по 1998 гг. были построены 8 централизованных БГУ, и суммарная емкость всех работающих метантенков достигла 190 тыс. м³. Достаточно широко поставлено дело получения энергии с помощью БГУ в Великобритании, Австрии, Италии, Дании, Швеции, Голландии.

На Американском континенте БГУ получили меньшее распространение,

чем в Европе. В США на специализированных комплексах КРС и свинофермах эксплуатируются более 10 крупных установок, которые характеризуются большой производительностью по исходным сырью: 500 и более м³/сут. Для Канады характерны мелкие установки, поскольку там законодательно ограничена большая концентрация поголовья животных. Характерной для США и Канады является то обстоятельство, что биогазовая технология преимущественно рассматривается как локальное природоохранное мероприятие и в меньшей степени как энергетическое. В США в последнее время проявляют интерес к системам очистки биогаза от углекислого газа и доочистки стоков после метанового сбраживания, о чем свидетельствует факт закупки комплекса оборудования по очистке биогаза в Украине (Сумское НПО им. М.В. Фрунзе в 2001 г. поставило в США опытный образец такой установки).

Развитие биогазовых технологий в Украине началось по сооружению в 1959 году. В Запорожском филиале Всесоюзного научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства установки, рассчитанной на переработку навоза от 150 дойных коров и 20 свиноматок. С 1984 г. в области технологии метанового сбраживания работает Украинское научно-проектное объединение «УкрНИИагропроект», а также Институт микробиологии и вирусологии НАН Украины (Киев). На основе их работ были созданы две опытно-промышленные БГУ. Одну – на птицефабрике «Киевская» (объем метантенка – 20 м³, производительность – до 60 м³ биогаза с 2 м³ помета в сутки) вторая – на базе свинооткормочного совхоза «Россия», Черкасская область (объем метантенка – 160 м³, производительность за биогазом – 200-250 м³/сут). Промышленные образцы БГУ были созданы Запорожским конструкторско-технологическим институтом сельскохозяйственного машиностроения («КОБОС-1», 1983 г.) и Сумским машиностроительным объединением им. М.В. Фрунзе («Биогаз 301С», 1984 г.). Установка «КОБОС-1» с объемом метантенка 250 м³ была установлена в с. Гребенки Киевской области, и еще несколько аналогичных БГУ продано в Россию. Установка «Биогаз 301С» 20 лет проработала в подсобном хозяйстве Сумского НПО им. М.В. Фрунзе. За разработкой Сумского ВНИИКОМПРЕСОМАШ создана установка «Биогаз 2-401С» производительностью 20 м³/сутки по исходным сырью для подсобного хозяйства Уфимского машиностроительного завода.

На уровне исследовательских и экспериментальных работ БГУ занимается ряд учреждений Украины, а именно:

- Институт технической теплофизики НАН Украины;
- Институт электродинамики НАН Украины;
- Украинский институт исследований окружающей среды и ресурсов;
- Украинский государственный лесотехнический университет;
- Украинский научный центр технической экологии (Донецк).

Некоторые учреждения и предприятия имеют собственные экспериментальные образцы БГУ. В частности, фастовское ОАО Машиностроительный завод «Красный Октябрь» вместе с киевской

научно-производственной фирмой «Альтек» создали компактную биогазовую установку с объемом метантенка 2-4 м³, предназначенную для переработки отходов КРС. Днепропетровское ЗАО «Объединенная инжиниринговая компания» разрабатывает и производит БГУ с объемами метантенков 3 и 6 м³ для индивидуальных хозяйств.

По проекту Сумского НПО им. М.В. Фрунзе и донецкого Украинского научного центра технической экологии (УкрНТЭК) в Харьковской области (с. Н-Мажарово) строится установка «Биогаз 5-61С». Она предназначена для переработки отходов КРС, ее производительность по исходным сырьем – 50 т/сут. Получаемый биогаз должен использоваться для производства 640 Гкал/год тепловой энергии, твердая фракция – как органическое удобрение, а жидкие стоки – для орошения. БГУ внедряется при финансовой поддержке Комитета энергосбережения Украины.

УкрНТЭК разработал также проекты установок «Биогаз 6 МГС3», «Биогаз 15 МГС1», «Биогаз 50 МГС1» для малых фермерских хозяйств Донецкой и Сумской областей. Установку «Биогаз 6 МГС3» в 2003 г. смонтирован и запущен в одном из фермерских хозяйств вблизи города Лимасол на Кипре.

8.2. Особенности технологии производства биогаза

Биогаз – газ, получаемый метановым брожением биомассы, например: сельхоз отходов, отходов очистных сооружений.

В его составе: 55%-75% метана, 25%-45% CO₂, незначительные примеси H₂ и H₂S. После очистки биогаза от CO₂ получается биометан. Биометан – аналог природного газа, отличающийся только происхождением (рис. 8.1).

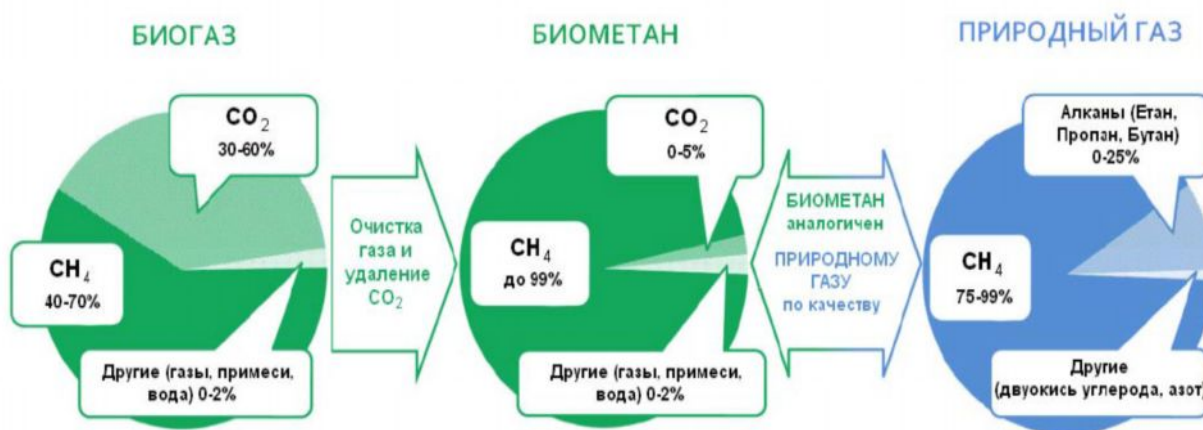


Рис. 8.1. Состав биогаза/биометана и природного газа

Биогазовая установка – это комплекс сооружений и технологического оборудования, которые интегрированы в единую автоматическую систему управляемого метанового брожения.

Установки для производства биогаза из органических отходов обычно подразделяют на четыре основных типа:

- без подвода тепла и без перемешивания сброживаемой биомассы;

- без подвода тепла, но с перемешиванием сбраживаемой биомассы;
- с подводом тепла и с перемешиванием биомассы;
- с подводом тепла, с перемешиванием биомассы и со средствами контроля и управления процессом сбраживания.

Технология получения биогаза, состав строительных сооружений и оборудования биогазовой установки отличается в зависимости от сырья и специфики проекта. Существуют двухстадийные и одностадийные биогазовые комплексы. Одностадийная технология используется для большинства субстратов и такую технологию можно считать базовой. Двухстадийная технология используется для субстратов, которые быстро расщепляются, ввиду чего имеют склонность к окислению. Технология получения биогаза в две стадии отличается от одностадийной наличием дополнительного реактора гидролиза. Например, птичий помет, спиртовая барда не перерабатываются в биогаз в обычном реакторе. Для переработки такого сырья необходим дополнительно реактор гидролиза. Такой реактор позволяет контролировать уровень кислотности, таким образом, бактерии не погибают из-за повышения содержания кислот или щелочей.

Отходы периодически подаются с помощью насосной станции или загрузчика в реактор. Реактор представляет собой подогреваемый и утепленный железобетонный резервуар оборудованный миксерами. В реакторе живут полезные бактерии, которые питаются отходами. Продуктом жизнедеятельности бактерий является биогаз. Для поддержания жизни бактерий требуется подача корма – отходов, подогрев до 35°C и периодическое перемешивание. Образующийся биогаз скапливается в хранилище (газгольдере), затем проходит систему очистки и подается к потребителям (котел или электрогенератор). Реактор работает без доступа воздуха, герметичен и неопасен.

Технологический процесс получения энергии из биогаза включает следующие этапы:

1. Подготовка и предварительная обработка сырья:
 - перемешивание субстрата;
 - измельчение;
 - сепарация примесей на входе в реактор;
 - загрузка (подача и дозирование) сбраживающей суспензии.
2. Получение биогаза путем сбраживания в реакторе:
 - влажная ферментация, мезофильный процесс;
 - система с полным перемешиванием;
 - длительность пребывания сбраживаемой суспензии: 20-40 суток.
3. Сепарация остатков сбраживания:
 - использование твердых фракций остатков в качестве удобрения.
4. Утилизация биогаза:
 - производство тепловой и электрической энергии.
5. Обогащение биогаза до биометана.
6. Реализация биометана в газовые сети.

Пример работы биогазовой установки приведен на рис. 8.2.

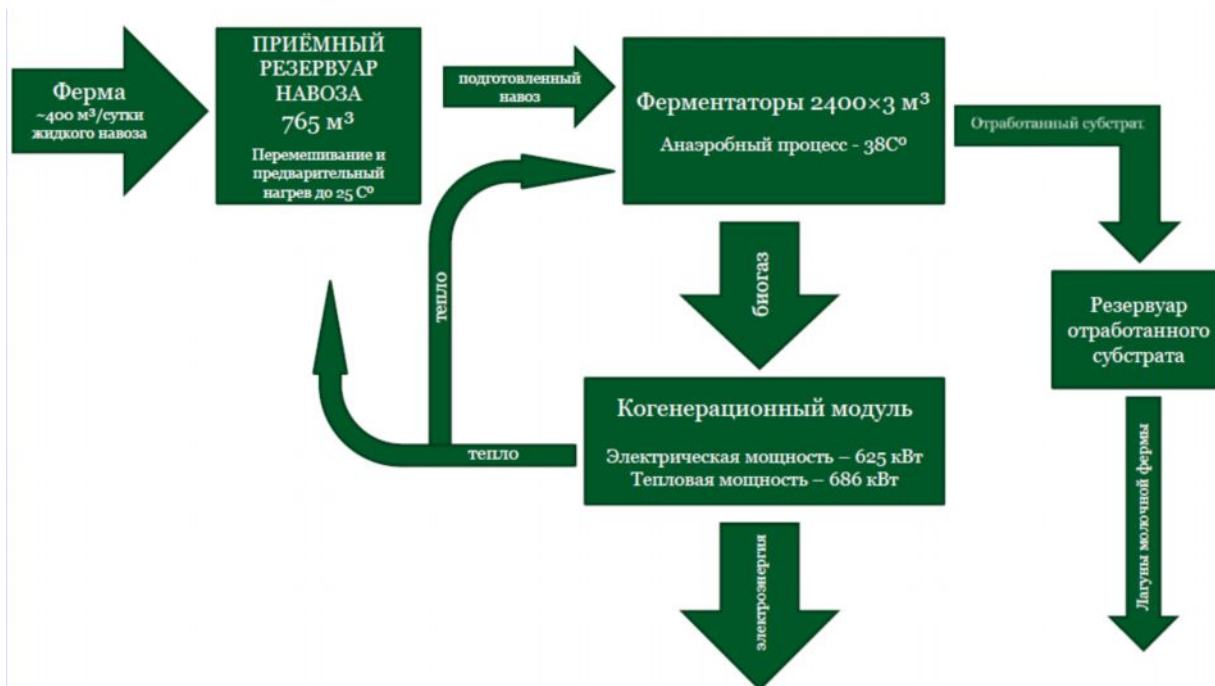


Рис. 8.2. Принципиальная схема биогазовой установки

Схематически технология производства и реализации биогаза/биометана приведена на рис. 8.3.

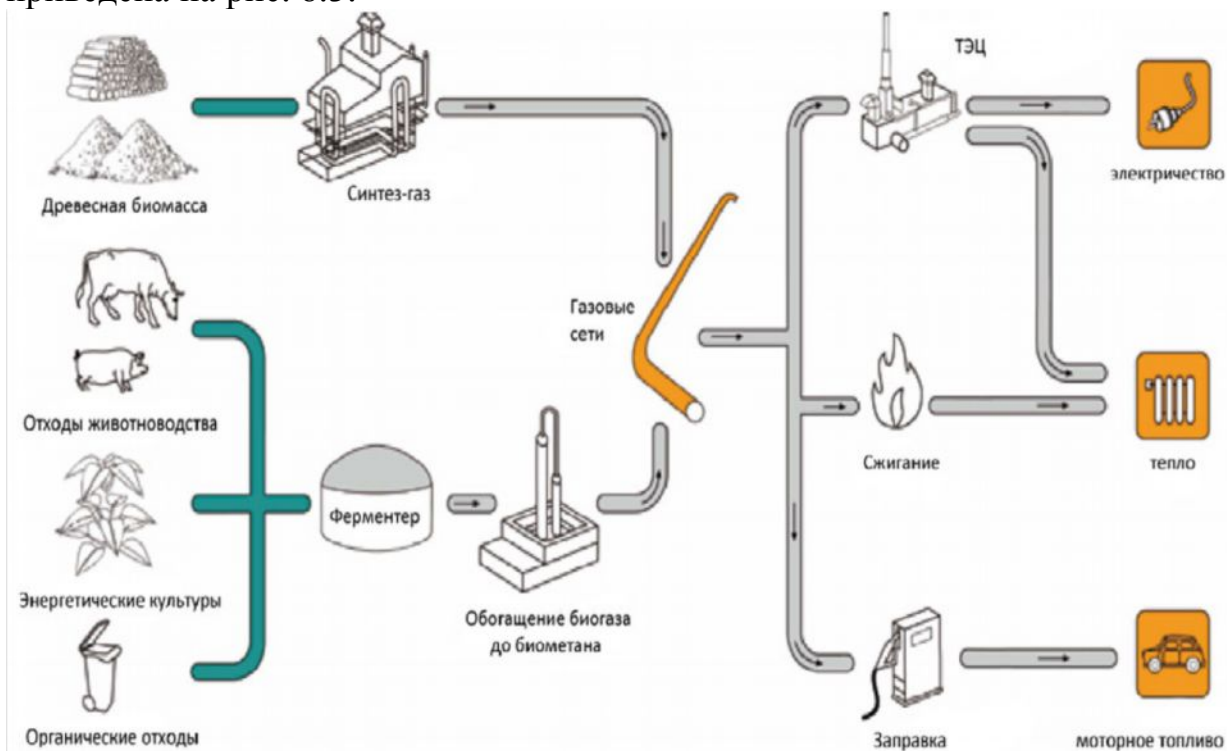


Рис. 8.3. Схема этапов производства биогаза/биометана

Детализация элементов биогазового комплекса, на примере ВРС GROUP power system, приведена на следующем рисунке.



Рис. 8.4. Состав биогазового комплекса

Однако, зависимо от типа биогазовой установки (производителя, технологии производства) может изменяться ее комплектование.

Для производства биогаза могут быть использованы следующие виды отходов: отходы животноводческих ферм, бойни, сахарных заводов, спиртзаводов, жир, продукция растениеводства и др. сырье (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Выход биогаза из различного сырья

Тип сырья	Выход биогаза, м ³ на тонну сырья
Навоз коровий	38-52
Навоз свиной	52-88
Помет птичий	47-94
Отходы бойни	250-500
Жир	1300
Барда послеспиртовая	50-100
Зерно	400-500
Силос, ботва, трава, водоросли	200-400
Свекольный и фруктовый жом	40-70
Глицерин технический	400-600

Объем выделяемого биогаза, в первую очередь, будет зависеть от вида используемого сырья. Что традиционно применяется для этих целей?

Травяная часть растительных культур – силос. Безусловными лидерами в этой группе являются смесь стеблей и початков кукурузы и силос зерновых – при их переработке выделяется 451,3 куб. м. и 214,1 куб. м. газа соответственно.

Корнеплоды, овощи либо зерновые культуры (семена). Особенно

эффективная переработка рапса (644,5 куб. м.) и картофельного крахмала (605,6 куб. м).

Получение биогаза из водорослей в будущем может составить достойную конкуренцию переработке отходов производства. Уже сейчас существуют технологии, позволяющие осуществлять этот процесс.

Жир, масло – абсолютные «чемпионы» по количеству выделяющегося газа.

При переработке отходов животноводства, птицеводства и пищевой промышленности также образуются большие объемы биотоплива.

Преимущества биогазовой энергетики:

1. Доступность сырья для работы установки, соответственно, полное отсутствие топливных затрат в структуре операционных расходов.

2. Непрерывность технологического цикла и максимальный коэффициент использования установленной мощности, что сокращает окупаемость биогазовых установок и отличает их от прочих возобновляемых источников энергии.

3. Технологическая гибкость: использование биогаза дает возможность получения одновременно нескольких видов ресурсов – газа, моторного топлива, электроэнергии, тепла, холода.

4. Территориальная гибкость: при использовании системы компримирования и транспортировки сжатого газа когенерационные установки могут быть размещены в любом районе и не требуют строительства дорогостоящих газопроводов и сетевой инфраструктуры, а также позволяют потребителям энергии сэкономить на стоимости подключения к сетям.

Наиболее распространенными способами энергетического использования биогаза являются:

- сжигание в газопоршневых двигателях в составе мини-ТЭЦ, с производством электроэнергии и тепла (или холода), либо с производством только электрической энергии (ТЭС);

- прямое сжигание в котлах, печах и другом технологическом оборудовании для получения тепловой энергии (может применяться для коммунального/промышленного теплоснабжения, приготовления пищи, кормов, др.);

- закачивание в сеть природного газа после очистки от балластных газов, в результате очистки получается аналог природного газа (биометан) с содержанием метана 96...98%;

- использование в качестве автомобильного моторного топлива после глубокой очистки и компримирования.

Все перечисленные способы в той или иной мере используются в мировой практике, но доминирующим является производство электроэнергии в мини-ТЭЦ на биогазе, в том числе благодаря широко распространенному механизму стимулирования с помощью «зеленого» тарифа. В последнее время в мировой практике быстрыми темпами растет количество биогазовых проектов, направленных на производство и закачивание биометана в сеть

природного газа.

Ожидается, что большинство новых биогазовых проектов в Украине также будут направлены на производство электрической энергии, хотя хорошие перспективы могут иметь проекты по производству и закачиванию в сеть природного газа биометана. Последнее требует законодательного и нормативного урегулирования, на сегодняшний день механизмы и рамочные условия реализации подобных проектов в Украине отсутствуют.

8.3. Состояние и развитие рынка биогаза

Реализация биогазового потенциала возможна с использованием трех основных групп сырья:

- отходов и побочной продукции АПК – сельского хозяйства и пищевой перерабатывающей промышленности;
- отходов коммунального хозяйства городов – органической фракции ТБО, сточных вод и их осадков;
- специально выращенных энергетических растений.

Возможности сельского хозяйства в Украине задействованы незначительно – 0,3%, что составляет 10 млн м³ биогаза (табл. 8.2). Производство биогаза на базе твердых бытовых отходов в Украине тоже развивается невысокими темпами, о чем свидетельствуют ниже приведенные данные.

Таблица 8.2

Использование биомассы для производства энергии в Украине (2011/2012 гг.)

Вид биомассы	Годовой объем потребления*		Доля от общего объема годового потребления БМ	Доля от экономически целесообразного потенциала
	Натуральные единицы	тыс. т у.т.		
Солома зерновых и рапса	77 тыс т	37	1,6%	1%
Дрова (население)	2 млн м ³	478	21,4%	80%
Древесная биомасса (кроме населения)	3 млн т	1330	59,5%	
Шелуха подсолнуха	665 тыс т	318	14,2%	59%
Биоэтанол	180 тыс т	48	2,1%	4%
Биогаз из отходов сельского хозяйства	10 млн м ³	7	0,3%	2%
Биогаз из полигонов ТБО	26 млн м ³	18	0,8%	7%***
Всего		2236**	100%	

* Для производства энергии в Украине. Экспорт гранул не учитывается

** Сопоставляется с данными Государственной службы статистики Украины (2,24 млн т у.т. в 2011 г).

*** С учетом факельного сжигания

Под отходами понимаются все собранные и отделенные от целевого

сырья и продукции материалы органического происхождения, а также часть целевого сырья и продукции, непригодная к употреблению.

Наибольшими поставщиками сырья для производства биогаза могут предприятия сельского хозяйства (растениеводство и животноводство), перерабатывающей промышленности (сахарные заводы, масложировые комбинаты, консервные заводы и др.), спиртовой промышленности (спиртовые, пивные заводы). Общий объем отходов в данном сегменте производства, по состоянию на 2013 г., составил 111,5 млн тонн, что эквивалентно 49,1 млн тонн в переводе на сухое вещество (рис. 8.5-8.7).

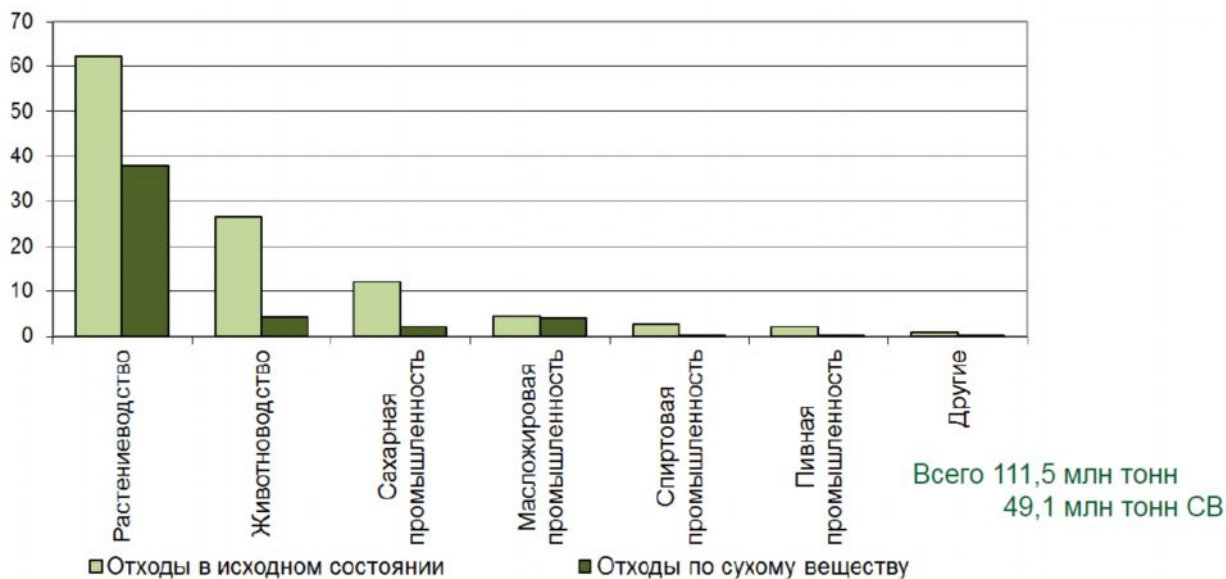
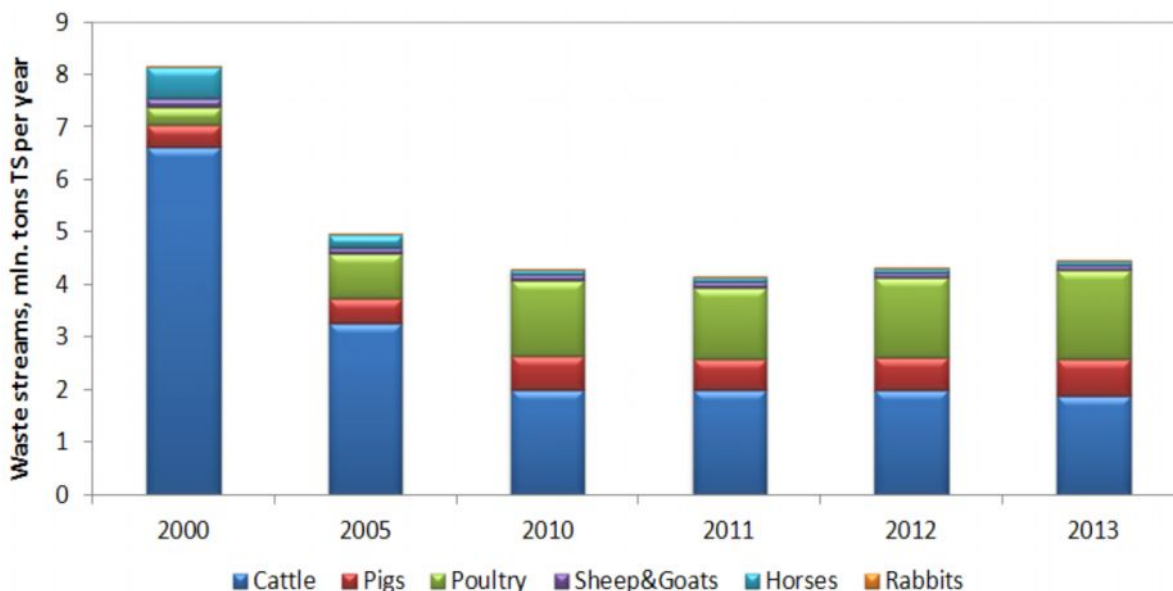


Рис. 8.5. Расчетное образование отходов в основных секторах АПК



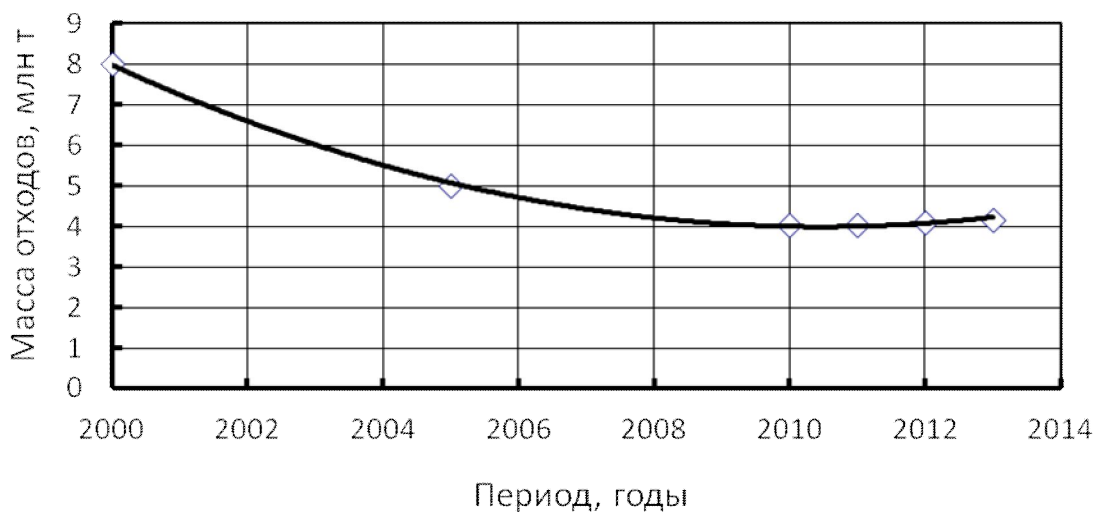


Рис. 8.6. Отходы животноводства в Украине, млн тонн сухого вещества в год

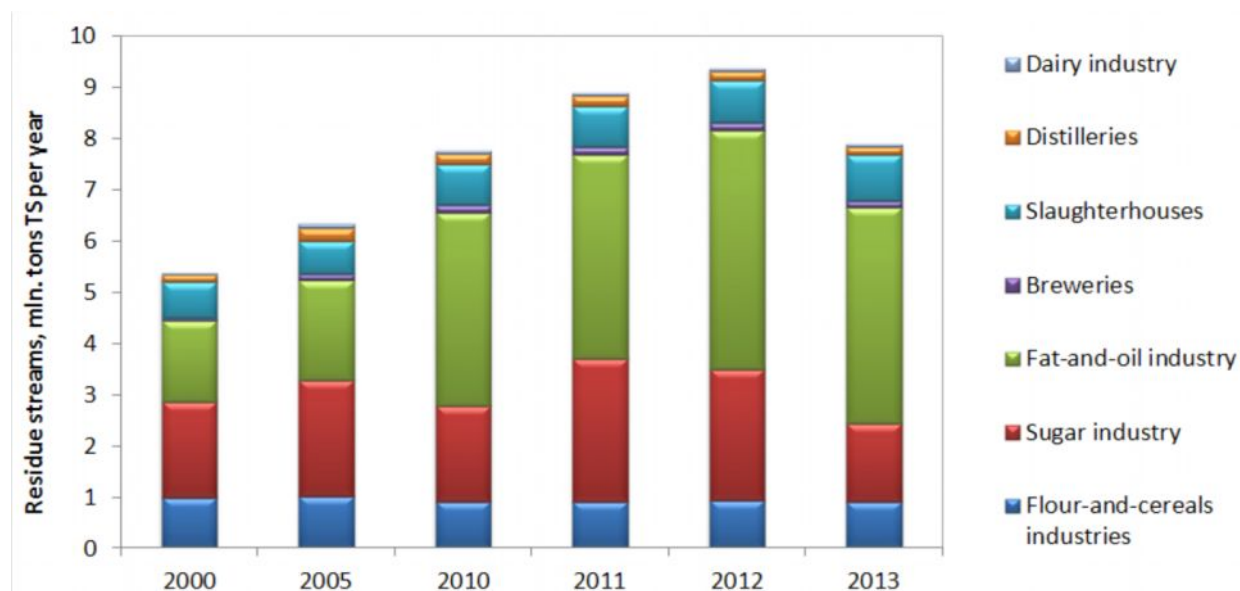


Рис. 8.7. Отходы перерабатывающей промышленности, млн тонн сухого вещества в год

Наиболее перспективной сферой для строительства и использования БГУ считается АПК (в частности, животноводство, сахароварение и спиртовая промышленность), поскольку эти предприятия являются и «производителями» сырья для биогаза (т. е. различного рода биомассы), и потребителями энергии. Кроме того, многие объекты АПК строятся вдалеке от газопроводов и линий электропередач, а следовательно нередко нуждаются в автономном источнике энергоснабжения, которым и могла бы стать БГУ.

При этом нужно учитывать, что в структуре себестоимости продукции предприятий агросектора затраты на энергоносители составляют не менее 10%, а на животноводческих фермах или в тепличных хозяйствах этот показатель доходит даже до 50%. По данным Международной финансовой корпорации

(МФК), при цене природного газа 485 долл за тыс. куб. м украинский агрохолдинг полного цикла (включающий, например, птицефабрику на 10 млн голов) ежегодно будет тратить на энергоносители около 8 млн грн. Это в 1,5 раза больше, чем в странах ЕС, где внедрение биогазовых технологий идет полным ходом – в европейских странах не менее половины всех птицеферм отапливаются биогазом, а в энергобалансе Дании он вообще занимает около 18%.

В Украине, по состоянию на 2013 г., животноводческие комплексы и птицефабрики пока эксплуатируют четыре БГУ, еще пять находятся на стадии запуска. Например, биогазовая установка, работающая на ферме крупного рогатого скота ООО «Украинская молочная компания» за сутки перерабатывает около 400 т навоза и может произвести 1 МВт·ч электроэнергии, что составляет 200% от потребности фермы в энергоносителях.

Строит биогазовую установку и крупнейший отечественный производитель сахара – холдинг «Астарта». БГУ вводится в эксплуатацию на Глобинском сахарном заводе – она будет ежегодно перерабатывать 120 тыс. т свекловичного жома и производить около 14,4 млн куб. м биогаза (что позволит всему холдингу снизить годовой объем закупки природного газа на 7,7 млн куб. м, или почти на 50%). По словам министра аграрной политики и продовольствия Украины Игоря Швайки, «несколько таких мощных биогазовых комплексов помогут отечественной сахарной отрасли вообще отказаться от российского газа». Кроме Глобинского сахарного завода, БГУ строится и в Яготине, но действующих на сахарном жоме биогазовых установок в стране пока нет.

Еще хуже обстоят дела в государственной спиртовой отрасли. Еще в 2009 г. «Укрспирт» составил перечень предприятий, которые изъявили желание внедрять биогазовые технологии. Планировалось, что до 2011 г. в Украине на 38 из них появятся БГУ, продукция которых заместит 104 млн куб. м природного газа в год (или 27% потребности этих предприятий). Однако на деле неповоротливая государственная машина сумела воплотить в жизнь лишь пилотный проект установки по производству биогаза мощностью 1 тыс. куб. м в сутки на Лужанском экспериментальном заводе.

Ярким примером развития биогазовых технологий и производства биогаза является Китай. Сегодня это единственная страна мира, где работает государственная программа поддержки производства биогаза – «Государственная программа развития сельской биогазовой энергетики». Она была принята в Китае в 2003 году.

Цель программы – построить более четырех тысяч больших биостанций, функционирующих на базе отходов животноводческих ферм.

Еще в 1970-е годы китайское правительство определило биогаз как наиболее эффективный и рациональный вариант использования ресурсов в сельской местности и обеспечило поддержкой фермеров. Содействие правительства дало толчок и обеспечило бурный рост биогазовой отрасли в Китае. К 2005 году таких реакторов в Китае насчитывалось более

10 миллионов. Ежегодно они производили около 7,3 млрд куб. метана. Технология «Китайский купол» стала стандартом для фермерских хозяйств. Начиная с 70-х годов около 80 % автобусного парка в селе и порядка 60 % национального парка работают на биогазе.

Общий объем производства биогаза в стране составляет 14 млрд куб. в год. При этом Китай экспортирует как сам биогаз, так и двигатели на основе этого топлива более чем в 20 стран мира. В частности, через Азиатский банк развития.

Сегодня Китай обеспечивает треть своих потребностей в энергоносителях за счет биогаза. Это позволяет сэкономить до 10 миллионов тонн нефти в год. Страна планирует к 2020 году обеспечить биогазом в сельской местности 300 млн человек.

8.4. Обоснование перспективности масштабного внедрения использования биогаза

Биогазовые проекты в агропромышленном секторе могут быть организованы одним из следующих способов:

- производство биогаза на базе отходов отдельного предприятия (например, навоза животноводческой фермы, жома сахарного завода, барды спиртового завода), при этом один вид отхода будет доминирующим (схема М1, рис. 7.8); при наличии разных видов отходов и побочной продукции (например, жом, меласса, бой свеклы на сахарных заводах) возможна их совместная переработка (М2);

- производство биогаза на базе отходов разных предприятий, с привязкой проекта к отдельному предприятию (М3 при однотипном сырье; М4 при разных видах сырья) либо отдельно расположенной централизованной биогазовой установки (М5);

- производство биогаза с преимущественным использованием энергетических культур на отдельно расположенных биогазовых установках (М6 с частичным использованием навозных отходов).

Наиболее целесообразным в условиях Украины может быть использование схемы М1/М2, когда отходы предприятия имеют условно «нулевую» стоимость. При этом важно, чтобы такие отходы обладали достаточно большим удельным потенциалом газообразования (например, свекольный жом, сухой помет птицы, пивная дробина, жировые отходы). В случае законодательного урегулирования вопроса предоставления зеленого тарифа на электроэнергию из биогаза, вырабатываемого не только из отходов, но также и продукции сельского хозяйства, потенциально перспективными могут быть проекты БГУ по схеме М6. В каждом отдельном случае целесообразность строительства БГУ по одной из возможных схем определяется местными рамочными условиями и его экономическими показателями.

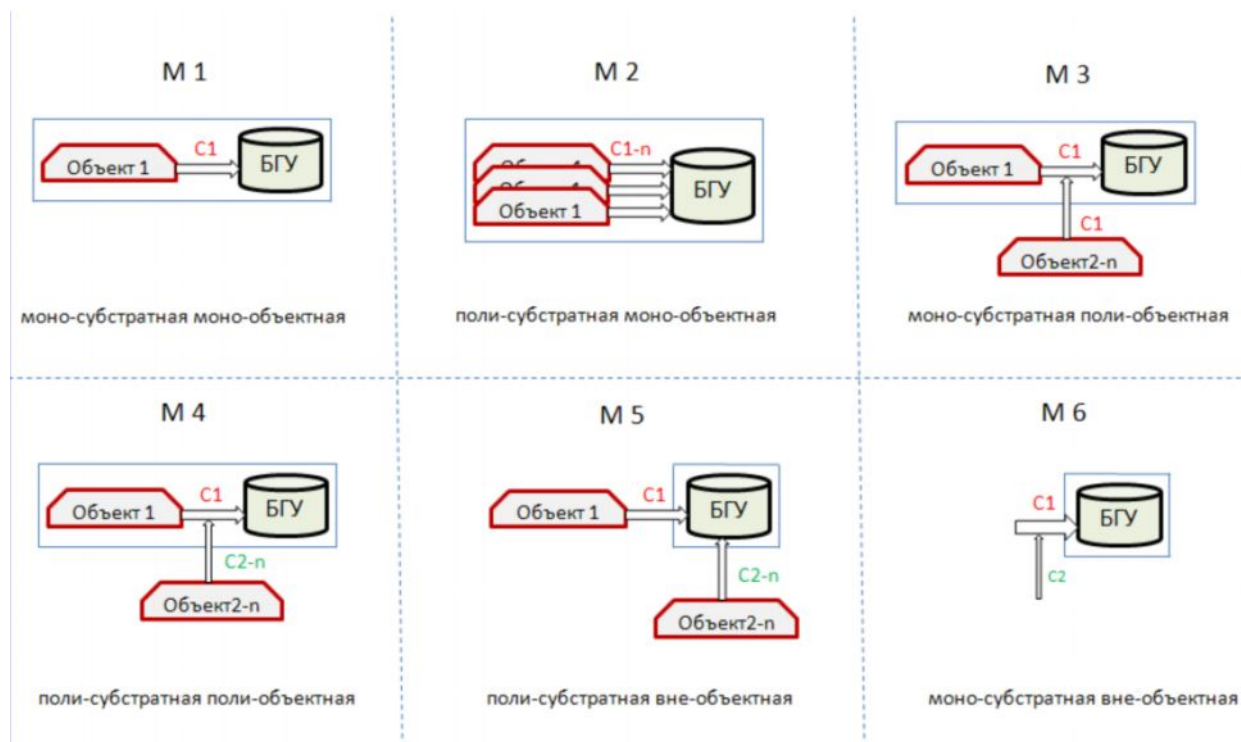


Рис. 8.8. Возможные схемы организации производства биогаза в агропромышленном секторе

Факторы развития биогазовых технологий в реалиях Украины представлены ниже.

1. Природные

1.1. Наличие в Украине большого объема биологического сырья необходимого для производства биогаза.

1.2. Значительный объем водных ресурсов (вспомогательное сырье при производстве биогаза).

2. Стремительно растущие цены на традиционные энергоносители

2.1. Замещение импортного газа биогазом и как следствие улучшение платежного баланса Украины.

2.2. Невысокие цены на воду (значительно ниже в Европе).

3. Фискальные

3.1. Освобождение от уплаты налога на прибыль компании по производству альтернативной электроэнергии.

3.2. Освобождение от уплаты импортных пошлин и НДС при импорте оборудования.

4. Политические

4.1. Необходимость снижения зависимости от внешних поставщиков энергоресурсов.

4.2. Лояльность международных финансовых организаций к проектам альтернативной энергетики (возможность привлечения финансовых ресурсов на льготных условиях).

5. Экологические

5.1. Снижение выбросов тяжелых частиц в атмосферу.

5.2. Выполнение Украиной взятых на себя международных экологических обязательств.

Для обеспечения потребностей рынка Украины в биогазе, по данным Национального проекта «Энергия биомассы», необходимо проектирование и введение в эксплуатацию 100 биогазовых установок общей стоимостью около 700 млн Евро. Основными потребителями биогаза будут оптовый рынок электроэнергии и оптовые потребители тепловой энергии. Планируется осуществить масштабные проекты на большей части территории Украины.

В данный момент в Украине используется 1 млн т у.т. в год, при потенциале в 30 млн т у.т., что эквивалентно 40% потребления природного газа.

Для реализации указанного потенциала созданы все условия:

1. Гарантированный зеленый тариф до 2030 года.
2. Налоговые и таможенные льготы.
3. Программа развития возобновляемых источников энергии 2030 г.
4. Доступность международных источников финансирования.
5. Приоритетная поддержка проектов замещения газа.

Строительство и эксплуатация биогазовых установок привлекательный бизнес. Средний срок окупаемости таких проектов составляет 3 года (рис. 8.9). Срок строительства указанных объектов составляет от 0,3 до 1,5 года. Период окупаемости – 2-5 лет. Срок эксплуатации – 15 лет. Внутренняя норма доходности IRR – 20%



Рис. 8.9. Период строительства и эксплуатации биогазовых установок

Возможные варианты развития биогазовых технологий:

1. Проектирование и строительство очистных сооружений животноводческих предприятий на базе анаэробного сбраживания (до 1 МВт) (рис. 8.3). Использование многокомпонентных субстратов по желанию заказчика для увеличения выхода биогаза (до 2 МВт).

2. Строительство крупных биогазовых комплексов для переработки собственных отходов предприятий с последующим производством и продажей

электроэнергии по зеленому тарифу (5-10 МВт, сахарные заводы,

птицефабрики).

3. Строительство крупных биогазовых комплексов с последующим получением биометана и использованием в качестве заменителя природного газа.

4. Создание предприятий для механико-биологической переработки органической фракции ТБО.

Таблица 8.3

Исходные показатели проектов БГУ 526 кВт_{эл} и 2128 кВт_{эл}

Показатель	Размерность	Значение	
Поголовье свиней	гол.	6000	24000
Навоз	т/сут	35	140
Силос кукурузы	т/сут	25	100
Объем биореакторов	м ³ _{раб.}	2650	10700
Выход биогаза	м ³ /сут	6600	26700
Удельный выход биогаза	м ³ /м ³ _{раб.}	2,5	
Электрическая мощность КГУ	кВт _{эл}	526	2 x 1064
Производство электрической энергии, нетто	МВт·ч/год	3700	15000
Производство тепловой энергии, нетто	Гкал/год	2700	11000
Инвестиции	млн евро	2,0	6,4
Удельные инвестиции	евро/кВт _{эл}	3800	3000
Кредитный ресурс	-	EURIBOR+6,25% на 10 лет	
Ежегодные эксплуатационные затраты	млн евро	0,25	0,96
Стоимость реализации электроэнергетики	евро/кВт·ч	0,1239-К _{зт} =2,3 0,1115-К _{зт} =2,07	
Стоимость реализации тепловой энергии	евро/Гкал	90	

Оценка экономических параметров энергетических проектов БГУ с мини-ТЭЦ в диапазоне электрических до 2 МВт_{эл} показывает, что дисконтированный срок окупаемости проекта за счет продажи электроэнергии с использованием ЗТ К=2,3 составляет более 10 лет. Необходимо увеличение коэффициента до К=2,7-3,0, возможно, дифференцированное по мощности (табл. 8.4, 8.5).

Потенциал внедрения БГУ мощностью от 100 кВт_{эл} с использованием только отходов отдельных предприятий составляет не менее 800 установок с

общим потенциалом выработки биогаза 1,2 млрд. м³ СН₄.

Крупнейший агрохолдинг Украины – UkrLandFarming – разработал программу поступательного замещения потребления природного газа и электроэнергии. Программа предусматривает в течение 2012-2015 гг. строительство 30 биогазовых заводов в 18 регионах Украины. Это позволит перерабатывать более 1,3 млн. тонн биологических отходов в год; ожидаемое годовое производство электроэнергии – 1394 ГВт/ч. Общая потребность в инвестициях составляет 884 млн. Евро.

Таблица 8.4

Анализ сроков окупаемости проекта 526 кВт_{эл}

Сценарии		до 01/01/15	после 01/01/15	1	2	3	4	5
Удельные инвестиции	евро/кВт _{эл}	3800	3800	1900	3800	3800	3800	3800
Коэффициент «зеленого» тарифа	-	2,3	2,07	2,3	3,3	2,3	2,3	2,3
Стоимость силоса кукурузы	евро/т	20	20	20	20	0	20	20
Доля реализации избыточного тепла от КГУ	%	0	0	0	0		75	0
Доля кредитного ресурса в общих инвестициях	%	70	70	70	70	70	70	0
Простой срок окупаемости	лет	14,4	18,5	<i>6,1</i>	<i>6,5</i>	<i>6,8</i>	<i>6,4</i>	<i>10,2</i>
Дисконтированный срок окупаемости	лет	15,3	19,7	<i>6,7</i>	<i>7,1</i>	<i>7,5</i>	<i>7,0</i>	<i>11,0</i>

Таблица 8.5

Анализ сроков окупаемости проекта 2128 кВт_{эл}

Сценарии		до 01/01/20	после 01/01/20	1	2	3	4	5
Удельные инвестиции	евро/кВт _{эл}	3000	3000	2000	3000	3000	3000	3000
Коэффициент «зеленого» тарифа	-	2,3	2,07	2,3	2,8	2,3	2,3	2,3
Стоимость силоса кукурузы	евро/т	20	20	20	20	10	20	20
Доля реализации избыточного тепла от КГУ	%	0	0	0	0		40	0

Доля кредитного ресурса в общих инвестициях	%	70	70	70	70	70	70	0
Простой срок окупаемости	лет	10,5	13,4	6,3	6,5	6,8	6,2	7,3
Дисконтированный срок окупаемости	лет	11,2	14,2	6,9	7,1	7,4	6,8	8,0

Проектные показатели строительства биогазовых заводов на базе предприятий Группы UkrLandFarming при наличии "зеленого" тарифа в Украине на электроэнергию из биогаза описаны в таблице 8.6.

Таблица 8.6

Проектные показатели строительства биогазовых заводов на базе предприятий Группы UkrLandFarming

Показатель	Значение показателя
Количество биогазовых заводов, ед.	30
Необходимая площадь для строительства заводов, га	230
Объем помета, который утилизируется, тыс. тонн в год	1330
Количество силоса, необходимого для оптимальной работы биогазовых заводов, тыс. тонн в год	2,608
Необходимая площадь для выращивания силоса, тыс. га	74,5
Приведена электрическая мощность, МВт	197
Производство электроэнергии, ГВт·ч в год	1394
Производство тепловой энергии, ГВт·ч в год	1498
Производство жидких удобрений, тыс. тонн в год	825
Производство сухих органических удобрений, тыс. тонн в год	178

Согласно данным программы компания планировала разместить биогазовые комплексы в 18 областях страны.

Факторами, влияющими на инвестиционную привлекательность реализации проекта на базе предприятий Группы UkrLandFarming можно назвать следующие (табл. 8.7).

Основная проблема медленного развития производства биогаза в Украине – высокий порог инвестирования. По оценкам эксперта ассоциации возобновляемой энергетики «Альтернатива» Виталия Мурашкина, стоимость киловатта установленной мощности БГУ составляет 2,5 тыс. евро. Таким образом, минимальный размер вложений даже в маломощную БГУ на 500 кВт составляет 1,25 млн. евро «Крупным же аграрным предприятиям подходят мощные установки, которые «тянут» уже на 50 млн. евро», – говорит Мурашкин.

Правда, как отмечают специалисты, рентабельность строительства и эксплуатации биогазовой установки стремительно падает при уменьшении

установленной мощности, поэтому инвестировать в небольшие БГУ коммерческого смысла практически нет, считают эксперты. Например, еще лет 10 назад ныне обанкротившийся Институт механизации животноводства УААН (Запорожье) разработал проект малой БГУ для подсобных хозяйств и мелких фермеров. Но стоимость в 1,2 млн грн при мощности 0,5 кВт сделала ее полностью непривлекательной для инвестирования.

Таблица 8.7

Факторы инвестиционной привлекательности

Факторы	Характеристика
Экологические	<p>возможность получения прибыли от переработки отходов производства;</p> <p>производство электроэнергии и получения прибыли от продажи в сеть;</p> <p>замена дорогих минеральных удобрений на более дешевые;</p> <p>снижение затрат на производство продукции растениеводства;</p> <p>снижение себестоимости продукции на животноводческих предприятиях;</p> <p>продажу биоудобрений. Удобрения, полученные в виде переброженной массы являются экологически чистыми удобрениями лишенными нитратов, семян сорняков, болезнетворной микрофлоры;</p> <p>возможность принятия участия в прямом финансировании ЕБРР и других международных организаций;</p> <p>возможность принятия участия в программах Киотского протокола.</p>
Экологические	<p>полная утилизация отходов животноводства и растениеводства, минимизация рисков со стороны экологической безопасности Группы;</p> <p>решение экологических проблем;</p> <p>внедрение щадящих технологий обработки почвы, минимизация использования химических средств повышения урожайности.</p>
Агрохимические	<p>получения экологически чистого органического удобрения;</p> <p>повышение качества почвы позволяет снизить затраты на производство продукции за счет уменьшения обработки почвы, закупки минеральных удобрений</p>

Энергетические	получения биогаза, производство экологически безопасной энергии; производство электрической энергии, как возобновляемого источника энергии; производство тепловой энергии, и возможность дальнейшего его использования по технологической цепочке.
Социальные	создание дополнительных рабочих мест и инфраструктуры в сельской местности; повышение инвестиционной привлекательности Группы; подтверждение «социально ответственной» стратегии развития Группы.

Кроме того, по мнению генерального директора ООО «Зорг Биогаз Украина» Игоря Реддиха, некоторые инвесторы совершают ошибку, изначально планируя использовать биогазовую установку для производства и продажи электроэнергии в Единую энергосистему в расчете на «зеленый» тариф.

На самом деле намного выгоднее производить биогаз для простого замещения природного газа на собственном предприятии. При цене газа 485 долл за тыс. куб. м на границе промышленный потребитель будет платить за него более 600 долл (за счет НДС, оплаты транзита, наценки сбытовой компании и т.п.). При этом себестоимость производства кубометра биогаза в Украине составляет около 100 долл после доочистки.

«Таким образом, даже без «зеленого» тарифа окупаемость БГУ при новой цене на российский газ составит не более трех лет», – уверен Реддих. По его расчетам, для сахарных заводов инвестиции в БГУ могут составить €10-30 млн евро (для одного предприятия), а для спиртовых или пивных заводов – 2-5 млн. евро.

Таблица 8.8

Возможности использования ресурса земли для производства биогаза/биометана

Показатели	Размерность	Базовый сценарий	Сценарий №1	Сценарий №2
Общая площадь пахотных земель	тыс га	32499	32499	32499
Посевные площади под сельхозкультуры	тыс га	27670	27670	27670
Свободные пахотные земли	тыс га	3618	1733	1733
Посевные площади под кукурузу на силос	тыс га	0	1809	1809
	% общей площади пахотных земель	0	6	6

	% свободной площади пахотных земель	0	50	50
Урожайность кукурузы по зеленой массе	т/га	-	30	40
Расчетный удельный выход биогаза	м ³ СН ₄ /т	-	100	115
Общий потенциал выработки биометана	млрд м ³ СН ₄ /год	-	5,4	8,3
Энергетический потенциал биометана	млн т у.т.	-	6,6	10,2

Несмотря на значительность этих сумм, в Украине с 2012 г. (т.е. с момента, когда на энергию из биомассы был установлен «зеленый» тариф), по расчетам «Капитала», в БГУ было вложено не менее 150 млн. евро. Но чтобы полностью освоить отечественный потенциал производства биогаза (напомним, до 10 Гвт, или 26,5 млрд куб. м) потребуется порядка 25 млрд. евро. Кстати, в 2013 г. Украина импортировала природного газа на сумму 12 млрд. долл.

Возможности увеличения потенциала выработки биогаза в Украине связаны с повышением урожайности и использованием залежных земель для выращивания энергетических культур растений – по разным сценариям от 5 до 20 млрд. м³ СН₄ (табл. 8.8).

Недостаточно большие дозы внесения минеральных, и крайне низкие дозы внесения органических удобрений являются факторами, сдерживающими широкое использование пахотных земель под выращивание энергетических высокопродуктивных культур растений. Развитие биогазовых технологий в АПК за счет производства высококачественных органических удобрений, должно во многом компенсировать этот фактор.

По расчетам специалистов компании Landco S.A. составляющие положительного денежного потока биогазовых проектов могут колебаться зависимо от производимой продукции (табл. 8.9).

Таблица 8.9

Составляющие положительного денежного потока биогазовых проектов

Составляющая	Доля в структуре выручки, %
Производство электроэнергии	60-75
Производство теплоэнергии или холода	10-20
Снижение платы за присоединение к энергосетям (для новых и расширяющихся предприятий)	0-40
Продажа удобрений	10-30
Снижение расходов на утилизацию отходов	до 60
Продажа углеродных квот	0-10

Учитывая техническую и экономическую целесообразность, а также текущую структуру и величину предприятий АПК Украины (фермы КРС и свинофермы, птицефабрики, сахарные, спиртовые и пивные заводы), объем рынка биогазовых установок оценивается примерно в 1600 установок с мини-ТЭЦ мощностью от 100 кВт_{эл.}. Общая установленная мощность БГУ может составить около 820 МВт_{эл.} и 1100 МВт_{тепл.}. Является целесообразным использование растительного сырья (предположительно силоса кукурузы) совместно с навозными отходами животноводческих предприятий, что обосновано как с технологической, так и с экономической точки зрения. Долю силоса предлагается использовать на уровне не менее 1/3 от массы навозных отходов. Для сахарных заводов использование силоса кукурузы обосновано целесообразностью работы БГУ в течение всего года, а не только сезона сахароварения, когда образуются отходы.

Предполагается, что в краткосрочной (до 2020 г) и среднесрочной (до 2030 г) перспективе целесообразно освоить соответственно 9% и 51% экономически целесообразного рынка БГУ. Общая годовая выработка электрической энергии при этом может составить в 2020 г 0,449 млрд кВт_{эл.}·ч и 2,54 млрд кВт_{эл.}·ч в 2030 г. При общих инвестициях в более чем 800 биогазовых установок разных мощностей до 2030 г до 15 млрд грн, объем вырабатываемого биогаза составит 1,65 млрд м³/год (табл. 8.10).

Потенциальное производство биогаза в Украине составляет 5,5 млрд. куб. м. газа, что может покрыть около 10% общего потребления газа в Украине или 15% импорта.

Замещение импорта природного газа биогазом позволит снизить платежи за импорт газа в 2 млрд. долл. в год (30% дефицита текущего счета Украины).

Украина также может производить ежегодно 11,1 млрд. кВт/ч электроэнергии, что составляет 6% текущего производства.

Табл. 8.10

Концепция внедрения биогазовых установок в сельском хозяйстве и пищевой перерабатывающей промышленности до 2030 г.

Диапазон мощности	Количество установок	Общая выработка биогаза	Общая устан. эл. мощн.	Общая устан. тепл. мощн.	Годовая выработка э/э, нетто	Годовая выработка т/э, нетто	Сокращение выбросов CO ₂ экв	Инвестиции	Создание новых рабочих мест	Площади под кукурузу
МВт _{Тел.}	шт.	млн м ³ /год	МВт _{эл.}	МВт _{Ттепл.}	млн кВт·ч	млнГкал	млн т/год	млн грн	ед.	тыс га
2020 г.										
0,1-0,5	123	93,3	23,6	31,1	166,7	0,147	0,5	1 103,3	738	9,1
0,5-1,0	12	31,3	7,9	10,4	56,0	0,049	0,2	291,3	99	2,9
1,0-5,0	5	53,0	13,4	17,6	76,6	0,067	0,2	422,3	41	4,6
>5,0	3	114,7	29,0	38,2	149,1	0,131	0,3	828,4	39	10,6
Всего	143	292,3	74,0	97,3	448,4	0,395	1,2	2645,3	917	27,2
2030 г.										
0,1-0,5	696	528,0	133,6	175,8	943,7	0,831	2,6	6 224,8	4 178	51,6
0,5-1,0	70	177,3	44,9	59,0	316,9	0,279	1,0	1 648,9	562	16,5

1,0-5,0	29	299,9	75,9	99,8	433,6	0,382	1,0	2 390,4	232	26,1
>5,0	16	649,1	164,3	216,1	843,9	0,743	1,4	4 688,7	220	59,9
Всего	811	1654,4	418,6	550,8	2538,0	2,234	6,0	14972,8	5 193	154,1

В агропромышленном секторе Республики Беларусь также реализуют биогазовые программы. Компания Modus energija планирует строительство сети биогазовых установок общей мощностью 25 МВт.

Инвестиции в этот проект оцениваются в 100 млн евро. Его готовы поддержать кредитами международные финансовые институты ЕБРР и МФК. Плюс белорусский банк и Modus group могут предоставить финансирование.

БГУ планируют размещать по всей территории республики. Уже известно о трех хозяйствах («Отечество» – Пружанский район, «Парохонское» – Пинский район и «Василишки» – Щучинский район), входящих в состав «Агрокомбината «Мачулищи» управделами президента Беларуси. В течение 2017-2018 годов на их территории будут построены восемь установок, а установленная мощность составит 8 МВт. Окупаемость оценивается «в 7-8 лет».

8.5. Биогазовый потенциал коммунального хозяйства

Ежегодно в Украине образуется от 10 до 12 млн т твердых бытовых отходов (ТБО). Большая часть отходов, в основном от городского населения, вывозится для дальнейшего складирования на полигоны и свалки, примерно 2% сжигается на двух мусоросжигательных заводах (МСЗ) и менее 1% отбирается для повторного использования на существующих сортировочных линиях. Отходы на свалках находятся в частично анаэробных условиях и, как следствие, генерируют биогаз, который может быть собран и использован в энергетических целях. Общепринятой является практика, при которой каждый населенный пункт городского типа в Украине имеет собственную свалку (в отдельных случаях несколько). Стоит отметить, что только 75% населения Украины, в основном городское, охвачено системой сбора и вывоза ТБО. Это приводит к образованию в сельской местности большого количества несанкционированных мелких свалок. Управление отходами в Украине крайне неэффективно и нуждается в реформировании.

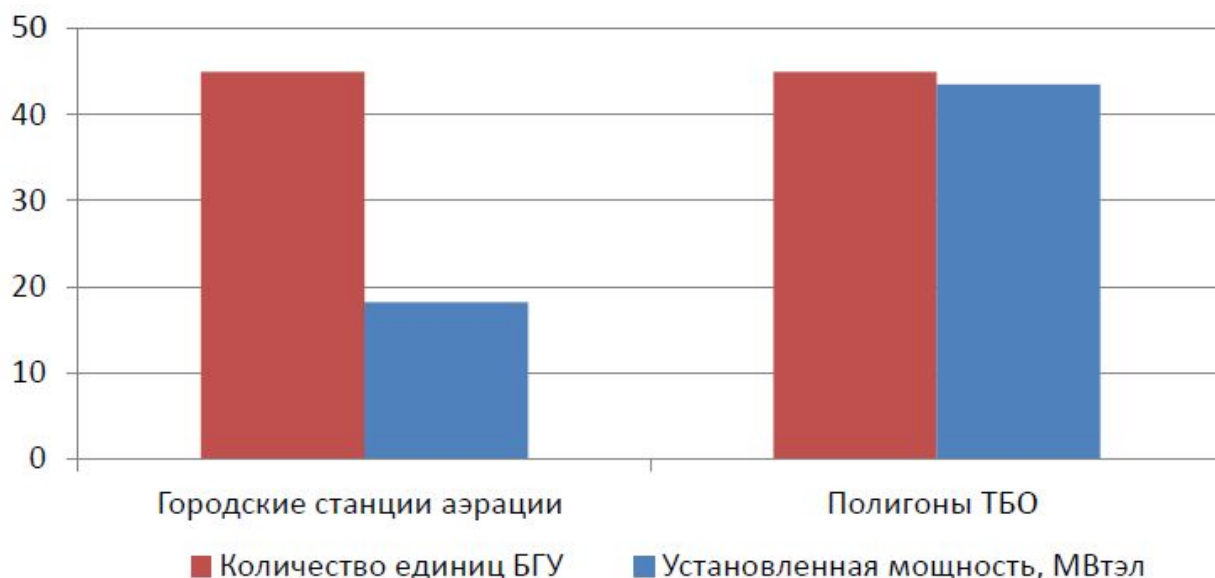


Рис. 8.10. Наличие и мощность биогазовых установок в городских станциях аэрации и полигонах ТБО

В результате очистки коммунальных сточных вод образуется значительный объем осадков, доминирующая практика обращения с которыми – удаление на иловые поля для подсушки, с последующим вывозом. При длительном хранении осадков на иловых полях образуются условия для выделения метана, и ряда других газов, которые попадают в атмосферу (рис. 8.11).

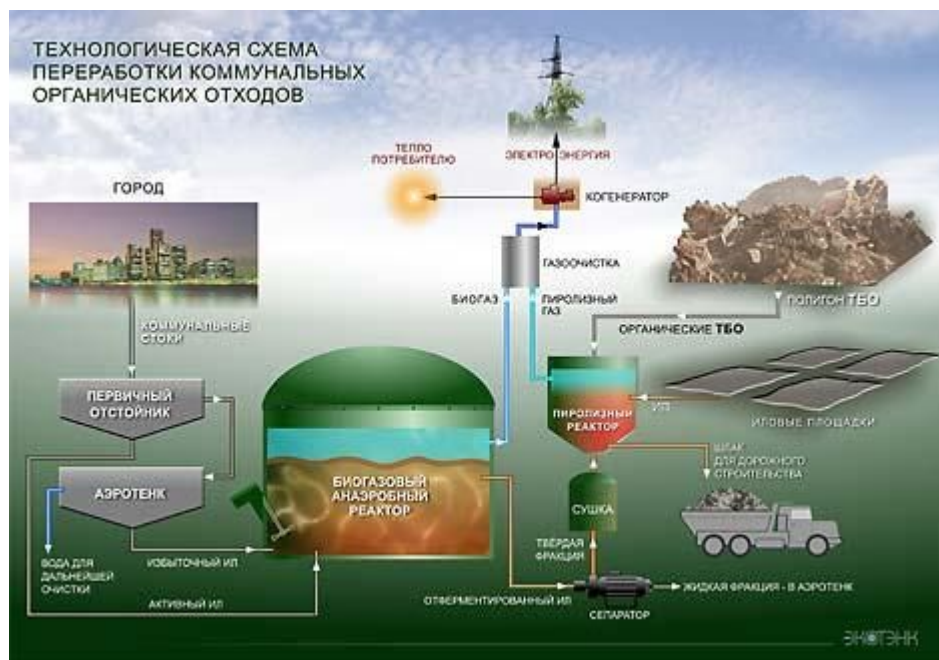


Рис. 8.11. Схема организации процесса переработки отходов коммунального хозяйства и производства биогаза

Экономически целесообразный потенциал энергетической утилизации биогаза определяется целесообразностью использования биогаза на полигонах, обслуживающих население не менее 100 тыс. жителей. Таким образом, в

Украине экономически целесообразно использовать примерно 57% общего количества образующегося на полигонах и свалках биогаза (табл. 8.11).

Таблица 8.11

Действующие биогазовые проекты в коммунальном хозяйстве

Полигон	Количество накопленных ТБО, млн т	Площадь полигона, га	Период эксплуатации полигона	Начало сбора биогаза	Технология утилизации
Львов	4,0	26	1957-	2009	ФУ HOFGAS-Ready 2000
Мариуполь	2,5	14	1967-2009	2010	ФУ HOFGAS-Ready 800, ДВС 170 кВтэл
Кременчуг	2,8	15	1965-		ФУ Haase
Запорожье	3,2	11	1952-	2011	ФУ Haase
Винница	3,0	10	1980-	2012	ФУ Haase
Киев	10	36	1986-	2012	ДВС TEDOM 5x177 кВтэл
Борисполь	0,9	6	2003-	2013	ДВС GE Jenbacher 1,06 МВтэл

Для увеличения потенциала генерации и энергетической утилизации биогаза на полигонах следует усовершенствовать практику эксплуатации полигонов (увеличить степень уплотнения, обеспечить послойное перекрытие и быстрое наращивание высоты полигона, покрытие полигона после завершения эксплуатации газонепроницаемым слоем с обеспечением увлажнения тела полигона) и обеспечить сбор биогаза на ранних стадиях эксплуатации полигона. Стратегическим направлением должно быть сокращение общего количества полигонов путем строительства крупных полигонов регионального типа, что позволит сократить расходы на их эксплуатацию, а также повысить объемы сбора и энергетического использования биогаза на полигонах ТБО.

Увеличение потенциала генерации и энергетической утилизации биогаза из ТБО может быть связано с механико-биологическими методами обработки ТБО в специализированных реакторах, предотвращающими их вывоз на полигоны. В настоящее время данные методы в Украине не применяются, однако в будущем ожидается их развитие в связи с ограничением вывоза на полигоны ТБО необработанных отходов.

В процессе биологической очистки сточных выделяются осадки влажностью 96-99%. Традиционная практика обращения с такими осадками – подсушка на открытых иловых полях с возможным последующим вывозом за пределы станций очистки. При длительном хранении на иловых площадках происходят естественные процессы анаэробного разложения органических загрязнений с выделением метана в атмосферу.

Анаэробная обработка осадков сточных вод в контролируемых биореакторах позволяет вырабатывать до 6 м³ биогаза из 1 м³ осадков.

Потенциал образования биогаза из осадков сточных вод, попадающих в централизованные системы водоотведения и проходящих полную биологическую очистку на очистных сооружениях, составляет 0,085 млн т у.т. (2,5 ПДж).

Развитие программ биогазовых комплексов в коммунальном хозяйстве Украины предусматривает строительство 90 БГУ, половина которых будет расположена на городских станциях аэрации, другая – на полигонах ТБО (табл. 8.12). Но реализация указанных мероприятий возможна в городах с численностью свыше 50 тыс. человек.

Таблица 8.12

Потенциал внедрения БГУ в коммунальном хозяйстве Украины

Вид объекта	Общее число городов численностью населения >50 тыс чел	Технический потенциал производства СН ₄ , млн м ³	Потенциал внедрения БГУ, ед.									
			ВСЕГО			в т.ч. уст. эл. мощностью, МВт _{эл.} :						
			ед. БГУ	уст. эл. мощность	доля технического потенциала, %	0,1...0,2	0,2...0,5	0,5...1,0	1...5	5...10	10...20	>20
Городские станции аэрации	88	69,6	45	18,2	60,2	13	23	6	3	0	0	0
Полигоны ТБО		259,1	45	43,5	83,9	0	13	23	9	0	0	0
ВСЕГО	88	328,7	90	61,7	78,9	13	36	29	12	0	0	0

Инвестирование подобных программ анонсировали в г. Новоград-Волынском. Объект планируют установить на базе очистных сооружений города. Продуктами переработки активного ила будет электроэнергия и тепло. Работа биогазового завода позволит улучшить экологическую ситуацию в городе, увеличить поступления в городской бюджет, также обеспечит создание новых рабочих мест.

Приведенные факты свидетельствуют о большом потенциале внедрения биогазовых установок на базе сельскохозяйственных, промышленных и коммунальных отходов. Производство биогаза и обогащение до биометана в объемах, достаточных для покрытия импорта энергоресурсов, особенно природного газа, рассматривается как на уровне государства, так и отдельных городов, предприятий, и даже личных хозяйств.

Положительной стороной реализации биогазовых проектов, кроме самой энергетической, является развитие инфраструктуры городов и сел, снижение экологической нагрузки на окружающую природную среду, создание новых рабочих мест, обеспечением населения и предприятий дешевыми энергоресурсами (электро- и теплоэнергией).

Развитие биогазовых технологий в Украине было рассмотрено в рамках проекта Специального агентства по возобновляемым ресурсам МОЕ 08-01 «Содействие использованию возобновляемых ресурсов в Украине с фокусом на использование биомассы для производства энергии». Признано, что биогазовые

технологии являются стратегически важным направлением развития биоэнергетики. Не вызывает сомнений, что развитие биогазовых технологий имеет большое будущее в Украине.

ГЛАВА 9. ЭФФЕКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

9.1. Особенности разработки стратегии социально-экономического развития в зоне Севера России

Эффективность и успешное завершение экономических реформ в России во многом будут зависеть от учета в стратегии рыночных преобразований территориальной специфики и особенностей развития различных регионов страны, в частности районов зоны Севера. Это связано с тем, что зона Севера занимает 64 % общей площади России, здесь в значительных объемах добываются важнейшие сырьевые ресурсы страны. Далее на примере Северного экономического района будут выявлены региональные особенности развития рыночных отношений и формирования оптимальной структуры форм хозяйствования в зоне Севера.

В состав Северного экономического района (СЭР) входят Архангельская, Вологодская, Мурманская области, Республики Карелия и Коми. Регион, являющийся наиболее молодым из всех экономических районов (создан в соответствии с постановлением Совета Министров СССР в ноябре 1982 г.), имеет третью по величине площадь территории среди экономических районов страны.

Северный экономический район имеет ряд особенностей, определяемых его географическим положением и природно-климатическими условиями. Одной из важнейших особенностей является то, что почти 70 % территории региона относится к районам Крайнего Севера и приравненных к ним, и хотя этот регион неоднороден и по природно-климатическим факторам, и по степени освоенности, включение в европейский Север всего СЭР оправдано как с экономических позиций, так и с исторических, ибо Вологодчина всегда считалась и была базой освоения европейского и азиатского Севера России. В регионе сконцентрированы большие запасы разнообразных видов природных ресурсов. Здесь сосредоточено около 30% запасов фосфатного сырья СНГ, свыше 60 % слюды-мусковита и вермикулита, титановых руд, около половины запасов алюминиевого сырья, более 10 % лесных ресурсов, 4,5 железных руд, около 30% прогнозных топливно-энергетических ресурсов европейской части Содружества. Значительны запасы цветных и редких металлов, перспективны нефтегазовые ресурсы шельфа северных морей.

Использование этих ресурсов в народном хозяйстве определяет производственную специализацию района как крупной лесной, минерально-сырьевой, топливной и рыбной баз страны. В СЭР производится 70 % фосфатного сырья страны, около 40 целлюлозы, 3б бумаги, 24 картона, 16 пиломатериалов, 8 деловой древесины, 17 добычи рыбы, 10 угля, свыше 6% железного концентрата, а также значительная часть оборудования для целлюлозно-бумажной промышленности и машин для лесозаготовок.

В различных регионах СЭР имеются специфические особенности и условия территориального воспроизводства. В Вологодской области, имеющей наибольший удельный вес и производящей более четверти всей валовой продукции СЭР, наибольшее развитие получили металлургическая, химическая и машиностроительная отрасли промышленности, сельское хозяйство. Отраслями специализации Архангельской области являются лесная и деревообрабатывающая, рыбная, машиностроительная отрасли промышленности. В Мурманской области наибольшее развитие получили горнодобывающая и рыбная промышленность, цветная металлургия, транспорт, в Республике Коми – лесная и деревообрабатывающая, топливная промышленность, транспорт. Несколько меньший удельный вес в структуре производимой в СЭР продукции имеет Республика Карелия, здесь наиболее развиты лесная и деревообрабатывающая промышленность и обслуживающее ее машиностроение, горнодобывающая промышленность.

Следует отметить, что процесс формирования развитых рыночных отношений народнохозяйственного комплекса Северного экономического района будет определяться рядом факторов, усложняющих при прочих равных условиях протекание этого процесса. К ним следует отнести более высокие затраты на заработную плату, связанные с необходимостью осуществления выплат полярных надбавок и районного коэффициента работникам этих регионов. Например, в промышленности Мурманской области доля выплат по районному коэффициенту и полярным надбавкам в структуре фонда заработной платы на протяжении последних 15 лет в среднем превышает 40%, потребность в осуществлении значительных транспортно-заготовительных расходов в связи с существенной отдаленностью от основных потребителей выпускаемой продукции, необходимость в реализации огромных капитальных вложений в природоохранные мероприятия по причине крайне напряженной экологической ситуации и пр. Все это приводит к значительному удорожанию себестоимости выпускаемой продукции и способствует тому, что северные предприятия в условиях рыночной экономики окажутся в менее выгодном положении по сравнению с аналогичными предприятиями, расположенными во многих других регионах страны.

К негативным факторам, усложняющим переход экономики северных территорий на развитые рыночные отношения, следует отнести и такие, как более высокая по сравнению со среднесоюзной стоимостью проживания (по расчетам прожиточный минимум для населения Мурманской области приблизительно в полтора раза выше среднесоюзного), значительный физический и моральный износ основных фондов, высокая фондоемкость и материалоемкость продукции. Так, коэффициент износа флота рыбной промышленности Северного бассейна в настоящее время превышает 45 %, а обрабатывающего и приемотранспортного флота – 70%. Это самые высокие показатели износа основных фондов на предприятиях рыбопромышленного комплекса страны. Постоянно происходит ухудшение сырьевой базы, усложняется промысловая обстановка, регулярно растет фондоемкость 1 т

вылова. Значительно ухудшились естественные условия воспроизводства в горнопромышленном комплексе, здесь на многих предприятиях происходит падение объемов выработки продукции. Аналогичные негативные процессы имеют место и в других важнейших отраслях региона.

Не способствует скорейшему внедрению эффективных рыночных отношений и сложившаяся отраслевая структура экономики северных территорий. Высокий удельный вес добывающих отраслей промышленности, природоэксплуатирующая направленность экономики, экстремальные условия воспроизводства – таковы основные региональные особенности производственного процесса в условиях Севера. Одной из наиболее важных задач трансформационного периода является необходимость структурной перестройки экономики, переориентации ее на первоочередное решение социальных проблем общества, повышение качества и уровня жизни. К сожалению, в силу региональных особенностей народнохозяйственный комплекс Северного экономического района не обладает достаточной мобильностью для формирования в скором времени экономики, непосредственно нацеленной на решение социальных проблем. Этому же не способствует и весьма слабое развитие сельскохозяйственного производства в ряде районов. Так, в отраслевой структуре Мурманской области на сельское хозяйство приходится менее 3 % производимой продукции. Недостаточно развита в регионе и сеть предприятий, занимающихся производством товаров народного потребления непродовольственного характера [37].

Однако помимо негативных факторов, действие которых серьезно затрудняет решение проблем трансформационного периода, существует комплекс условий, благоприятных для эффективного формирования развитой рыночной среды. К ним прежде всего следует отнести возможность тесного экономического сотрудничества с развитыми капиталистическими странами Северной Европы, весьма в нем заинтересованными, наличие достаточно высококвалифицированной рабочей силы, огромные природные богатства.

Концепция перехода северной экономики на развитые рыночные отношения должна, на наш взгляд, в максимальной степени учитывать положительное действие благоприятных факторов и по возможности нивелировать отрицательный эффект негативных. Причем важно подчеркнуть, что трансформация региональной экономики к рынку в значительной мере будет определяться концепцией развития эффективных рыночных отношений в целом по стране. Хотя формирование сложной рыночной среды будет осуществляться в основном теми же методами, что и для российской экономики в целом, однако региональные особенности воспроизводственного процесса внесут некоторые коррективы в формы трансформации и перехода. В результате некоторые направления формирования эффективной рыночной среды на Севере будут несколько отличаться от среднеэкономических аналогов.

Создание развитой экономической среды в большой степени будет зависеть от концепции развития Севера России при эффективных рыночных

отношениях. В основу концепции социального и экономического развития Севера заложены следующие принципы:

- комплексный многофункциональный подход к устойчивому развитию Севера, основанный на сочетании общенациональных и региональных интересов;

- возрастание роли природно-ресурсного потенциала Севера в переходный период, поскольку этот потенциал имеет большое значение для национальных интересов России;

- приоритеты государственного регулирования процессов адаптации Севера к рыночной экономике при одновременном создании конкурентной среды и рыночной инфраструктуры, развитии малого бизнеса, усилении территориального начала в управлении региональным воспроизводственным процессом.

Реализация данных принципов предполагает реализацию широкого круга разработанных в программе развития регионов Севера мероприятий. Так, предполагается существенно повысить долю прироста эффективности регионального производства за счет увеличения комплексности использования ресурсов, например на Кольском полуострове более 70 % прироста продукции горнопромышленного и рыбопромышленного комплексов в ближайшие 15 лет должно быть получено за счет повышения уровня комплексного использования уникальных природных ресурсов. Что касается второго из рассмотренных принципов, здесь следует отметить, что в соответствии с концепцией разведанные запасы позволяют поддерживать и даже при определенных условиях увеличивать объемы добычи в пределах прогнозного периода (25 лет) такого важного ресурса, как нефть (заметим, что в начале XXI в. на Севере в среднем за год добывалось 368,7 млн. т. нефти и 574 млрд. кв.м газа, что составляло соответственно 77,3 и 89,1 % от общероссийского производства). Кроме того, по имеющимся оценкам, наибольшие перспективы прироста запасов нефти и газа также связаны с Севером России и с его Арктическим шельфом. Запасы других природных ресурсов Севера также остаются самыми значительными в стране, а по отдельным видам – и в мире. Однако следует добавить, что действие этого принципа существенно корректируется Постановлениями правительства Российской Федерации, где отмечается, что в целях сохранения окружающей природной среды и создания благоприятных условий для развития традиционных отраслей хозяйствования как основы жизнедеятельности малочисленных народов Севера целесообразно ограничивать промышленную деятельность в районах Севера, особенно в его арктической части, имея в виду обеспечивать добычу и комплексную переработку только тех ресурсов, потребность в которых не может быть удовлетворена за счет других регионов.

Важнейшим условием трансформации региональной экономики к эффективным рыночным отношениям является государственное регулирование воспроизводственных процессов. Выше уже рассматривалась проблема оптимального соотношения рыночных и государственных методов

регулирования экономики, причем, очевидно, что это соотношение может существенно различаться в разных регионах, определяясь территориальными особенностями воспроизводственного процесса. В условиях Севера роль и значение государственных регуляторов в переходный период значительно выше, чем для российской экономики в целом. Это связано с такими факторами, как необходимость при прочих равных условиях осуществления повышенных затрат на выпуск единиц продукции, непомерно высокий удельный вес отраслей промышленности и, прежде всего, добывающих отраслей, ограниченность возможностей в связи с экстремальностью природно-климатических условий развития сельскохозяйственного производства и пр. К важнейшим сферам государственного регулирования следует отнести разработку политики природопользования, социальной политики, налоговой, кредитной политики и ряд других.

Учитывая остроту проблемы, особо следует выделить роль государственного регулирования в реализации структурной перестройки региональной экономики. Уже не раз приводились данные, показывающие, насколько структура народного хозяйства региона не соответствует требованиям и стандартам развитого общества. Так, для сравнения отметим, что в штате Аляска в США доля занятых в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве составляла в конце 80-х годов 21 %, транспорте и связи – 7.5, торговле – 16, сфере обслуживания – 15 %. Следует отметить, что переход к развитой экономике, важнейшим условием которой является создание структуры народного хозяйства, соответствующей стандартам социально-рыночной экономики, в нашей стране требует разрешения глубинного противоречия и выхода из порочного круга. Суть проблемы в следующем. Как показывает мировой опыт, структурная перестройка экономики требует значительных финансовых и материальных средств и является довольно длительным процессом, средства же для этих целей в северных регионах в основном можно получить за счет развития отраслей промышленности, причем это преимущественно отрасли, связанные с добычей и переработкой сырьевых ресурсов. Поэтому достаточно длительное время в процессе формирования развитых рыночных отношений структура национальной и региональной экономики будет ухудшаться с точки зрения структурных стандартов социально-рыночной экономики. В связи с этим удельный вес добывающих отраслей промышленности в структуре народнохозяйственного комплекса будет достаточно длительное время возрастать. В этом заключается один из парадоксов трансформационного периода в нашей стране, особенно это правомерно для северной экономики.

Ухудшение отраслевой структуры на первых этапах переходного периода в значительной мере можно было бы избежать за счет повышения эффективности регионального производства на основе диверсификации промышленных отраслей, развития новых форм хозяйствования, привлечения иностранных инвестиций. Однако, учитывая, что базовые отрасли северных регионов отличаются низкой рентабельностью, монопродуктовой

направленностью производства, высокой капиталоемкостью и инерционностью развития, для эффективной структурной перестройки региональной экономики необходима значительная помощь со стороны государства.

Таким образом, в связи с действием ряда объективно обусловленных факторов, затрудняющих при прочих равных условиях развитие рыночных отношений на Севере, для формирования рациональной структуры региональной экономики необходимо осуществление протекционистской политики в отношении предприятий, ведущих свою деятельность в северных регионах. На целесообразность проведения этой политики указывает подобный опыт, осуществляемый в таких странах, как Англия, США, Канада, где устанавливаются налоговые льготы и сниженные банковские проценты для дополнительного стимулирования предпринимательской деятельности на Севере. Реализация всей совокупности рассмотренных выше принципов приведет к тому, что в соответствии с концепцией произойдет переход от индустриальной модели освоения Севера к модели устойчивого развития, обусловливаемой социально-рыночными механизмами. Под моделью устойчивого экономического развития в концепции понимается целостная система социального и экономического развития, сформированная на базе многосекторной диверсификации: добыча и переработка природных ресурсов, промышленное производство наукоемких товаров, сфера услуг, обслуживающие производства, информационные технологии, агропромышленное и традиционное производство. Она ориентирована на обеспечение достойных социальных условий жизни населения, подъем культуры, устойчивый экономический рост, высокую занятость, экономическую и экологическую безопасность, отказ в этом отношении от «кредита» последующих поколений. Модель устойчивого развития, исходя из интересов человека, ставит задачу создания новой «экологически чистой» системы управления использованием природных ресурсов, социальной технологии освоения Севера с тем, чтобы не только сохранять, но и улучшать среду его обитания.

Региональные особенности процесса формирования развитых рыночных отношений народнохозяйственного комплекса Северного экономического района в различных его областях будут проявляться своеобразно. Более того, в связи с наличием специфических региональных и отраслевых факторов в некоторых областях можно выделить характерные лишь для них особенности переходного периода. Так, например, на Кольском полуострове не получили достаточного развития индивидуальная трудовая деятельность и кооперативное движение. Это в значительной мере связано с тем, что удельный вес выплат по районному коэффициенту и полярным надбавкам в структуре фонда заработной платы здесь значительно превышает значения аналогичного показателя в других областях Северного экономического района. Поскольку в результате средняя заработная плата работников государственных предприятий оказывается весьма большой, в Мурманской области интенсивность перехода этих работников на предприятия других типов значительно меньше, так как

стимулы для работы в негосударственном секторе не столь действенны.

Можно выделить некоторые особенности трансформационного периода, характерные и для других регионов Северного экономического района. Так, на наш взгляд, в Республиках Коми и Карелия имеется больше возможностей для более комплексного формирования эффективного рынка, чем, например, в Мурманской области, хотя бы потому, что там в силу природных особенностей гораздо больше возможностей для развития сельского хозяйства. Для того, чтобы процесс формирования развитой рыночной среды на Севере проходил наиболее безболезненно и эффективно, в стратегии развития должны учитываться особенности трансформационного периода каждого региона Северного экономического района (а тем самым следует учитывать, что для каждого региона СЭР соотношение между рыночными и государственными методами управления будет существенно варьировать).

Важным направлением и фактором формирования развитых рыночных отношений на Севере является постепенный процесс создания оптимальной структуры форм хозяйствования как необходимого условия эффективного территориального воспроизводства.

Как уже отмечалось, рациональное соотношение форм хозяйствования, скорее всего, будет существенно различаться в разных регионах, определяясь территориальными особенностями воспроизводственного процесса и спецификой формирования рыночной среды. Далее на основе анализа специфики условий и факторов общественного производства в северных районах страны выявляются территориальные особенности процесса оптимизации структуры форм хозяйствования в этих регионах. Этот анализ в качестве примера послужит обоснованию идеи о возможности и целесообразности поиска путей оптимизации структуры в любом другом регионе страны.

Учитывая высокий удельный вес базовых отраслей, которые отличаются монопродуктовой направленностью производства, низкой рентабельностью, высокой капиталоемкостью и инерционностью развития, а также значение этих отраслей для развития народного хозяйства страны и заниженные цены на сырье, темпы приватизации в целом в Северном экономическом районе должны отставать от средних по российской экономике (приблизительно в 1,5-2 раза). Особенно это правомерно в отношении промышленности. Что же касается других отраслей народнохозяйственного комплекса региона, то здесь темпы преобразований, появления новых форм хозяйствования будут в основном соответствовать среднеэкономическим, а в отраслях социальной инфраструктуры, строительстве, скорее всего, должны быть выше средних значений показателей.

В связи с этим для базовых отраслей промышленности Северного экономического района можно предложить следующую оптимальную структуру форм хозяйствования: в конце трансформационного периода удельный вес государственного сектора должен составлять приблизительно 35-40 %, сектора малого и среднего бизнеса – 20-30 %, а сектора крупного бизнеса

– 30-40 % (дальнейшие исследования позволят выявить оптимальную структуру форм хозяйствования и в отдельных областях и республиках СЭР).

Достижение оптимальной структуры форм хозяйствования как целевого ориентира должно произойти в конце трансформационного периода, на промежуточных этапах перехода структурные показатели будут иными. Важно и то, что в других регионах страны, так же, как и в других отраслях СЭР, оптимальные ориентиры могут существенно отличаться от предложенных для базовых отраслей промышленности в северных районах России.

В различных отраслях региона эффективность использования определенной формы хозяйствования может весьма существенно варьировать. Так, создание акционерных обществ, совместных предприятий, лизинговых форм сотрудничества наиболее перспективно в горной промышленности, машиностроительном комплексе региона. В рыбной промышленности Северного бассейна важнейшей формой организации производства, скорее всего, будут акционерные и холдинговые компании, арендные предприятия, особенно аренда перспективна на флоте. В береговом рыбообрабатывающем производстве имеет смысл использовать также лизинговые формы сотрудничества, привлекать иностранный капитал. В ремонтном производстве, особенно в мелком ремонте, наиболее эффективны малые предприятия, кооперативы, индивидуальные предприятия.

Наряду с обслуживающими и вспомогательными отраслями малые и средние предприятия весьма эффективны в социальной сфере, торговле, строительстве. Так учитывая, что в Мурманской области в ближайшие годы маловероятно строительство промышленных гигантов, здесь весьма актуальным становится деконцентрация производственных мощностей и распространение малых и средних строительных организаций. Как видим, определенные рациональные пропорции между разными формами хозяйствования должны соблюдаться не только в экономике региона в целом, но и в отдельных отраслях. Структура форм хозяйствования в определенных отраслях региона будет определяться многими факторами, в том числе возможностями сырьевой базы, обеспеченностью рабочей силой, перспективами развития отрасли и т.д.

Для закрепления кадров и повышения уровня жизни большое значение имеет развитие отраслей социальной инфраструктуры, региональный уровень которой должен существенно превышать среднесоветский, в реальности же, к сожалению, происходит обратное. В связи с этим темпы образования новых предприятий, основанных на прогрессивных формах хозяйствования, в этом секторе экономики в северных районах страны должны, на наш взгляд, превышать средние. Наиболее эффективными формами организации производства на этапе становления рыночных отношений в отраслях социальной инфраструктуры будут кооперативы, малые и индивидуальные предприятия, аренда. В связи с экстремальными климатическими условиями для ряда северных районов огромное значение имеет оживление работы предприятий продовольственного комплекса. Несмотря на объективные

негативные факторы, в этой области имеются определенные внутренние резервы повышения эффективности работы продовольственного комплекса, для чего также необходимо использовать новые прогрессивные формы хозяйствования.

Таким образом, можно сделать вывод: хотя основные пути и методы, общая направленность трансформационных процессов к рыночным отношениям и, прежде всего, такого важного аспекта, как формирование рациональной структуры форм хозяйствования, в различных регионах страны совпадают с основными направлениями переходного периода, определенными для народного хозяйства в целом, существующие территориальные особенности воспроизводственного процесса определяют специфику оптимизации структуры в каждом регионе. Поэтому в других районах процесс формирования рациональной структуры форм хозяйствования может несколько отличаться от того, как это происходит в Северном экономическом районе, и одной из важнейших задач российской экономической науки на современном этапе как раз и является анализ территориальных особенностей формирования эффективных рыночных отношений в различных регионах страны.

Процесс формирования развитых рыночных отношений в других регионах зоны Севера России будет, разумеется, иметь и характерные лишь для них особенности, но многие аспекты и направления перехода к рынку будут совпадать с теми, что нами выявлены в отношении Северного экономического района, прежде всего это относится к необходимости более интенсивного вмешательства государства в процесс экономического воспроизводства в регионе (так, например, как показывает анализ, в регионах с суровыми природно-климатическими условиями, а также у районов с преобладанием депрессивных и кризисных явлений в бюджетных расходах более высокий процент предполагается использовать при реализации расходов на социально-культурные нужды). В пользу целесообразности более значимых масштабов государственного регулирования экономики экстремальных регионов по сравнению с остальными, более комфортными районами свидетельствует также опыт хозяйственного развития некоторых капиталистических стран.

Представляется, что наибольший интерес в этом отношении имеет канадский опыт. Это связано с тем, что ни одна другая развитая капиталистическая страна не располагает столь обширным и богатым ресурсами территориальным резервом, каким является Канадский Север. В Канаде выделяют пять экономических районов, принципиально отличающихся по условиям хозяйственного развития. Один из них – Канадский Север, включающий Северо-Западные территории, Юкон, а также северные части провинций Альберта, Саскачеван, Манитоба, Онтарио и Квебек. Этот в основном не освоенный, малонаселенный район является «пограничной землей» канадской экономики, практически еще не вовлеченной в процесс общественного воспроизводства. Наличие в Канаде такого рода значительных территорий определяет ее во многом уникальное положение в капиталистическом мире.

Малоосвоенные северные районы занимают примерно 7 млн кв. км. – 70% территории страны, тогда как проживает здесь лишь 350 тыс. чел., или менее 1,5% населения Канады. Эти территории располагают огромными и далеко еще не полностью разведанными природными ресурсами – месторождениями природного газа, нефти, каменного угля, асбеста, руд черных и цветных металлов, существенным гидроэнергетическим потенциалом. Все это «роднит» канадскую экономику с экономикой России, где также большая часть территории страны относится к зоне Севера. Наличие общих черт в экономике двух стран способствовало тому, что еще во времена социалистической эпохи в процессе разработки стратегии хозяйственного освоения ресурсов Канадского Севера использовался опыт развития северных районов СССР, теперь, в трансформационный период нам, в свою очередь, следует использовать канадский опыт.

Формы и направления государственного регулирования воспроизводственных процессов в экономике Канадского Севера различны и достаточно многочисленны. Государство не ставит в качестве обязательной конечной цели своих инвестиций получение прибылей, а делает эти инвестиции средством повышения активности частных фирм. В наибольшей степени сказанное относится к государственному финансированию развития инфраструктуры (и прежде всего транспортной сети) в северных районах. В некоторых случаях государство идет на создание собственных предприятий или смешанных государственно-частных компаний. С 1993/94 по 2003/04 фин.г. государственные расходы на северных территориях выросли в 4,3 раза. Однако гораздо чаще государство предпочитает действовать в рамках программ помощи частным компаниям (особенно горнопромышленным). Заметнее всего это содействие частному капиталу выражается в предоставлении прямых субсидий фирмам (в отдельных случаях такая помощь составляет до 70-60 % всех прямых и косвенных капиталовложений в новое предприятие), в покупке акций рискованных предприятий и пр.

Другой способ оказания государственного содействия частным компаниям налоговые льготы. Горнопромышленные фирмы на Севере Канады полностью освобождались от уплаты налогов на три-пять лет после ввода в действие предприятия; в случае эксплуатации месторождений, близких к истощению, подлежащая налогообложению прибыль уменьшалась на треть. Кроме того, государство облегчало условия аренды нефтеносных земель. Быстро растут и размеры федеральных субсидий, предоставляемых местным властям северных территорий. Эти субсидии составили в 2003/04 фин. г. 76 % бюджета правительства Северо-Западных территорий и 62 % бюджета правительства Юкона – по 7600 долл. в расчете на каждого жителя Дальнего Севера. К важнейшим формам государственного регулирования следует отнести также разработку разного рода комплексно-целевых программ развития Севера.

Необходимость более интенсивного вмешательства государства в процесс экономического регулирования деятельности северных районов по сравнению с

остальными регионами Канады объясняется рядом причин и факторов. Прежде всего следует указать на необходимость осуществления здесь повышенных затрат на выпуск единиц продукции. Так, доля затрат на материалы, энергию и топливо в общей стоимости горнодобывающей промышленности на Дальнем Севере почти вдвое выше, чем по всей отрасли в среднем по стране. Стоимость бурения одной разведочной скважины на Дальнем Севере обходится в 46 раз, а 1 м буровой проходки – в 25 раз дороже, чем в основной нефтедобывающей провинции страны – Альберте. При столь высоком уровне расходов и ввиду необходимости чрезвычайно крупных капиталовложений в развитие инфраструктуры компании далеко не всегда решаются на риск освоения северных ресурсов своими силами, без помощи государства. Важно и то, что масштабы и специфика освоения Севера требуют учета экономического и социального влияния капиталовложений в развитие всего района и даже всей страны в целом, притом в течение длительного периода. Частные же компании, будучи предоставлены самим себе, обычно предпочитают проводить хищническую политику кратковременной эксплуатации наиболее богатой части месторождений, что приводит порой в конечном счете к исключительно негативным последствиям, например, к возникновению печально знаменитых «городов-призраков». Эти и ряд других факторов и приводят к необходимости активного вмешательства государства в процесс освоения Севера.

Учитывая наличие определенного числа общих черт в экономике России и Канады (схожая по ряду параметров региональная, отраслевая структура, большая территориальная протяженность и пр.), целесообразно в стратегии перехода российской экономики к развитым рыночным отношениям использовать определенные элементы канадской хозяйственной модели. Особенно данное положение справедливо в отношении выбора приоритетов и перспектив экономического развития в зоне Севера России. Так, особое значение имеют децентрализация государственного управления и повышение роли местных органов власти как субъектов хозяйственной деятельности (по аналогии с процессами, происходящими в Канаде). Важно и то, что поскольку в соответствии с концепцией оптимальной структуры форм хозяйствования необходимо усиленное государственное регулирование переходных социально-экономических процессов в северных регионах страны, темпы приватизации государственной собственности в базовых отраслях промышленности региона должны быть ниже среднероссийских, тогда как в реальности темпы приватизации в ряде районов зоны Севера (например, по некоторым данным в Мурманской области) в некоторых базовых отраслях одни из самых высоких в России. Такая ситуация грозит неоправданной в условиях переходного периода, в условиях дефицитности потерей государственного контроля и управления в стратегически важных сферах и отраслях экономики, что, в свою очередь, приведет к снижению эффективности не только региональной экономики, но и в целом экономики России. Это связано с тем, что снижение государственного контроля в сложившихся в настоящее время неблагоприятных условиях хозяйствования в России будет способствовать усилению вывоза за рубеж

сырьевых, в том числе и дефицитных (например, рыбопродукция) ресурсов в ущерб интересам страны; непомерному завышению цен (ибо многие предприятия являются монополистами) на выпускаемую продукцию.

9.2. Отраслевые и региональные условия использования инвестиций и инноваций интенсивного типа в условиях Севера

В последнее время всё больше внимания уделяется вопросам формирования в России инновационной экономики, что совершенно справедливо, т.к. это позволит уменьшить зависимость уровня и темпов социально-экономического развития страны от получаемых доходов вследствие экспорта сырьевых ресурсов. Важно также и то, что в результате этого улучшится имидж России, которую пока ещё нередко отождествляют с сырьевым придатком капиталистического мира. Таким образом, в целом мировой опыт действительно свидетельствует о том, что рост инвестиций в инновационные сферы экономики способствует ускоренному развитию народнохозяйственного комплекса страны и повышению среднего уровня жизни.

Однако это только в целом, а в каждом конкретном случае вложение инвестиций в инновационные сектора далеко не всегда способствует росту прибыли и доходов – так, в фундаментальной науке известно немало случаев, когда вложение средств не только не окупалось, но и приводило к негативным результатам. Кстати, руководство России в последнее время нередко критикует различные ведомства и организации в связи с тем, что существенные инвестиции в создание нанотехнологий пока ещё не дают ожидаемого результата. В этой связи совершенно справедлива постановка вопроса о том, насколько эффективны те или иные инвестиции и инновации.

Однако, на наш взгляд, в современных условиях этого не достаточно и кроме осуществления социально-экономической оценки эффективности инвестиций и инноваций необходимо осуществлять оценку последствий внедрения инвестиций и инноваций с точки зрения их влияния на усиление процессов интенсификации общественного воспроизводства. В этой связи нами предлагается выделять инвестиции и инновации интенсивного или экстенсивного типов в зависимости от того, способствуют ли результаты их внедрения соответственно интенсификации или, наоборот, процессу экстенсификации. Важно также в общей структуре инвестиций и инноваций выделять удельный вес, долю каждой из этих двух групп. Целесообразность осуществления такого рода классификации инвестиций и инноваций во многом объясняется тем обстоятельством, что в последнее время существенно возросла актуальность использования интенсивных методов хозяйствования. Прежде всего, это связано с демографическим кризисом последних лет – как известно, на 1000 жителей России умерших сейчас приходится в 1,5 раз больше, чем родившихся (приблизительно 15 человек против 10). В этой связи осуществление мероприятий трудосберегающего направления интенсификации представляется весьма своевременным и эффективным [67].

В других странах могут быть актуальными и иные направления интенсификации. Так, например, в среднеазиатских странах СНГ – Узбекистане, Туркмении, Таджикистане, Киргизии исключительно важным являются водосберегающее направление интенсификации общественного производства. В Японии, где сравнительно немного крупных месторождений природных ресурсов, весьма актуально материалосберегающее направление интенсификации, здесь же в связи с крайне ограниченным характером земельных ресурсов большое значение имеет также землесберегающее направление интенсификации. В большинстве стран мира весьма актуально энерго- и фондосберегающее направления.

Более того, даже в разных регионах одной и той же страны актуальными могут быть разные направления интенсификации: на Дальнем Востоке и на Севере России большое значение по-прежнему (т.е. как и во времена социалистической экономики) имеет трудосберегающее направление, в старопромышленных регионах Урала – в Свердловской области, Удмуртской Республике, Челябинской области – крайне актуально фондосберегающее направление интенсификации. В Белгородской области, где на высоком уровне развиты металлургическая и горнодобывающая отрасли промышленности очень эффективно осуществление мероприятий материалосберегающего направления. Таким образом, кроме выделения двух групп инвестиций и инноваций, способствующих интенсификации или экстенсификации, в первой группе целесообразно выделить несколько подгрупп, соответствующих разным направлениям интенсификации – трудо-, фондо-, материалосберегающему и т.д. в соответствии с региональной, отраслевой и структурной спецификой экономики той или иной страны. Напомним, что говоря о процессах экстенсификации и интенсификации, имеются в виду два принципиально различающихся способа достижения производственной цели. При одном происходит количественное увеличение использования ресурса, при втором на единицу выпуска продукции при решении производственной задачи экономится ресурс. Целесообразно определять поэтому интенсификацию производства как реализацию мероприятий, имеющих своим результатом экономию стоимости совокупности применяемых ресурсов. Ресурсосберегающим направлением интенсификации производства является реализация мероприятий, в результате которых экономится ресурс, например, живой труд. Таким образом, предложенный подход понимания процесса интенсификации позволяет говорить и об интенсификации производства, и об интенсификации использования отдельных факторов производства, не отождествляя эти понятия.

Таким образом, если существующую функциональную зависимость между экономическим результатом (обозначим его Э) от использования какого-либо ресурса (обозначим Р) представить в виде $\text{Э} = f(\text{Р})$, то в случае экстенсивного использования ресурса его увеличение приведёт к пропорциональному росту экономического эффекта, тогда как при интенсивном использовании ресурса его увеличение приведёт к большему

росту эффекта. Иначе говоря, если имеем два значения ресурса P_1 и P_2 , причём $P_2 = n \times P_1$ (n – коэффициент пропорциональности), то в случае экстенсивного использования ресурса $\Delta_2 = n \times \Delta_1$, а в случае интенсивного использования $\Delta_2 > n \times \Delta_1$. Как можно видеть, интенсивное использование ресурса (труда, фондов, материалов, воды и пр.) обусловлено ростом ресурсоотдачи (производительности труда, фондоотдачи, материалоотдачи и т.д.), правда в вышеозначенной функциональной зависимости следует учитывать также временной лаг.

Оценить, относится ли тот или иной инвестиционный ресурс к экстенсивному и интенсивному типу также можно на основе использования таких показателей, как капиталоемкость (капиталоемкость) и фондоотдача (фондоемкость), но не только с их помощью. Для этого, в частности, можно также использовать мультипликатор. В этой связи напомним, что в соответствии с макроэкономическим подходом объём национального дохода страны находится в определённой количественной зависимости от общей суммы инвестиций и эту связь выражает особый коэффициент – мультипликатор, причём увеличение национального дохода равно приращению общей суммы инвестиций, помноженному на мультипликатор (обычно мультипликатор обозначают буквой K).

Для количественной оценки экстенсивных и интенсивных инвестиций мультипликатор следует представить в виде суммы двух слагаемых:

$$K = K_{\text{экт}} + K_{\text{инт}}, \text{ где}$$

$K_{\text{экт}}$ – характеризует влияние экстенсивных, а $K_{\text{инт}}$ – интенсивных инвестиций на национальный доход. Обычно в реальной хозяйственной практике используют как экстенсивные, так и интенсивные инвестиции,

поэтому, как правило, и $\frac{K_{\text{экт}}}{K}$, и $\frac{K_{\text{инт}}}{K}$ больше нуля, но меньше единицы. В маргинальных случаях, когда имеет место использование либо только экстенсивных, либо только интенсивных инвестиций (что соответствует классическому экстенсивному или интенсивному способам общественного

воспроизводства), $\frac{K_{\text{экт}}}{K}$ либо $\frac{K_{\text{инт}}}{K}$ соответственно равны единице, тогда как второе соотношение равно нулю.

Учитывая, что в соответствии с макроэкономической теорией величина мультипликатора связана с предельной склонностью к потреблению и сбережению, выделение в мультипликаторе двух вышеозначенных слагаемых позволит также количественно оценить влияние экстенсивных и интенсивных инвестиций на показатели предельной склонности к потреблению и сбережению, а, соответственно и определению оптимальных параметров доли потребления и сбережения в национальном доходе, что имеет большое значение при разработке эффективной стратегии социально-экономического развития, т.к. от этого зависит и средний уровень жизни населения, и темпы технического перевооружения экономики.

Целесообразно, на наш взгляд, кроме общего показателя

мультипликатора, характеризующего связь объёма национального дохода с общей суммой инвестиций, выделять и так называемые частные показатели мультипликатора в соответствии с различными направлениями интенсификации общественного воспроизводства. Иначе говоря, это означает, что в общем объёме инвестиций следует выделять те, реализация которых приведёт к более интенсивному использованию определённого вида ресурсов – энергетических, материальных, водных, трудовых и т.д., причём в частных показателях мультипликатора также необходимо выделять два слагаемых, т.е.

$$K_{pi} = K_{pi \text{ экст}} + K_{pi \text{ инт}}, \text{ где}$$

K_{pi} – частный мультипликатор для i -го вида ресурсов;

$K_{pi \text{ экст}}$ – показатель, характеризующий влияние на национальный доход инвестиций, реализующих экстенсивный вариант использования i -го вида ресурсов;

$K_{pi \text{ инт}}$ – показатель, характеризующий влияние на национальный доход инвестиций, реализующих интенсивный вариант использования i -го вида ресурсов.

Как и в случае общего мультипликатора, для частных показателей мультипликатора величины $\frac{K_{pi \text{ экст}}}{K_{pi}}$ и $\frac{K_{pi \text{ инт}}}{K_{pi}}$ могут принимать любые значения в интервале от нуля до единицы, причём крайние значения этого интервала (т.е. ноль или единицу) они принимают, также как и для общего мультипликатора, лишь в случае исключительно экстенсивного (т.е. когда используются только экстенсивные инвестиции), либо исключительно интенсивного (т.е. когда используются только интенсивные инвестиции) способа воспроизводства. Для смешанного же способа воспроизводства (т.е. когда используются как экстенсивные, так и интенсивные инвестиции – случая, наиболее часто встречающегося в хозяйственной практике) рассмотренные выше соотношения обязательно будут принимать значения, больше нуля, но меньше единицы.

Говоря о смешанном способе воспроизводства, следует уточнять, идёт ли речь о преимущественно экстенсивном (т.е. когда преобладают экстенсивные инвестиции) или же о преимущественно интенсивном (т.е. когда преобладают интенсивные инвестиции) способе воспроизводства. Важно учитывать также то, что говоря об экстенсивном, интенсивном и смешанном типах воспроизводства, всегда следует уточнять, идёт ли речь о воспроизводстве с учётом использования всех ресурсов в целом (и лишь только в этом случае, на наш взгляд, имеет смысл использовать термин «общественное воспроизводство»), либо же речь идёт об экстенсивном, интенсивном и смешанном типах воспроизводства, основанных на использовании лишь определённого вида ресурсов (или же совокупности некоторых, но не всех видов ресурсов). Например, рассматривают же в специальной литературе только воспроизводство населения или воспроизводство основного капитала – всё это подтверждает справедливость предложенного нами подхода. Таким образом, учитывая, что инвестиционные ресурсы – особый вид ресурсов,

которые используются в процессе воспроизводства любого другого вида ресурсов – трудовых, капитальных, материальных, водных, энергетических, природных и т.д., для определения экстенсивных и интенсивных инвестиций наряду с показателями фондоотдачи и капиталотдачи целесообразно использовать также показатель мультипликатора и его две составляющих. Что касается инноваций, то и здесь, на наш взгляд, целесообразно учитывать те социально-экономические последствия, к которым приводит их внедрение в реальную хозяйственную практику и поэтому, подобно инвестициям, выделять инновации интенсивного или экстенсивного типов в зависимости от того, способствуют ли результаты их внедрения соответственно интенсификации или, наоборот, процессу экстенсификации. Кроме этого, целесообразно выделить несколько групп инноваций, соответствующих разным направлениям интенсификации общественного воспроизводства.

Выделять разные виды и типы инноваций особенно важно в связи с тем обстоятельством, что инновации считаются формой реализации НТП, тогда как сам НТП считается важнейшим фактором интенсификации общественного воспроизводства. Поэтому получается, что инновации вроде как всегда соответствуют процессу интенсификации производства, что, однако, не соответствует действительности – на самом деле инновации могут способствовать как усилению интенсивного характера общественного воспроизводства, так и процессу экстенсификации (например, когда внедряются недостаточно новые инновации или инновации, внедрение которых не способствует экономии какого-либо ресурса).

Выделение инвестиций и инноваций экстенсивного и интенсивного типов важно не только с теоретической, но и с практической точки зрения. Дело в том, что процесс интенсификации является важнейшим условием повышения конкурентоспособности национальной экономики, причём в обозримом будущем роль и значение этого процесса в связи с исчерпанием и усложнением условий добычи и эксплуатации ряда важных природных ресурсов ещё более возрастут. В связи с этим внедрение инвестиций и инноваций интенсивного типа будет способствовать также повышению экономической безопасности страны.

Рассматривая различные формы и направления инвестиций с точки зрения их влияния на процесс интенсификации общественного производства в России, следует отметить, что доля интенсивных инвестиций в общей структуре иностранных инвестиций существенно меньше по сравнению с аналогичным показателем в структуре внутренних инвестиций, что, на наш взгляд, в значительной степени объясняется нежеланием Запада технологически усиливать российскую экономику. Сравнивая прямые и портфельные инвестиции, можно констатировать, что в первом случае возможности реализации интенсивных инвестиций существенно выше, чем во втором.

Как известно, в зависимости от выбранной инвестиционной стратегии субъекта хозяйствования выделяют несколько различных портфелей

инвестиций и, в частности, консервативный портфель, когда предполагается инвестирование в малопродуктивные, но стабильные объекты; доходный портфель, в соответствии с которым инвестиции осуществляются в объекты, гарантированно приносящие высокие доходы и рискованный портфель, формирование которого связано с осуществлением инвестирования в объекты, приносящие наибольший, но не гарантированный доход. Целесообразность выбора конкретного портфеля инвестиций с точки зрения максимального использования имеющихся потенциальных возможностей в отношении внедрения интенсивных инвестиций в значительной мере определяется отраслевой и региональной спецификой, однако можно констатировать, что в будущем в связи с усложнением условий осуществления общественного воспроизводства значение рискованного портфеля как предпосылки роста доли интенсивных инвестиций существенно возрастет. Таким образом, можно видеть, что лишь создание системы эффективных и взаимосвязанных мер и условий хозяйствования на разных уровнях иерархии макро-, мезо- и микроуровне позволит существенно увеличить использование в обозримом будущем в российской экономике интенсивных инноваций и инвестиций, однако наибольшее значение в этой системе всё же имеет использование комплекса мер государственного регулирования развития народнохозяйственного комплекса страны.

Интенсификация общественного производства является одной из важнейших тенденций развития мировой экономики. Особенно эта тенденция проявляется в развитых капиталистических странах. Это объясняется тем обстоятельством, что интенсификация, важнейшим фактором которой является научно-технический прогресс, является обязательным условием и материально-технической основой существенного повышения социально-экономической эффективности и ускорения темпов развития народно-хозяйственного комплекса страны. Интенсификация производства является также одним из важнейших факторов повышения конкурентоспособности отечественной продукции.

Действительно, в современных условиях именно наукоемкие технологии – роботизация, биотехнология, электронно-вычислительная техника позволяют достигать высоких стандартов, уровня и качества жизни. Достаточно сказать, что Япония, не имеющая сколько-нибудь серьезных запасов природных ресурсов, стала одной из ведущих держав мира благодаря, прежде всего, эффективному использованию научно-технического потенциала, причем далеко не только своего (как известно, Япония является крупнейшим импортером лицензий). То же самое можно сказать и про другую быстроразвивающуюся страну – Южную Корею.

Значение процесса интенсификации в связи со все более возрастающей дефицитностью невозобновляемых природных ресурсов в обозримой перспективе еще более возрастет. Вместе с тем во многих постсоциалистических странах в последнее время темпы и уровень интенсификации производства все еще недостаточно высоки. Все это

справедливо и для стран СНГ, в том числе для России и Украины. И это при том, что в советский период о необходимости всемерной интенсификации говорилось на всех уровнях общественной иерархии, в том числе и на самом высоком.

Развитие российской экономики до последнего времени преимущественно было связано с использованием экстенсивных факторов (недозагруженными мощностями и незанятой рабочей силой, а также внешней конъюнктурой). Однако ускорение социально-экономического развития, намечаемое на ближайшее десятилетие, не может основываться на весьма ограниченных по своим возможностям экстенсивных факторах. Необходимо использовать качественно новый физический и человеческий капитал, а также результаты благоприятных условий хозяйствования. Чтобы ускорить экономический рост, необходим поиск новых, устойчивых источников развития и активизация процесса интенсификации производства.

Актуальность перехода на интенсивный способ хозяйствования определяется также и тем, что в трудные годы экономического спада проблемам интенсификации не придавалось должного значения. В настоящее время, когда возникли благоприятные предпосылки развития, интенсификация предполагает вовлечение в общественное производство всего имеющегося потенциала страны и все более рационального его использования.

Раньше, в условиях плановой экономики в России о необходимости всемерной интенсификации экономики постоянно говорили руководители всех уровней. Много в этом направлении делалось: внедрялись новые технологии на предприятиях, ускоренными темпами развивались фундаментальная и прикладная наука, в стране были широко развиты изобретательство и рационализация, причем в этой деятельности наша страна занимала одно из первых мест в мире. Другое дело, что новинки у нас не всегда оперативно внедрялись, в то время как в передовых странах за любое усовершенствование на производстве специалисты получают хорошее вознаграждение. В Японии, к примеру, в фирмах существуют кружки качества, деятельность которых стимулирует проявление инновационной активности трудящихся этих фирм как с материальной, так и с моральной точек зрения.

Необходимость в стране перехода к рыночным отношениям многие специалисты объясняли также и обстоятельством, что рынок должен был еще более повысить уровень интенсификации общественного производства, главным фактором которой является НТП. Однако результат получился прямо противоположным. В последнее время не только не произошло усиления интенсивного характера производства, существенного повышения темпов его роста, но и значительно снизился уровень интенсификации. На это указывают следующие факты. Такой важный показатель интенсификации, каким является производительность труда, существенно снизился (в сельскохозяйственных предприятиях, например, за десятилетний период рыночных реформ этот показатель снизился более чем на 20%, соответственно затраты труда на производство центнера зерна за это же время возросли с 1,6 человеко-часов до

2,4). О снижении уровня интенсификации российской экономики в переходный к рыночным отношениям период свидетельствуют и другие показатели. В последнее время почти во всех отраслях существенно уменьшились коэффициенты обновления основных фондов. Это привело к тому, что на многих предприятиях степень их износа приближается к 100%.

Тенденция снижения темпов интенсификации производства в условиях рыночной реформы проявляется в разных регионах страны. В итоге средний уровень технооснащенности и конкурентоспособности российской экономики еще более отдалился от мировых стандартов. В целом темпы внедрения новых технологий в промышленности России в 1990-х годах и начале XXI века резко снизились: если удельный вес предприятий и организаций, осуществляющих разработку и использование нововведений, в начале рыночных реформ превышал 16%, то сейчас этот показатель составляет около 5%. Особенно низка инновационная активность в сельскохозяйственном машиностроении и промышленности строительных материалов. А общая доля новой и усовершенствованной продукции составляла в последнее время лишь около 12% от всего объема отгруженной продукции инновационно-активных предприятий.

В последнее время многие руководители об интенсификации экономики вспоминают редко, хотя именно интенсификация является по-прежнему важнейшим фактором роста социально-экономической эффективности производства и конкурентоспособности продукции. В этой связи нелишне напомнить, что основу экономического потенциала развитых стран составляют новейшие наукоемкие производства: роботизация, генная инженерия, биотехнология и т.п. Поэтому чтобы в обозримой перспективе существенно повысить уровень и качество жизни россиян, необходимо принять срочные меры для повышения эффективности и темпов роста интенсификации производства.

Особенно это актуально для регионов с высоким инновационным потенциалом, к которым относятся, например, регионы Урала, традиционно являющиеся флагманами российского ВПК. Инновационные процессы в такого рода регионах в последнее время существенно затормозились. На предприятиях машиностроительного комплекса снизился удельный вес новых изделий в общей структуре выпускаемой ими продукции, слабо идет внедрение новых технологий, научно-исследовательских, опытно-конструкторских разработок.

Произошедшее за последнее десятилетие снижение темпов интенсификации вполне объяснимо: финансовых ресурсов часто не хватало не только на техническое обновление производства, но и на выплату заработной платы. Поскольку в последнее время ситуация в российской экономике несколько улучшилась (прежде всего, за счет благоприятной внешней конъюнктуры в отношении энергоносителей, традиционно составляющих основу российского экспорта), появившиеся резервы целесообразно использовать на повышение интенсификации производства, а, следовательно, и роста конкурентоспособности продукции. Без этого невозможно обеспечить

устойчивое развитие общества, тем более, что Россия, как известно, в ближайшее время, скорее всего, вступит в ВТО, в связи с чем средний уровень конкурентоспособности российских товаров должен соответствовать мировым стандартам. Важнейшим условием ускорения процесса интенсификации является государственное регулирование экономики, осуществляемое в двух основных формах. Возможно прямое государственное финансирование или же создание льготных условий для тех предприятий, которые расширяют научно-исследовательскую деятельность, внедряют прогрессивную технику и технологию. Шире следует использовать и методы ускоренной амортизации фондов. Имеет смысл также разработать комплексно-целевую программу «Интенсификация экономики России и ее различных регионов при рыночных отношениях», в которой следует учесть отраслевые и территориальные особенности инновационного развития производства.

Для повышения уровня конкурентоспособности продукции и экономической эффективности российской экономики большое значение имеет также разработка проблем изучения влияния интенсификации производства на рост его конкурентоспособности и эффективности при рыночных отношениях. Социально-экономические процессы в условиях формирования рыночных отношений все более нестабильны и изменчивы. Неопределенность экономической среды требует качественно иного подхода к формам управления производством, в том числе процессом интенсификации, являющимся важнейшим условием повышения эффективности общественного воспроизводства. Следует отметить, что хотя недостаточно высокий уровень интенсификации и явился одним из наиболее существенных факторов, обусловивших необходимость радикального реформирования российской экономики, анализ показал, что при переходе к рыночным отношениям темпы интенсификации значительно снизились. Это во многом связано с тем, что в процессе реформирования российской экономики на основе монетарной модели практически не учитывались особенности отечественной системы общественного воспроизводства.

Таким образом, результат получился прямо противоположный: в последнее время не только не произошло дальнейшего усиления интенсивного характера производства и повышения темпов этого процесса, но и уровень интенсификации существенно снизился. Связано это в значительной мере с разрывом хозяйственных связей, с возросшей неопределенностью экономического пространства и другими причинами. Чтобы приостановить действие данной негативной тенденции и в дальнейшем избежать еще более серьезных последствий, необходимо разработать комплекс регулирующих и стимулирующих мер, реализация которых позволит повысить эффективность и уровень интенсификации в новых рыночных условиях хозяйствования. В этих мероприятиях должна быть учтена также отраслевая и региональная специфика.

Переход на интенсивный путь развития в различных отраслях народного хозяйства имеет свою специфику. Она определяется рядом особенностей,

присущих отрасли: характером НТП, соотношением живого и овеществленного труда в процессе производства, социально-экономическими условиями организации труда, степенью влияния природных факторов и т.д. Характер направленности интенсификации производства в отрасли, сроки проведения мероприятий, сосредоточенных на усилении интенсивного характера процесса производства, в значительной мере определяются той ролью и местом, которое занимает отрасль в экономике народного хозяйства на данном этапе его развития, а также условиями воспроизводственного процесса.

Имеются существенные различия в протекании этого процесса и на региональном уровне. Так, например, в зависимости от того, относится определенный регион к трудодефицитному или трудоизбыточному, эффективность трудосберегающего направления интенсификации регионального производства будет существенно различаться. Значительное влияние на направленность интенсификации в регионе оказывает и такой фактор, как преимущественное размещение в нем предприятий, занимающихся выпуском средств производства или предметов потребления. Например, несомненное преобладание на Кольском полуострове природоэксплуатирующих производств на первый план выдвигает скорейшее внедрение других ресурсосберегающих технологий. Можно выделить большое количество других причин и факторов, от которых будут зависеть направленность, темпы и уровень интенсификации воспроизводства в регионе.

При этом следует отметить связь и взаимовлияние отраслевых и региональных особенностей процесса перевода экономики на рельсы интенсивного развития. Так, скажем, приоритетность и значимость процесса на двух идентичных предприятиях одной отрасли, но расположенных в разных регионах будут, скорее всего, неоднозначными, что может быть связано с такими обстоятельствами, как отнесение этой отрасли в первом регионе к отрасли российской специализации, тогда как во втором случае эта же отрасль относится к вспомогательным или обслуживающим отраслям другого региона. Поэтому при характеристике отраслевых особенностей интенсификации какой-то однотипной группы предприятий, расположенных в известном регионе, целесообразно помимо общеотраслевых указывать и такие особенности, которыми отличается интенсифицирование производства предприятий этой отрасли в этом регионе, иначе говоря, помимо общеотраслевых особенностей учитывать и региональные.

К отраслям специализации ряда регионов Северного экономического района, например, Мурманской области, в значительной мере определяющих характер развития экономики всего региона, относятся такие отрасли промышленности, как горная и рыбная. Это обстоятельство было определяющим для выбора предприятий именно этих двух отраслей в качестве объекта исследования для изучения вопроса о выявлении отраслевых особенностей интенсификации; в других отраслях, которые невозможно все рассмотреть в силу их многочисленности, подобные особенности должны быть несколько иными, хотя, разумеется, совпадения здесь совершенно не

исключены.

Большим своеобразием отличается процесс интенсификации производства в рыбной промышленности. Специфический характер интенсификации производства в этой отрасли определяется особенностями организации производства и труда в море и размещением предприятий на окраинных территориях, характером сырьевой базы, значением рыбного хозяйства и рядом других факторов.

Рыбная промышленность – самая фондоемкая отрасль пищевой промышленности, в которую входит еще около 40 других отраслей (в том числе мясная, маслосырдельная, молочная, сахарная, хлебопекарная и др.). В связи со все увеличивающейся фондоемкостью рыбной отрасли (в первую очередь ее добывающей подотрасли) особое значение приобретает фондосберегающее направление интенсификации производства. Следующей очень важной особенностью рыбной промышленности является низкий уровень механизации и автоматизации производства. В среднем в отрасли доля ручного труда выше, чем в аналогичных отраслях агропромышленного комплекса (АПК) на 12%. В связи с этим важную роль играет трудосберегающее направление интенсификации производства.

Производство на рыбообрабатывающих предприятиях характеризуется высокой материалоемкостью продукции. Больше половины всех затрат в структуре себестоимости приходится на сырье и материалы. На некоторых береговых предприятиях по отдельным видам биоресурсов при производстве теряется до 50% ценных веществ. Это в значительной мере связано с тем, что основные технологические методы переработки сырья на протяжении последних лет существенно не менялись, тогда как видовой состав осваиваемых биоресурсов претерпел значительные изменения. Поэтому большое значение для повышения эффективности имеет и материалосберегающее направление интенсификации производства.

Таким образом, одной из важнейших отличительных особенностей процесса интенсификации рыбопромышленного производства является острая необходимость проведения и трудо-, и фондо-, и материалосберегающих мероприятий интенсификации, тогда как в других отраслях, как правило, преобладает необходимость проведения какого-либо одного ресурсосберегающего направления интенсификации производства. Нужно искать такие пути усиления интенсивного характера производства, которые способствовали бы экономии как овеществленного, так и живого труда. Другая отличительная черта процесса интенсификации в рыбной промышленности заключается в большой зависимости добычи и обработки рыбной продукции от природных факторов и специфического характера сырьевой базы. Среди них следует выделить сезонность, подвижность предмета труда и скоропортящийся характер сырья.

Комплексность как специфическая черта, отличающая рыбное хозяйство от многих других отраслей промышленности, существенно влияет на процесс интенсификации производства в отрасли. Наличие в рыбной промышленности

различных специализированных отраслей и подотраслей способствует установлению между ними более тесных и сложных связей по кооперированию производства, оказывает определенное влияние на такие важнейшие составляющие интенсификации, как процессы специализации и комбинирования предприятий. Комплексный характер отрасли в значительной степени определяет направленность главного фактора интенсификации производства – научно-технического прогресса. Вхождение в рыбную промышленность добывающей и обрабатывающей отраслей определяет наличие таких проявлений отраслевой интенсификации, как появление комбинированных производств – плавучих рыбоконсервных заводов, тунцеловных баз, рыбомучных плавбаз и др. В рыбную промышленность помимо рыбной входят и такие отрасли, как машиностроительная и металлообрабатывающая, деревообрабатывающая, текстильная и отрасль промстройматериалов. Выпуск рыбной продукции во многом зависит от эффективности функционирования этих специализированных отраслей. Так, основной причиной низкой эффективности производства консервов среди ряда береговых рыбообрабатывающих предприятий стала постоянная необеспеченность банкой.

Рассмотрим отраслевые особенности интенсификации горнопромышленного производства. Сравнивая горную промышленность с рыбной, нельзя не заметить в характеристике этих двух отраслей ряд однотипных параметров: природоэксплуатирующая направленность производства, существенная зависимость от природных факторов, комплексность производства. Это обстоятельство объясняет совпадение некоторых особенностей интенсификации горно- и рыбопромышленного производств. Так, если взять в качестве объекта рассмотрения только производственное объединение «Апатит», то можно увидеть, что это сложный взаимосвязанный комплекс горнодобывающих и обогатительных цехов, транспортных и вспомогательных производств, включающих три подземных и два открытых рудники, три обогатительные фабрики. В технологическом цикле объединения присутствуют почти все виды работ, характерные для различных горных предприятий, а именно: вскрыша, бурение, взрывные работы, экскавация, транспортировка руды на открытых горных работах; проходка, бурение, производство массовых взрывов, различные варианты добычи, электровозной откатки и выдачи руды на подземных горных работах; железнодорожные перевозки; дробление, измельчение, классификация, флотация, обезвоживание готового продукта, в обогатительном производстве; содержание отвалов и хвостохранилищ; все виды обеспечивающих производств. Кроме апатитового концентрата (с полезным компонентом P_2O_5) из апатито-нефелиновых руд Хибинского массива вырабатываются также нефелиновый концентрат (с полезным компонентом Al_2O_3) – сырье для производства алюминия, титано-магниевого концентрат и титановые белила, ведется работа по разработке технологии извлечения из руды других полезных компонентов, сфена, эгирина. Проблема комплексного использования запасов

апатито-нефелиновых руд Хибинского массива с дальнейшей переработкой и использованием всех полезных элементов в народнохозяйственном масштабе, к сожалению, до сих пор не решена. Используется весьма небольшая часть нефелина, все остальное в качестве отходов апатитового производства в течение долгих лет складывается в хвостохранилищах, нанося экологический ущерб и значительно снижая производительность труда коллектива и прибыль предприятия. Таким образом, и в горной промышленности комплексный характер производства оказывает существенное влияние на направленность и эффективность процесса интенсификации.

Существенно сказывается на интенсификации горнопромышленного производства и такой фактор, как невозобновляемость добываемого сырья (в отличие от биоресурсов). Помимо общеотраслевых особенностей интенсификации горнопромышленного производства, на протекание этого процесса на предприятиях горнопромышленного комплекса Мурманской области значительное влияние оказывают и региональные условия, как то: суровый климат, большая продолжительность зимнего периода, значительная удаленность от рынков сбыта и др.

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс интенсификации производства в каждой из двух рассмотренных отраслей промышленности имеет свои особенности, которые в значительной степени связаны со спецификой отраслевого воспроизводства, причем некоторые из выявленных особенностей присущи этому процессу на предприятиях обеих отраслей. Важно также отметить, что на протекание этого процесса существенное влияние помимо общеотраслевых оказывают и выявленные региональные особенности. На наш взгляд, проведя исследования, можно выявить особенности интенсификации производства и в любой другой отрасли народного хозяйства, часть из которых, возможно, будет совпадать с уже определенными.

Для практики хозяйствования большое значение имеет определение уровня интенсификации производства, выявление динамических характеристик этого процесса. Измерению степени интенсификации производства может помочь комплекс показателей. Однако до сих пор не разработана общепринятая система показателей, всесторонне характеризующая этот процесс.

Правда, некоторые исследователи считают, что определять уровень интенсификации производства следует каким-то одним обобщающим показателем. В качестве последнего предлагаются производительность труда, отношение прироста национального дохода к объему затрат и др. Не отрицая важности поиска такого рода обобщающих показателей, нужно признать, что только система их способна полностью охарактеризовать со всех сторон столь сложное и многогранное явление, как интенсификация производства.

Система показателей интенсификации общественного производства должна включать, на наш взгляд, две группы: первая – это показатели характеризующие факторы интенсификации производства; вторая – отражающие результаты действия этих факторов. Факторные и результирующие показатели необходимо рассматривать в комплексе. Ибо если

рассматривать каждую группу изолированно, то мы будем иметь представления, каким образом достигнуты результаты, но не знать о причинах.

К таким факторам интенсификации производства относятся НТП, являющийся решающим фактором, общественные формы организации производства, т. е. концентрация, специализация, кооперирование и комбинирование, совершенствование отраслевой и территориальной структуры, совершенствование управления, планирования и организации производства и др. Действие факторов интенсификации производства приводит к тому, что более эффективно, или в обратном выражении — более экономно расходуется живой труд, сырье, основные фонды, капитальные вложения и т.д. Поэтому результирующие показатели могут выражаться в индексной форме либо в виде показателей, отражающих экономию ресурсов. К этой группе показателей относятся такие, как индекс производительности труда, фондоотдачи, материалоемкости, капиталоемкости, показатели экономии рабочей силы и другие. Все результирующие показатели можно разбить на три подгруппы: показатели, показывающие, каким образом за счет факторов интенсификации производства увеличилась эффективность использования живой силы, предметов и средств труда.

Более подробное рассмотрение проблемы усиления интенсивного характера производства на основе прогрессивных форм НТП позволяет сделать вывод о том, что в новую систему управления НТП, которая формируется в процессе развития рыночных отношений, должны включаться следующие компоненты: разработка общей стратегии НИОКР; финансирование крупных программ; система научно-технической информации, аккумулирующая мировой опыт; льготы и субсидии, стимулирующие инновационную активность предприятий и их подразделений и ряд других.

В развитых странах государство в значительной мере контролирует и определяет развитие новых форм НТП, причем его функции не сводятся только к микроэкономическому регулированию рынка, хотя и это весьма важная сфера его деятельности, ибо, именно контролирующие функции центральных органов власти, например, оберегают отрасли от чрезмерной монополизации, способствуя тем самым более быстрому развертыванию НТП. Особенно велика роль государства в поддержке и стимулировании развития сферы НИОКР, причем в последнее время это прежде всего проявляется в формировании государственной научно-технической политики, основанной на учете приоритета общеэкономических целей развития и включающей систему определенных мероприятий, таких, как прямое финансирование НИОКР, развитие инфраструктуры обеспечения этой сферы, использование контрактной системы для осуществления крупных научных проектов и программ и ряд других. Но представляется, что особенно большие возможности в системе регулирования и государственного стимулирования НТП имеются в осуществлении разумной налоговой и амортизационной политики.

Например, в Японии промышленным компаниям, осуществляющим капиталовложения в передовое оборудование, используемое для исследований

и разработок новой технологии, налоговое законодательство предоставляет право вычесть из налога на прибыль 7% от величины таких инвестиций. В Великобритании еще 50 лет назад были введены налоговые скидки по инвестициям, которые предоставляются компаниям в первый год эксплуатации машин и оборудования. В Ирландии размер скидок, получаемых компаниями в первый год эксплуатации оборудования, достигает 100%. Следует сказать, что налоговые льготы по инвестициям в новые производственные фонды в той или иной форме используются почти во всех развитых странах. Правда, в таких странах, как Великобритания, Франция, ФРГ решающую роль в стимулировании инвестиций в ряде отраслей промышленности играют не налоговые скидки, а амортизационная политика. В Великобритании, например, многим компаниям разрешено списание полной стоимости технически передового оборудования в первый год его функционирования.

Приведем ряд фактов, подтверждающих значение и роль государственного регулирования НТП в развитых капиталистических странах вопреки иногда встречающемуся в специальной литературе мнению, что высокие темпы НТП в передовых странах обусловлены только закономерностями рыночного хозяйствования (хотя, разумеется, наличие развитого рынка – обязательное условие ускорения НТП, но велика в этом и роль государства). В большинстве ведущих стран государство покрывает около половины всех расходов на НИОКР, соблюдая при этом определенные политические, экономические и научно-технические приоритеты. Так, в США, где в последние десятилетия резко возросла роль частного сектора, государство финансирует почти половину расходов на науку, свыше 50% затрат на НИОКР берет на себя государство Великобритании и Франции, более 40% – в ФРГ.

Государство активно содействует осуществлению комплексной автоматизации производства. Так, разработка, производство и внедрение робототехники почти во всех развитых странах осуществляется при активном содействии государства – государственное стимулирование развития робототехники проводится в Японии, ФРГ, Франции, Великобритании, Канаде и других странах. Развитие роботизации возведено в ранг национальных приоритетов. В значительной мере то же самое можно сказать и о государственном стимулировании развития биотехнологии, освоения космического пространства, развития полупроводниковых технологий, ядерной энергетики и других важнейших направлений НТП. Источниками финансирования НТП в развитых капиталистических странах выступают государственные бюджеты, государственные специальные фонды, собственные средства промышленности фирм, частных некоммерческих организаций и вузов, а также иностранный капитал.

Государственное стимулирование НТП в развитых странах осуществляется в двух основных формах: в прямом государственном финансировании и в поощрении путем создания льготных условий для тех частных и государственных предприятий, которые расширяют научно-исследовательскую деятельность, внедряют прогрессивную технику и

технологии. Первая форма в большей степени оказывает влияние на ускорение НТП в сфере научных исследований и освоения новейших отраслей промышленности, вторая – на повышение общего уровня техники и технологии. Во всех развитых капиталистических странах применяются обе эти формы, причем соотношение между ними в разных странах и на различных этапах развития может весьма сильно варьировать. Например, в Японии стимулирование государством НТП помимо прямого бюджетного финансирования осуществляется также с помощью косвенных методов: налоговых льгот и ускоренной амортизации, причем первым крупным стимулятором служит политика налоговых льгот, которая в последнее время играет гораздо большую роль, чем ускоренная амортизация. В ряде других стран соотношение различных видов государственных стимуляторов может быть иным (наиболее контрастно специализация на отдельных видах научно-технической деятельности видна при сопоставлении структуры общих расходов на эти цели в Японии и Франции, в этой связи даже говорят о французской и японской моделях государственного стимулирования НТП).

Тем более должна быть значимой роль государственного регулирования интенсификации производства и, прежде всего, главного фактора – развития НТП в переходный к рыночным отношениям период, когда неизмеримо возрос уровень изменчивости и нестабильности организационно-экономической среды, т.е. неопределенность, присущая процессу НТП (а тем самым процессу интенсификации) как таковому, усиливается в огромной степени неопределенностью самой среды. Только государство способно уменьшить уровень нестабильности и направить развитие НТП в русло, когда это будет способствовать росту экономической эффективности (разумеется, речь идет о преимущественно индикативном характере государственного регулирования, которое будет изменяться по мере приближения к развитой рыночной экономике). Если этого не произойдет, если позволить осуществиться стихийной форме перехода к рыночным отношениям системы НТП, то кризис еще более усилится в будущем.

Формы и методы государственного стимулирования и регулирования процесса интенсификации в переходный период могут быть самыми разнообразными. В этой связи полезно использовать полезный зарубежный опыт. Это могут быть следующие полезные формы стимулирования; финансирование из бюджета разных уровней, из специальных финансовых фондов — инновационных, инвестиционных, научных; ускоренная амортизация основных фондов; льготный порядок отнесения затрат, связанных с усилением интенсивного характера производства на себестоимость продукции; дифференцированное кредитование и налогообложение с учетом источников получаемых доходов и направлений расходования прибыли; дифференцированное ценообразование и целевые дотации на научно-техническую продукцию; таможенные и валютные льготы для экспортно-импортных операций, содействующих дальнейшей интенсификации; предоставление консультационных, информационных и других услуг

государственными организациями и т.д. Представляется, что в настоящее время особое внимание следует уделить косвенным методам государственного стимулирования, прежде всего, в налоговой и амортизационной политике.

9.3. Проблемы и перспективы развития экономики Мурманской области

Освоение Хибинской группы месторождений апатито-нефелиновых руд на Кольском полуострове (т.е. в Мурманской области) началось в 20-е годы. Геологические исследования Хибинского массива привели к открытию богатых апатито-нефелиновых руд, ставших качественно новым видом сырья для производства фосфорных удобрений. В это же время одновременно с геологоразведочными работами проводились технологические исследования, которыми было доказано, что из хибинского апатитового концентрата можно получить легко усваиваемый растениями суперфосфат.

Результаты геологоразведочных работ показали, что Хибинский горный массив по своим масштабам и по концентрации ряда ценных компонентов (апатит, нефелин, сфен, титаномагнетит и эгирин) не имеет аналогов в мировой практике. Апатит является основным по значению минералом в апатито-нефелиновых рудах. На его долю приходится подавляющая часть всего фосфора, содержащегося в земной коре.

Вторым, по значению, после апатита, является нефелин, представляющий сырье для производства глинозема, цемента и содопродуктов. Нефелиновый концентрат является сырьевой базой действующих Пикалевского глиноземного комбината и глиноземно-содо-поташно-цементного производства Волховского алюминиевого завода.

Следующими по значению и ценности полезными компонентами после апатита и нефелина являются сфен и титаномагнетит, которые в современных условиях являются перспективными источниками для производства пигментной двуокиси титана. Двуокись титана в Хибинской группе месторождений не учтена балансом запасов Российской Федерации. В целом запасы двуокиси титана в апатито-нефелиновых рудах составляют 35-50 млн т, что создает предпосылки для превращения Хибинской группы месторождений в потенциально перспективную базу титаносодержащего сырья. В настоящее время в структуре подтвержденных мировых запасов апатитовых руд доля хибинских месторождений составляет около 30%. Запасы апатито-нефелиновых руд на 01.01.2010 г. представлены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Запасы апатито-нефелиновых руд на 01.01.2010 г., млн т

Запасы	Кировский рудник	Расвум- чоррский рудник	Централь- ный рудник	Восточный рудник	Всего
Балансовые	999,6	381	63,6	809,9	2254,1
Промышленные, всего	827,8	314,3	58,6	692,8	1893,5

из них:					
вскрытые	251,5	34,5	18,7	22,5	327,2
готовые к выемке	2,9	1,8	2	1,2	7,9
в том числе:					
на действующих подземных горизонтах	250,6	42,9			293,5
на строящихся подземных горизонтах	78,3	47,4			125,7
в пределах существующих проектных контуров карьеров	4	0,1	58,6	183	245,7
Перспективные	494,9	223,9	-	509,8	1228,6

Государственным балансом учтены запасы девяти апатито-нефелиновых месторождений Хибинской группы, из которых шесть находятся в эксплуатации (Кукисвумчорр, Юкспор, Плато Расвумчорр, Апатиовый цирк, Коашва и Ньоркпахк). ОАО «Апатит» имеет лицензии на право пользования недрами и все шесть месторождений эксплуатируются. Лицензии выданы на срок до 2013 г. с правом разработки в пределах всего контура подсчитанных и утвержденных запасов апатито-нефелиновых руд. Три месторождения – Олений Ручей, Куэльпор, Партомчорр – детально разведаны и находятся в государственном резерве. Также осуществляется программа поисково-оценочных и геологоразведочных работ на новых рудных участках: Снежный цирк, Вуоннемиок и др.

Минимальное промышленное содержание полезного компонента по действующим кондициям составляет по разным месторождениям 7-8% P_2O_5 . Расчеты, проведенные специалистами Гипроруды по оценке минимального промышленного содержания полезного компонента в современных экономических условиях показали, что этот показатель должен находиться в диапазоне 13,5-14,9% при вариантах бортового содержания P_2O_5 , равных 8,6 и 4%.

За прошедшие 60 лет после открытия Хибинских месторождений научно-исследовательскими, проектными и производственными организациями проведены разработки, опытно-промышленные проверки и внедрение промышленных методов комплексного обогащения руд и комплексной переработки апатитового, нефелинового, сфенового, титаномагнетитового и эгиринового концентратов. В результате в промышленных масштабах освоено производство апатитового концентрата, не в полной мере нефелинового. В опытно-промышленных масштабах из руды получены сфеновый, титаномагнетитовый и эгириновый концентраты. На уровне промышленного производства освоено выделение фосфора и фтора из апатитового концентрата; из нефелинового концентрата – глинозема, содопродуктов, цемента. На стадии опытно-промышленных работ показана возможность получения

редкометалльной продукции из апатита; пигментной двуокиси титана – из титаномагнетита и на модельной установке – из сфена. В лабораторных условиях разработана эффективная азотнокислотная схема переработки нефелинового концентрата. Эффективной технологии переработки эгиринового концентрата на сегодняшний день практически не существует, также слабо изучен вопрос его использования.

Хибинская группа месторождений по разведанным запасам руд и содержанию полезных компонентов уникальна и не имеет аналогов в мире. Эксплуатируемые месторождения апатито-нефелиновых руд являются надежной сырьевой базой горно-химической отрасли промышленности. Таким образом, эксплуатируемые месторождения апатито-нефелиновых руд Хибинской группы, наряду с фосфорным и алюминиевым сырьем могут стать сырьевой базой для металлургической, химической и других отраслей промышленности при условии их комплексного использования и применения эффективной технологии переработки получаемых концентратов.

Одним из самых сложных в методологическом отношении является вопрос определения перспективной потребности, установления областей и масштабов потребления конечной продукции (или емкости рынков). Рассмотрим основные положения, связанные с определением потребности конечных видов продукции при комплексной переработке апатито-нефелиновых руд.

Апатитовый концентрат. Наиболее емкими потребителями апатитового концентрата являются сельское хозяйство (производство удобрений, кормовых фосфатов), химическая промышленность (производство фосфатных солей) и экспорт. Апатитовый концентрат содержит 39,4% P_2O_5 , около 1,0% редкоземельных металлов и приблизительно по 3% стронция и фтора. Хибинский апатитовый концентрат является одним из основных источников сырья для производства фосфатных удобрений. Апатитовый концентрат может также служить сырьем для получения редкоземельных металлов и стронция. В настоящее время сырьевой базой для них являются соответственно лопарит и целестин, запасы которых в стране ограничены.

Технология попутного извлечения стронция и редкоземельных металлов при азотнокислотной переработке апатитового концентрата проведена в лабораторном, опытно-промышленном и промышленном масштабе. При этом себестоимость производства нитрата стронция и фосфата редкоземельных металлов из апатитового концентрата по этой технологии в 2-3 раза ниже, чем из традиционных видов сырья, то есть из лопарита и целестина, что обусловлено отсутствием затрат на сырье и реагенты, а также использования более простой технологии.

Нефелиновый концентрат. Основной по объему потребитель нефелинового концентрата – цветная металлургия (глиноземное производство). Кроме того, несмотря на ограниченный объем производства, потребляют нефелиновый концентрат в сравнительно небольших объемах многие промышленные предприятия различных отраслей экономики: химической,

стекольной, керамической, строительной и др. Нефелиновый концентрат используется также для дубления кож в кожевенной промышленности, придания тканям водостойкости в текстильной промышленности, уменьшения избыточной кислотности почв в сельском хозяйстве, пропитки древесины в деревообрабатывающей промышленности, усиления прочности резиновых изделий в резиново-технической промышленности, производства квасцов и коагулянтов для очистки вод.

Целесообразность использования хибинского нефелинового концентрата обуславливается возрастающей потребностью в кальцинированной соде. Важным направлением использования нефелинового концентрата является производство цемента, себестоимость которого из этого вида сырья ниже, чем на заводах, использующих традиционное минеральное сырье.

Наряду с комплексной переработкой на глинозем, содопродукты и цемент с извлечением других полезных компонентов нефелиновый концентрат может найти непосредственное применение в промышленности строительных материалов для производства ряда строительных материалов: пеностекла, пенокералита, стеклоблоков, стеклопрофилита и др.

Пеностекло и пенокералит могут использоваться как теплоизоляционные или конструктивно-теплоизоляционные материалы в малоэтажном и сельскохозяйственном строительстве. Стеклоблоки и стеклопрофилит получают в настоящее время широкое распространение в строительстве. Нефелиновый концентрат может найти также применение в качестве компонента шихтовых материалов для изготовления минераловатных плит, керамических масс для производства облицовочных плит, керамических связей и других видов продукции.

Хибинский нефелиновый концентрат является важным источником получения поташа, который применяется не только в производстве художественного электровакуумного стекла, хрусталя и стройматериалов, но является важным сырьем для производства высококонцентрированного бесхлорного удобрения, необходимого некоторым видам растений. Потребность страны в таких удобрениях удовлетворяется лишь на 20-30%. Применение поташа для производства бесхлорных удобрений имеет большие перспективы.

Титаномагнетитовый концентрат. Этот концентрат содержит около 60% железа, 18% диоксида титана и 0.5% пентоксида ванадия. Титаномагнетитовый концентрат, получаемый из апатито-нефелиновых руд является перспективным сырьем для производства стали, ванадиевого и титанового шлаков. В опытно-промышленных масштабах проверена техническая возможность химико-металлургической переработки титаномагнетита на товарные продукты, содержащие железо, титан и ванадий.

Получаемые в процессе переработки титаномагнетитового концентрата ванадиевые шлаки могут найти широкое применение в производстве феррованадия, являющегося основной легирующей добавкой при выплавке высококачественной стали, а титановые шлаки используются в производстве

пигментной двуокиси титана. Наиболее выгодным является комплексное использование титаномагнетитового концентрата с извлечением в отдельные товарные продукты железа, ванадия и титана.

Сфеновый концентрат. Он является перспективным сырьем для производства различных соединений титана, которые применяются в химической промышленности, для производства специальных стекол, фарфора, высококачественного титанового пигмента и титановых белил, минеральных и органических красок, отбеливающих препаратов, глазурей, эмалей.

Наиболее перспективным потребителем сфенового концентрата является лакокрасочная промышленность. Получаемые сернокислотным разложением сфенового концентрата титано-кальциевый пигмент и кальциево-кремнеземный пигмент могут быть использованы для производства белил, водоэмульсионных и масляных красок.

Эгириновый концентрат. Этот концентрат содержит до 20% оксида железа, свыше 45% кремнезема, около 6% оксидов щелочных металлов, 5% диоксида титана и незначительное количество пентоксида ванадия. Эгириновый концентрат можно использовать в качестве добавок в производстве керамических изделий, черных и коричневых глазурей, обладающих повышенными кроющими свойствами, минеральной ваты, стекловолокна и других силикатных продуктов.

Эгириновый концентрат может рассматриваться как ванадий содержащее сырье. Наиболее перспективным направлением использования эгиринового концентрата является производство различных стройматериалов, в частности одного из видов пеностекла – пенокералита. Получаемый на основе эгирина пенокералит обладает повышенными тепло- и звукоизоляционными свойствам и большей механической прочностью, чем пеностекло. Как уже упоминалось, применению эгирина уделяется недостаточное внимание в силу отсутствия экономически эффективной технологии переработки эгиринового концентрата.

В настоящее время вопрос реализации апатитового концентрата приобретает важное значение. В современных условиях успешное функционирование предприятия определяется тремя параметрами: себестоимостью продукции, уровнем цен на нее и объемом ее реализации. За последние годы внесение фосфорных удобрений в сельском хозяйстве резко сократилось, что привело к падению урожайности.

Минимальная ежегодная потребность сельского хозяйства России в фосфоросодержащих удобрениях определялась Центральным Институтом агрохимического обслуживания Минсельхоза РФ, Горным институтом Кольского научного центра РАН и составила в среднем около 5,4 млн т пятиоксида фосфора в год. Это в пересчете на хибинский апатитовый концентрат составляет 13,8 млн т в год. Вышеприведенные цифры определяют реальную потребность в фосфорных удобрениях, а, следовательно, минимальный объем производства апатитового концентрата. Сегодня же за основу при определении объемов производства минеральных удобрений используется другой критерий – платежеспособный спрос потребителя.

Однако платежеспособный спрос определяет только финансовое состояние сельхозпроизводителей, а не реальное состояние плодородия почв. Цены на сельскохозяйственную продукцию растут более низкими темпами, чем цены на удобрения. В результате сельскохозяйственные производители, потребляющие удобрения, стали неплатежеспособными. Естественно, произошел спад объемов удобрений, вносимых в почву.

Динамика реализации апатитового и нефелинового концентратов представлена в табл. 9.2.

В настоящее время рост производства апатитового концентрата направлен на расширение поставок на российские предприятия. Это послужило базой для восстановления работы многих российских заводов по производству минеральных удобрений в г.г. Балаково, Уварово, Мелеуз и увеличения производства на заводах минеральных удобрений в Воскресенске, Череповце, Новгороде. Однако из табл. 9.2 видно, что доля поставок на российский рынок не превышает 50-60% выпускаемой продукции.

При емкости российского рынка в 13,8 млн т в год и производственных возможностях выпуска ОАО «Апатит» апатитового концентрата до 9,5 млн т, на ОАО «Апатит» остро стоит вопрос о консолидации с предприятиями агропромышленного комплекса, а также строительстве завода по производству тройного суперфосфата.

Потребление нефелинового концентрата в настоящее время ограничено мощностью ОАО «Пикалевского «Глинозема» – 1 млн т. Возможности ОАО «Апатит» составляют 4 млн. при выполнении реконструкции нефелинового отделения фабрики. В настоящее время в соответствии с Соглашением о намерениях ОАО «Апатит» и ОАО «Пикалевское объединение «Глинозем» разрабатывается ТЭО строительства второго завода по производству глинозема.

Таблица 9.2

Реализация апатитового и нефелинового концентратов

Годы	Реализация апатитового концентрата, тыс. т				Реализация нефелинового концентрата, тыс.т
	Страны - участник и СНГ	Дальнее зарубежье	Россия	Всего	Всего
1994	779	1141	4618	6538	900
1995	1084	1557	4819	7460	900
1996	1209	1998	3817	7024	900
1997	1174	2436	4621	8231	900
1998	858	2933	4212	8003	900
1999	984	2719	5279	8982	900
2000	566	2892	5642	9100	900
2001	239	2025	6138	8402	900
2002	221	2255	6153	8629	900

2003	258	2144	6349	8751	1005
2004	269	2241	6454	8964	1005
2005	260	2165	6236	8661	1005
2006	260	2167	6240	8666	1005
2007	260	2166	6237	8662	1005
2008	261	2178	6273	8713	1005
2009	272	2176	6278	8726	1005
2010	274	2184	6283	8741	1005

Таким образом, при комплексной переработке апатито-нефелиновой руды емкость внутреннего рынка была бы удовлетворена полностью в титановых пигментах, содопродуктах, редких землях и др. Имеющиеся прогнозы емкости внутреннего рынка по многим видам продукции показывают, что альтернативы удовлетворения потребности в них за счет апатито-нефелиновых руд не имеется.

Экологическая ситуация в Кировско-Апатитском районе весьма сложная. Под хвостохранилища ОАО «Апатит» отводятся большие земельные площади, которые становятся источниками загрязнения атмосферного воздуха и водных ресурсов, притом, что хвосты апатито-нефелинового производства состоят из ценнейших компонентов.

В табл. 9.3 приведен минералогический состав хвостов апатитового производства.

Таблица 9.3

Минеральный состав хвостов апатитового производства

Минерал	Апатит	Нефелин	Эгирин	Сфен	Титаномагнетит	Полевые шпаты
Содержание, %	4,0-8,0	55,0-65,0	7,0-10,0	1,5-3,0	2,0-3,0	8,0-12,0

Такая ситуация не только отрицательно сказывается на экологической обстановке в Кировско-Апатитском районе, нанося значительный ущерб окружающей среде, но и является существенным препятствием дальнейшего развития ОАО «Апатит».

Нерациональное использование апатито-нефелиновых руд приводит к недополучению важной продукции и противоречит принципам рационального недропользования: ограниченность и невозобновляемость запасов полезных ископаемых обуславливают необходимость их комплексного использования. Апатито-нефелиновые руды являются комплексным сырьем, характеризуются сложным минералогическим составом, в них содержится около 20 химических элементов: фосфор, алюминий, железо, титан, ванадий, редкие земли и другие. Емкость рынка в большинстве этих элементов удовлетворяется неполностью.

Учитывая большие запасы нефелина в Хибинах, а также переход алюминиевой промышленности на отечественное сырье, проблема

производства нефелинового концентрата является первоочередной. Решение этой проблемы откроет перспективу непосредственной переработки хвостов обогатительных фабрик ОАО «Апатит». Эффективность комплексной переработки нефелина во многом определяется возможностью получения на его основе вяжущих и строительных материалов. Фактический коэффициент комплексности использования апатито-нефелиновых руд составляет около 0,5. Коэффициент комплексности, рассчитанный при полном извлечении нефелина и комплексной его переработки по существующей технологии – 0,8. В случае получения из апатито-нефелиновых руд наряду с апатитовым и нефелиновыми концентратами также сфенового, титаномагнетитового и эгиринового концентратов и комплексной переработки их по разработанной к настоящему времени технологии с извлечением всех полезных компонентов коэффициент комплексности повысился бы до 0,9.

Экологическая безопасность района, таким образом, тесно связана с проблемой комплексного использования апатито-нефелиновых руд, решение которой во многом зависит от применения современных ресурсосберегающих технологий и перехода ОАО «Апатит» от монопродуктового характера производства к полипродуктовому.

Таким образом, примере ОАО «Апатит» хорошо просматриваются общие тенденции развития российских горнодобывающих и перерабатывающих предприятий. В первую очередь это рост основных производственных фондов и фондоемкости продукции, который объясняется спецификой капитальных вложений в горном производстве (необходимость постоянного ввода новых мощностей, как правило, характеризующихся более низкими эксплуатационными показателями и обеспечивающих не рост, а поддержание объемов производства). Анализ основных показателей состояния и эффективности использования основных фондов приведен в табл. 9.4. На ОАО «Апатит» уже в ближайшей перспективе существенно возрастут как эксплуатационные, так и капитальные затраты.

Таблица 9.4

Показатели использования основных фондов АО «Апатит»

№	Показатели	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
1.	Фондоотдача, руб/руб.	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,53
2.	Капвложения, млн. дол.	68,41	81,52	76,86	87,66	86,19	67,79	70,81	77,35
3.	Себестоимость апатитового концентрата, дол/т	22,4	23,9	25,3	26,5	27,3	27,9	27,9	28,1
4.	Себестоимость нефелинового концентрата, дол/т	16,3	17,0	17,8	18,6	19,2	19,8	20,1	20,2

В период 2003-2010 гг. общий объем инвестирования определен в сумме 468,4 млн. долл., из которых доля затрат в рудно-сырьевую базу составляет 55%

или 257,3 млн. долл. Из общего объема вложений в капитальное строительство половина затрат связана с сырьевым переделом, а на приобретение оборудования для рудников потребуется порядка 60% вложений предприятия на эти цели. Таким образом, производственные мощности ОАО «Апатит» загружены не полностью. Содержание незагруженных мощностей снижает экономические показатели предприятия.

С целью осуществления переоценки перспектив развития ОАО «Апатит» с учетом фактического его состояния группой институтов (НИУИФ, Гипроруда, Механобр-Инжиниринг, НИИГипрохим) была выполнена работа «ТЭО оптимального развития объединения до 2025 года и на дальнейшую перспективу». В этой работе охватывается весь спектр вопросов производственной деятельности ОАО «Апатит», включая изучение спроса на фосфатное сырье и удобрения, развитие рудной базы, оптимизацию обогащательного производства и реконструкцию действующих производств.

Формирование оптимальной по экономическим критериям структуры рудно-сырьевой базы объединения осуществлялось с учетом современного состояния горных работ, с использованием сравнительной оценки путей развития рудников, обогащательного передела, схем транспорта, масштабов производства и состояния промышленных запасов. Для детальной проработки в ТЭО были приняты варианты развития производства апатитового концентрата в объеме 8,0-8,5, 9, 10 и 11 млн. т в год и периоды стабильной работы в каждом из вариантов. На основе выводов по каждому варианту был принят к реализации вариант производства апатитового концентрата на уровне 8,5-9 млн. т до 2015 года с возможным кратковременным увеличением до 9,3-9,5 млн. т в год.

Основные предпосылки для реализации принятой программы следующие:

1. Основу рудно-сырьевой базы в указанный период составляют шесть месторождений (Кукисвумчоррское, Юкспорское, Апатитовый Цирк, Плато Расвумчорр, Коашвинское и Ньюрпахское), отработка которых ведется четырьмя рудниками.

2. Корректировка ранее принятых по всем рудникам проектных решений и уточнение их возможностей по добыче руды на период до 2015 года с учетом фактического состояния горных работ и намечаемых объемов капитальных вложений за счет собственных средств.

3. Полное техническое перевооружение подземных горных работ с переходом на систему подэтажной выемки с применением высокопроизводительного импортного самоходного оборудования.

4. Определение приоритетности в планировании капитальных вложений на поддержание и развитие рудников с целью более рационального распределения средств и повышения эффективности действующего производства.

Технологическая стратегия вывода и поддержания мощности на уровне 9 млн т апатитового концентрата в год (29-31 млн т руды) основывается на интенсивном развитии Кировского и Восточного рудников с целью достижения их максимальной производительности для компенсации выбывающих объемов

Центрального рудника за пределами 2014 г. Планируется строительство завода по производству фосфорной кислоты, который будет размещаться в уже существующих корпусах с проектной мощностью по фосфорной кислоте 300 тыс. т P_2O_5 , серной кислоте 750 тыс. т и фтористому алюминию 912 тыс. т. Капитальные вложения составят 193 млн. долл. Без остановки производства планируется реконструкция АНОФ-2 и модернизация его оборудования. Всего до 2015 года капитальные вложения по обогатительному переделу составят 60 млн. долл., в том числе на реконструкцию АНОФ-2 – 25 млн. долл.

Правильно выбранная стратегия использования минерально-сырьевой базы в составе действующих рудников, которая позволяет наиболее рационально вкладывать имеющиеся у предприятия средства с целью более эффективного развития производства и, следовательно, более эффективной отдачи от вложенных средств, позволяет ОАО «Апатит» решить эту задачу и обеспечить требуемый уровень производства апатитового концентрата. Вместе с тем очевидно, что при более интенсивном развитии, чем это предусмотрено в ТЭО, срок стабильной работы предприятия уменьшится и, поэтому специалисты ОАО «Апатит» рассматривают возможность поддержания производительности предприятия на достигнутом уровне за счет вовлечения в отработку запасов руды на глубинных горизонтах подземных рудников и резервных месторождениях Хибинского массива, находящихся непосредственно в зоне промышленной деятельности ОАО «Апатит».

Потенциальные объемы выпуска продукции и производства работ приведены в таблице 9.5.

Однако развитие предприятия связано не только с традиционными, но и с новыми видами продукции на основе повышения комплексности использования сырья. Разработана эффективная технология получения пяти концентратов в условиях оборотного водоснабжения. Есть возможность дополнительно к традиционным видам продукции добавить еще три концентрата. Но для ее реализации необходимо расширить рынок сбыта нефелинового концентрата и найти применение новым для нашей промышленности продуктам – эгириновому, сфеновому и титаномагнетитовому концентратам.

Таблица 9.5

Основные показатели плана производства ОАО «Апатит» до 2016 гг.

№ п/п	Наименование показателей	Ед. измер.	Данные по годам		
			2005	2010	2016
1.	Выработка апатитового концентрата	т.т	8700	8900	8000
2.	Добыча руды	т.т	27100	26900	25000
3.	Вскрышные работы	т.м ³	23660	19930	16520
4.	Проходческие работы	км	31.2	37.0	43.9

В настоящее время компания «ФосАгро» является крупной вертикально интегрированной структурой с полным циклом производства

фосфорсодержащих минеральных удобрений (ФМУ) – от добычи фосфатного сырья до конечных продуктов (удобрения, кормовые фосфаты, фосфорная кислота). «ФосАгро» объединяет крупнейшие предприятия российской химии – ОАО «Аммофос» (Вологодская область), ОАО «Балаковские минудобрения» (Саратовская область), а также транспортно-экспедиторскую компанию «ФосАгро-Транс» и «НИИ по удобрениям и инсектофунгицидам» (г. Москва), с общей численностью около 36 тыс. человек. ОАО «Апатит» (Мурманская область) является поставщиком фосфатного сырья для всех предприятий корпорации. Поставки минеральных удобрений российским потребителям и в страны СНГ осуществляет ООО «ФосАгро-Регион». Руководство производственно-хозяйственной деятельностью всех предприятий корпорации осуществляет управляющая компания ЗАО «ФосАгро АГ». Корпорация «ФосАгро» сегодня является крупнейшей компанией в Европе и третьей в мире по объемам добычи и производства фосфорсодержащих удобрений. Суммарный годовой объем производства фосфорсодержащих удобрений превышает 3,5 млн т, что составляет около 50% их общего производства в стране.

Производство минеральных удобрений во многом зависит от качества сырья, Россия обладает одним из самых крупных резервов экологически чистых фосфатных руд в мире. Они сосредоточены на Кольском полуострове в Хибинском горном массиве и представлены крупнейшими в мире апатит-нефелиновыми месторождениями, разработкой которых занимается базовое предприятие компании – ОАО «Апатит». К крупнейшим в России предприятиям по производству фосфорных удобрений в настоящее время относятся следующие: «Аммофос» (в последнее время в среднем за год в пересчете на стопроцентное содержание питательных веществ данное предприятие производило около 35% всего производства фосфорных удобрений в России), «Балаковские минеральные удобрения» (свыше 15%), Холдинговая компания «Акрон» (свыше 12%) и компания «Еврохим» (около 10%).

Стратегия простого расширения была характерна для компании «ФосАгро» в 2001-2003 годах, когда снижение спроса на внутреннем рынке позволило значительно увеличить экспортные поставки, к тому же по более высоким ценам. Это позволило в рамках общей товарной политики произвести модернизацию производственных и сервисных мощностей. Что касается периода с 2004 по 2010 гг., то для него характерна адаптационная политика гибридного профиля.

Компания «ФосАгро», имея сильные позиции на внутреннем рынке, должна использовать собственные конкурентные преимущества для динамичного развития – как минимум, сохранение занятой ниши по фосфорсодержащим удобрениям в ассортиментно-объемном разрезе и расширение присутствия в секторах азотных удобрений и кормовых добавок. Одним из инструментов такого расширения выступает адаптационная политика, ориентированная на особенности спроса в отдельных регионах

Российской Федерации.

Количество действующих в России тукосмесительных установок ничтожно мало, что негативно сказывается на эффективности сельскохозяйственного производства. Для сравнения – в Северной Америке их около 10 тысяч, то есть на два порядка больше. На первом этапе, до 2015 года для удовлетворения потребностей сельского хозяйства необходимо более 100 установок средней мощностью 30 тыс. т в год. Обеспечение их типовыми марками удобрений будет осуществляться совместными усилиями всех производителей России.

Целевые установки позиционирования компании «ФосАгро» в профильных сегментах реализации товарной продукции на внутреннем рынке РФ обусловлен, с одной стороны, тем, что в отечественном агросекторе расходуется минеральных удобрений в 5-6 раз меньше, чем в странах Европы. С другой стороны, органы государственной власти постоянно увеличивают уровень поддержки сельхозпроизводителей. Исходя из этого, валовый объем продаж в натуральном выражении в ближайшие пять лет может вырасти на 30% и достичь 1090 тыс. т. При этом, несмотря на высокую капиталоемкость горного производства, для повышения конкурентности практически сохраняется рентабельность продаж. Доля корпорации в поставках минеральных удобрений на внутренний рынок Российской Федерации увеличилась с 30% в 2003 г. до 37% в 2010 г.

Обеспечительными мерами для достижения заданных целей являются:

- планирование развития товаропроводящей сети, прежде всего региональной системы баз хранения с оптимальной зоной покрытия региональных потребителей;
- создание защищенного объема реализации за счет заключения рамочных срочных контрактов с крупными устойчивыми потребителями;
- проведение открытой маркетинговой политики по привлечению потребителей с формированием прозрачной системы скидок к прайсовым ценам реализации;
- формирование пакетов предоставления средств химизации и услуг потребителям на основе изучения их требований и ожиданий;
- использование для привлечения потребителей приема «показательного поля», демонстрирующего четкую корреляцию между прогнозируемой и естественной урожайностью и строгим соблюдением агротехнологий, неотъемлемой частью которых является использование минеральных удобрений;
- комплексное (информационное, техническое, организационное) сопровождение продаж удобрений с обратной связью от потребителя по всему спектру направлений (качество, упаковка, способ внесения);
- оптимизация управленческих и коммерческих затрат с целью сокращения доли накладных расходов в цене приобретения.

Необходимо отметить, что отечественные корпорации относительно легко пережили обвальное падение спроса на внутреннем рынке именно в

переходный период за счет резкого увеличения своей экспортной ориентации. Так, в среднем в год в последнем пятилетии на внешний рынок поставлялось:

- в цветной металлургии – более 60%,
- в черной металлургии – более 55%,
- в нефтяной промышленности – менее 55%,
- в газовой промышленности – более 40%,
- в химической промышленности – более 30%.

Однако максимальные поставки на экспорт осуществляли компании, производящие минеральные удобрения – около 72%, что можно считать парадоксальным в условиях крайне недостаточной обеспеченности отечественных сельхозпроизводителей. В этой связи можно отметить как высокую социальную ответственность компании «ФосАгро» поставку 34-35% выпускаемых удобрений на внутренний рынок, в то время как в «Акроне» этот показатель менее 20%.

Что касается позиционирования на внешних рынках, то здесь наблюдается, как уже упоминалось, обострение ситуации, связанное не только с появлением новых экспортеров, но и активным проведением политики импортозамещения. Так, у одного из крупнейших мировых потребителей фосфорных удобрений, Китая, соответствующая отрасль промышленности находится под государственным патронажем и развивается в соответствии с пятилетними планами. С учетом роста потребности в удобрениях выпуск ФМУ увеличился с 2001 по 2010 год с 8 до 10 млн. т P_2O_5 , при этом основным направлением ввода новых мощностей и расширения действующих становится производство сложных фосфорных минеральных удобрений.

Приоритет в инвестиционной политике здесь отдается расширению мощностей на базе китайских технологий, проектирования и оборудования в местах концентрации запасов фосфоритов. Ряд малых и средних предприятий с устаревшей технологией, не развитым ассортиментным рядом и значительными операционными издержками постепенно закрывается. Все это в совокупности с относительно высокими транспортными издержками делает китайский рынок малоперспективным для «ФосАгро».

Значительно более благоприятные условия складываются на другом крупнейшем рынке, в Индии, где вплоть до 2015 г. не менее 30% фосфорных удобрений будет импортироваться. Именно устойчивое позиционирование позволило компании в 2010 г. укрепить позиции на этом рынке и частично компенсировать потери в других сегментах.

По прогнозу, сделанному Ассоциацией Европейских производителей удобрений (EFMA), потребление удобрений в Европейских странах продолжит снижаться и в ближайшие 10 лет упадет на 9%, в т.ч. по фосфорсодержащим удобрениям на 14%. В физическом объеме это означает сокращение потребления на 400 тыс. т P_2O_5 с 3.1 до 2.7 млн. т P_2O_5 . Снижение потребления не спасет даже принятие в Европейский Союз новых членов из Центральной Европы, планирующий рост потребления в этих регионах сможет лишь стабилизировать валовое внесение удобрений после 2011 г. Кризисные явления

последних лет могут сдвинуть этот срок еще на 2-3 года.

Для российских производителей рынок ЕС является самым привлекательным с точки зрения транспортных расходов и доходности. В связи с этим необходимо приложить максимальные усилия в области качества продукции и развития продуктового ряда компании для сохранения доли на европейском рынке в условиях жесткой конкуренции, как с европейскими, так и с североафриканскими производителями.

На основе концепции современного автоматизированного производства становится возможным как повышение степени дифференциации продуктов, так и снижение издержек при их изготовлении. Затем этот вид стратегии, получивший название гибридной, был взят на вооружение крупными компаниями с традиционным набором продукции. Сегодня успешные компании пытаются усилить свои конкурентные позиции сразу по нескольким параметрам, то есть одновременно повышать потребительские свойства продукции, имидж торговой марки, сокращать время разработки новых товаров, уменьшать сроки поставок по заказам, проявлять гибкость в отношении требований покупателей, уделять внимание защите окружающей среды с тем, чтобы снижать производственные издержки.

Для компании «ФосАгро» адекватной является синхронная гибридная стратегия, объединяющая преимущества низких затрат и дифференциации.

Дифференциация целесообразна для профильной продукции компании:

1. Апатитовый концентрат – элитная ниша уникального высокосортного и высококачественного фосфатного сырья;
2. Фосфорсодержащие удобрения;
3. Кормовые и квалифицированные фосфаты.

Отдельного рассмотрения заслуживают последствия вступления России во Всемирную торговую организацию и распространения на нее правил международной торговли, определяющих возможности государственной поддержки различных секторов экономики, групп товаропроизводителей, например, экспортеров, установление импортных барьеров, возбуждение и проведение антидемпинговых и специальных расследований и др.

Для сохранения конкурентоспособности российских производителей минеральных удобрений, включая «ФосАгро», важны следующие позиции, оставшиеся в разряде проблемных на переговорах:

- базовые условия вступления России в ВТО и связанные с ним темпы либерализации рынка энергоресурсов;
- уровень и темпы снятия защитных барьеров на импортную сельскохозяйственную продукцию, что несет определенные риски перевода платежеспособного спроса с российской продукции на импортную.

Российские отрасли промышленности в целом имеют невысокий уровень конкурентных позиций. По большинству отраслей, в том числе и минеральных удобрений, отмечается высокий уровень конкуренции и посредственные или слабые конкурентные позиции. Отсюда понятны риски вступления в ВТО, даже включая наличие переходного периода для адаптации к новым условиям.

Особое опасение вызывает изменение налогового законодательства, в том числе при присоединении к Киотскому соглашению. Единовременный краткий рост экологических платежей приведет к вымыванию оборотных средств промышленных предприятий, ухудшению их финансовых показателей и, как следствие, изъятию ресурсов, необходимых для инвестиционных мероприятий, в том числе направленных на снижение отрицательного воздействия на окружающую среду. При этом необходимо отметить, что работа в этом направлении входит в качестве одной из приоритетных в плане развития «ФосАгро». Это связано, во-первых, с проводимыми работами по модернизации производственных процессов, направленных на ресурсосбережение и соответствие мировому уровню. Во-вторых, с конкуренцией с ведущими мировыми производителями удобрений, в сферу важнейших интересов которых входит постоянная работа на выдерживание самых жестких экологических стандартов. В-третьих, в связи с предстоящим выходом на рынок мирового капитала публичность становится важной составляющей деятельности российских компаний.

Кроме этого значительного фактора, существенно увеличивающего нагрузку на бюджеты горных и химических предприятий, в этом же направлении действует и требование переоформления прав постоянного (бессрочного) пользования земельными участками на аренду или их выкуп. В соответствии с новыми положениями Земельного кодекса Российской Федерации цена земли устанавливается в интервале от трех до тридцатикратного размера ставки земельного налога. В условиях хронического дефицита бюджетов субъектами РФ фиксируется предельный коэффициент, что приводит к суммам в сотни миллионов рублей, крайне осложняющих деятельность корпорации перед подготовкой к вступлению в ВТО.

Таким образом, на ценовую конкурентоспособность продукции российской отрасли минеральных удобрений при вступлении во Всемирную торговую организацию будут оказывать влияние следующие осложняющие факторы:

- либерализация рынка энергоресурсов, что приведет к формированию многоступенчатой инфляционной «волны» в связи с возрастанием влияния естественных монополий на величину инфляции издержек;
- динамика тарифов на транспортировку сырья и продукции, на которой тоже отражается рост цен на топливо и электрическую энергию;
- движение валютного курса, прогнозы которого в условиях роста цен на нефть свидетельствуют о реальном укреплении рубля;
- изменение налогового законодательства, в первую очередь в части земельных и экологических платежей;
- динамика расходов на оплату труда, а также материальных затрат на сырье, оборудование и т.п.

Все указанные факторы будут действовать в направлении увеличения нагрузки на затратную часть бюджетов, особенно для горных и химических предприятий. С учетом значительной транспортной составляющей

производители минеральных удобрений будут находиться под эффектом «ножниц» – относительной стабильности доходной части и растущей затратной.

С учетом всех возможных негативных факторов и рисков компания постоянно расширяет деятельность по усилению своих конкурентных преимуществ. Так, для череповецкого «Азота» реализуется инвестиционная программа, которая позволит увеличить производство аммиака до 1 млн т в год. На «Аммофосе» наращивается производство удобрений за счет увеличения потребления апатитового концентрата и производства новых марок сложных удобрений.

В плане улучшения логистики предполагается построить новый терминал в Мурманском порту, приобретение в лизинг железнодорожного подвижного состава. Стратегическим направлением товарной политики компании «ФосАгро» является рост выпуска и переработки нефелинового концентрата. В целом все это позволит создать мощный сбалансированный территориально-производственный комплекс в Северо-Западном регионе. В торговой политике корпорации «ФосАгро» в обозримой перспективе приоритеты сохранятся за традиционными видами продукции, где промышленная и инновационная стратегия будут направлены на расширение ассортиментного ряда, повышение качества и снижение издержек.

В промышленной политике, способствующей эффективному внедрению инноваций, необходимо выделить такое важнейшее направление, как амортизация, которая в сравнительной структуре издержек компании «ФосАгро» составляет 7%. Амортизационная политика корпорации включает две главные составляющие: снижение нагрузки на затраты (в том числе за счет консервации и вывода неиспользуемых активов) и оптимизацию использования средств этого источника. Наряду с материалами и заработной платой амортизация является одной из трех главных статей затрат предприятия и главным источником инвестиционных средств. Для корпорации «ФосАгро», проводящей активную инвестиционную политику, разработка амортизационной политики является одной из приоритетных задач.

Амортизационная политика корпорации «ФосАгро» имеет две взаимосвязанные цели. Во-первых, она должна обеспечить соответствие воспроизводственных процессов хозяйственной системы корпорации (или кругооборота основного капитала) динамике общенациональных и мировых потребностей. Во-вторых, амортизационная политика корпорации должна обеспечить необходимый объем инвестиций. Последняя цель имеет два взаимосвязанных аспекта.

Первый аспект – это то, что корпорация «ФосАгро» должна максимально использовать преимущества корпоративной формы организации. Основным ожидаемым эффектом от создания финансово-промышленных групп является реализация крупных инвестиционных проектов. Это связано с повышением возможностей к концентрации инвестиционных ресурсов в ходе процесса объединения предприятий. Согласно действующему законодательству о

финансово-промышленных группах, в качестве одной из мер государственной поддержки их деятельности предусмотрена возможность предоставления участникам права самостоятельного определения сроков амортизационных отчислений с направлением «сэкономленных» средств на развитие ФПГ. Проведение в жизнь процедуры ускоренной амортизации на всех стадиях и видах производства в корпорации позволит иметь гораздо больший кумулятивный эффект по сравнению с тем результатом, который дает проведение этой процедуры на отдельном предприятии.

Компания «ФосАгро» производит более 40% всех фосфоросодержащих удобрений в национальной экономике, из которых около половины отгружается на экспорт. В ее состав входит крупнейшее в отрасли горнодобывающее предприятие отрасли – ОАО «Апатит» с численностью персонала свыше 11 тыс. чел., выпускающее более 8 млн. т концентрата. А общий объем добываемой руды и вскрышных пород достигает 50 млн т. Основными химическими предприятиями являются ОАО «Аммофос» и ОАО «Балаковские минеральные удобрения».

Оценка технико-технологических возможностей комбината «Апатит» свидетельствует о том, что в настоящее время на нем применяются как относительно новые, инновационно-ориентированные схемы производства, но и так же используется физически и морально устаревшие техника и технологии. Это не только не способствует повышению эффективности производства, но и препятствует дальнейшему развитию предприятия. Требуется постоянный ввод новых мощностей, современной проходческой техники и транспортных средств, ресурсосберегающих технологий, что является одним из главных факторов перехода к новому качеству экономического роста.

Основными стратегическими направлениями, обеспечивающими инновационную динамику ОАО «Апатит» будут выступать повышение эффективности применения ранее созданного технико-технологического потенциала и производственных активов; инновационное перевооружение основных (горных, обогатительных и транспортных) подразделений компаний; расширение продуктового ряда; совершенствование управленческих процессов, в том числе с применением механизма согласования интересов.

Комплексный характер добываемых апатит-нефелиновых руд определяет две особенности сырьевого ряда компании:

1. Многокомпонентный характер фосфатного сырья, часть составляющих которого (фтор) имеет текущее промышленное значение, а часть (стронций, редкоземельные металлы) пока имеет потенциальное значение.

2. Наличие одновременно получаемых наряду с апатитовым концентратом товарных продуктов, из которых приоритетное значение по натуральным показателям принадлежит нефелиновому концентрату.

Комплексное использование хибинских руд является условием поддержания лицензии на разработку шести действующих месторождений. Поэтому обеспечение развернутого ассортиментного ряда при наличии платежеспособного спроса со стороны как российских, так и зарубежных

потребителей, а также рекуперация фтора в виде товарных фторсодержащих продуктов являются для компании необходимыми условиями выполнения своих обязательств. Этот фактор определяет взаимодействие компании с другими фирмами, в том числе неродственными и из других отраслевых сегментов. На рис. 9.1 приведена схема переработки апатитового и нефелинового концентрата.



Рис. 9.1. Схема переработки апатитового и нефелинового концентрата

Из приведенной схемы следует, что в концентрированном виде имеет место взаимодействие межотраслевого характера, а именно с отраслью по производству первичного алюминия, не являющейся родственной отрасли минеральных удобрений и характеризующейся собственной спецификой.

Несмотря на непрофильный характер этого сегмента бизнеса для компании «ФосАгро» сохраняется стратегический статус деятельности, направленный на поддержание сильной конкурентной позиции по издержкам производства. В первую очередь, это относится к производству фтористого алюминия, основанного на использовании кремнефтористо-водородной кислоты, отходящей от производства концентрированной фосфорной кислоты. За счет этого обеспечивается «двойной» эффект:

1. Исключаются затраты на нейтрализацию фтора в размере более 100 американских долларов за одну тонну фтора и сопутствующие организационно-технические операции (снабжение известью, загрузка станции нейтрализации, очистка оборотной воды, нагрузка на шламонакопители).

2. Входящий сырьевой поток покупается по низкой стоимости в отличие от профильных производителей фтористого алюминия.

Таким образом, компания «ФосАгро» имеет важное конкурентное преимущество перед профильными отраслевыми участниками рынка, которое в ближайшей перспективе будет только укрепляться. В основе тенденции

увеличения затрат конкурентов лежит рост стоимости флюоритового концентрата, часть которого ввозится из-за рубежа (Монголия) и услуг по его транспортировке.

Основным направлением в этом непрофильном сегменте бизнеса для компании «ФосАгро» является сохранение и усиление позиций участника рынка на базе главного конкурентного преимущества – самых низких производственных издержек. Важность сохранения и развития этого направления диктуется для компании «ФосАгро» следующими факторами:

- необходимостью комплексного использования сырья с извлечением компонентов, имеющих промышленную значимость, в том числе, фтора;

- затратами и последствиями нейтрализации фтора, связанными с истощением шламонакопителей и ухудшением качества оборотной воды, а также рисками обеспечения нейтрализующим агентом – известью или пушонкой;

- сохранением стабильного дохода компании, не подверженного сезонным конъюнктурным колебаниям, возможностью долгосрочного прямого контрактования объемов с крупными стабильными компаниями.

Важным стратегическим мероприятием выступает централизация управления с созданием «Инновационного и учебно-методологического отраслевого центра». Основными задачами созданного центра будут:

- управление инновационным циклом - от маркетинга и проработки идеи до внедрения в производство в непрерывной взаимосвязанной и согласованной последовательности;

- концентрация поисковых, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в едином комплексе с необходимыми элементами: банк данных, база знаний, действующее производство, кадры и т.д.;

- создание портфеля инновационных проектов, готовых к реализации на отраслевых предприятиях и отвечающих мировому уровню;

- проведение на базе центра встреч, конференций и других мероприятий по обмену информацией, нацеленных на интеграцию в научное отраслевое сообщество;

- предоставление потребителю комплексной и научно-обоснованной информации об оптимальных нормах внесения удобрений на основе химического анализа почв;

- использование инновационного центра в качестве базы для повышения квалификации специалистов отраслевых предприятий, прохождения практики студентами, подготовки научных кадров.

Стратегическая цель создания инновационного центра – это целенаправленное и управляемое обновление технологической базы отраслевых предприятий как основы роста их конкурентоспособности, соответствия мировому уровню технологий и увеличению добавленной стоимости продукции.

Создание инновационного центра потребует вложения в течение 3-5 лет значительных финансовых затрат, нести которые могут только крупные

отраслевые структуры. Создание инновационного центра является одной из стратегических целей вертикально-интегрированной компании «ФосАгро», объединившей крупнейшего в России производителя апатитового концентрата (ОАО «Апатит») и отраслевых производителей фосфорсодержащих удобрений.

Долгосрочная политика технического перевооружения, реализуемая компанией, требует адекватного научно-технического, проектного и управленческого сопровождения. Актуальность создания базового отраслевого инновационного центра характерна и для других отраслевых компаний и производителей и определяется усиливающимся разрывом между технико-экономическими показателями действующих физически изношенных и морально устаревших производств с одной стороны и вводимых современных мощностей с заложенными ресурсосберегающими и экологически безопасными технологиями с другой. Ликвидировать этот угрожающий конкурентоспособности отрасли разрыв можно только путем целенаправленного и управляемого внедрения лучших решений, прикладных разработок и технологий в действующее производство.

9.4. Северный морской путь: проблемы и перспективы межконтинентального транспортного маршрута

Северные регионы России обретают новое значение в связи с развитием мирохозяйственных связей, в результате которых уже в ближайшей перспективе возрастает роль и значение Северного морского пути (СМП). Глобализация мировой экономики стимулирует создание нового межконтинентального транспортного маршрута между Европой и Азией. Маршрут Северный морской путь - самый короткий и дешевый путь в Северном полушарии между Тихоокеанским и Атлантическим регионами планеты и единственный близкий морской путь из Северо-Запада Канады и Аляски в Северную Европу. Реализация в Арктике такого коммерческого маршрута будет способствовать укреплению национальной и экономической безопасности нашей страны в XXI веке.

Значение Северного морского пути как самостоятельного евроазиатского транспортного коридора очень велико. Это связано с активизацией освоения российского нефтегазоносного арктического шельфа, с ростом перевозок Норильского металлургического комбината – одного из крупнейших в мире производителей и экспортеров цветных металлов.

В 2000 году в Арктике было перевезено не многим более 1.6 млн тонн грузов, что составило 25% к среднегодовому уровню второй половины 80-х годов. Завоз с востока за рассматриваемый период сократился в 40 раз. С середины 90-х годов прекращен вывоз круглого леса морем из Тикси в Японию (в 1987 г. 174.6 тыс. т), а поставки пиломатериала через порт Игарка в Западную Европу «достигли» в 2000 г. 50 тыс. т, что составляет около 7% от объемов 1987 года. На прочих направлениях наблюдался более умеренный, но тоже достаточно существенный спад.

В наибольшей степени влияние на сокращение объемов перевозок по

СМП оказали снижение производства продукции на Норильском горно-металлургическом комбинате, снижение экспорта леса из арктических портов, прекращение транзитных перевозок грузов иностранных фрахтователей, падение объемов северного завоза в районы Крайнего Севера.

К 2007 году объем перевозимых по СМП грузов составил около 1,9 млн тонн. Сохранились устойчивые экспортные поставки Горно-металлургического комбината «Норильский никель»: в 2007 году его грузы составляли 65% (1,25 млн т) перевозок по СМП. Падение объема перевозок по СМП негативно отразилось на всей инфраструктуре Арктики. Правительство выделяло деньги только на дотации ледокольному флоту – около 230 млн руб. в год.

Предпринятые в 70-е годы меры к расширению сроков навигации по Северному морскому пути, проведение серии экспериментальных рейсов транспортных судов под проводкой ледокола как в обычные навигационные сроки в Арктике, так и в более ранние, опробование оптимального пути в Северном Ледовитом океане, когда все шельфовые арктические моря покрыты припайными льдами, подтвердили возможность использования полыней для транспортного судоходства в высоких широтах арктических морей, а также расширили сроки арктической навигации на всем протяжении Северного морского пути от Новой Земли до Берингова пролива вместо четырех до шести месяцев. В результате этих исследований Северный морской торговый флот перешел от традиционных перевозок по Северному морскому пути к транспортному освоению Арктического бассейна с перспективой обеспечения надежной и эффективной круглогодичной навигации. Определилась возможность осуществления устойчивого коммерческого грузопотока по трассе Северного морского пути. Разрешенное с 1993 года по трассе Северного морского пути транзитное плавание иностранным судам доказало возможность использования этой весьма привлекательной транспортной магистрали в направлении Запад-Восток для транснациональных перевозок, что будет способствовать повышению экономической эффективности функционирования этой трассы. Вывод, что круглогодичное плавание по Северному морскому пути является вполне выполнимым при соответствующей ледокольной проводке, создании флота мощных ледоколов-лидеров и флота атомных транспортных судов большей грузоподъемностью, имеет важное значение при разработке стратегических направлений возрождения и развития новых форм деятельности и управления Северным морским путем.

Анализ развития и использования транспортной системы Арктической зоны России свидетельствует, что морской транспорт в северных широтах Арктической и Субарктической зон является в настоящее время практически безальтернативным и наиболее эффективным способом завоза техники и технологического оборудования, энергоносителей, промышленных товаров, продовольствия, необходимых для функционирования территориально-производственных комплексов, расположенных в прибрежной зоне арктических морей и жизнеобеспечения проживающих в зоне людей.

Проблемы функционирования Северного морского пути тесно связаны с общими проблемами Российской Арктики. Эффективное использование Северного морского пути в качестве международного транспортного коридора, решающего задачи транспортировки грузов для обеспечения экономических потребностей России и международных требований, возможно только при условии решения ряда неотложных проблем, связанных с необходимостью создания нормативно-правовой базы его функционирования; обеспечения круглогодичного навигационного цикла всех трасс Северного морского пути, независимо от сезонов и степени ледовитости; увеличении и обновлении парка ледоколов; обеспечении навигационной безопасности по всей трассе; создании по всей трассе условий для сервисного обслуживания международного транспортного коридора (грузовых терминалов, центров связи, логических центров и т.д.).

Основным базовым транспортным районом арктической зоны России и начальным пунктом транзита грузопотока по Северному морскому пути в западной части Северной Атлантике является Мурманский морской порт, который и в перспективе сохраняет роль базового пункта доставки грузов морским путем в арктические районы России, а Мурманское морское пароходство – роль основного перевозчика арктических грузов, в котором сосредоточен основной состав специализированного арктического и ледокольного флота и входят все атомные ледоколы страны.

По оценкам Мурманского морского пароходства, содержание ледокольного флота обходится ориентировочно в 100 млн долл. в год. При наличии грузов в 10 млн т (1,5-2 млн т на ледокол) транзит по Северному морскому пути будет обходиться в 9-10 долл. за тонну, что соизмеримо с тарифами при прохождении Суэцкого канала.

Выигрыш в расстоянии, по данным ЦНИИМФ, будет составлять 7000 миль на маршруте Мурманск-Йокогама и 3860 миль на маршруте Роттердам-Йокогама. Однако таких объемов на этих направлениях в ближайшей перспективе не предвидится.

Использование СМП позволяет осуществить перевозку грузов на десять суток быстрее, чем по трассам Индийского океана. По расчетам Минтранса РФ, экономия за рейс (200 тыс. т груза) составит 500 тыс. долл., а предполагаемый ежегодный объем перевозок в перспективе – 10-15 млн т.

В Арктической зоне России прогнозируются и разведаны крупнейшие запасы нефти и природного газа, освоение и вовлечение которых в российский и мировой оборот является актуальной задачей и привлекает внимание мирового сообщества. Реализация этого проекта соответствует геополитическим интересам России и обеспечивает значительную экономическую выгоду за счет осуществления международных и межконтинентальных морских транспортных перевозок по трассе Северного морского пути между Европой, Азией и Америкой.

Сегодня СМП – это единственный и экономически вполне реалистичный путь к природным кладовым российского Севера, Сибири и Дальнего Востока,

запасы которых по прогнозным оценкам уже в XXI веке могут стать основной сырьевой базой России.

Министерство транспорта России разработало новую концепцию развития Северного морского пути, согласно которой к 2010 году в России появится арктическая морская транспортная система, выполняющая функции Международного коридора для перевозки транзитных грузов, использование которого по предварительным оценкам может ежегодно давать бюджету до 300 млн долл. и обеспечить содержание ледокольного флота.

В 2007 году перевозки по СМП возрасли до 3 млн т в год, а к 2015 г. должны возрасти до 13-14 млн т. Такой прогноз предполагает рост транзитных перевозок, привлечение на СМП грузов «Газпрома» и нефтяных компаний, разрабатывающих месторождения Тимано-Печорского бассейна.

Для обеспечения прогнозируемых объемов перевозок, связанных с перевозкой нефти и природного газа, транзитных грузов, экспортно-импортных и других грузов, потребность в специализированных судах ледового класса к 2010 г. составляет до 75 судов дедвейтом около 3,2 млн т, а также необходимо строительство новых портов, перегрузочных комплексов, контейнерных терминалов и пр. Потребность в ледоколах определена в 10-12 единиц, включая два ледокола-лидера, 4-6 линейных ледоколов и 4-6 мелкосидящих ледоколов.

Модернизация и реконструкция всей системы Северного морского пути как главной широтной транспортной магистрали, связывающей северные районы России и способной осуществлять эффективные межконтинентальные и международные транспортные связи между Европой, Азией и Америкой, должно стать приоритетным объектом государственной транспортной политики на Севере России. В комплексе с реструктуризацией морской транспортной системы в зоне Севера необходима модернизация узлов по всей системе железнодорожного и речного сообщения, обеспечивающего регулярное снабжение северных территорий, развитие внутрирегиональных автомобильных дорог и повышение их качественных характеристик, реконструкцию и совершенствование аэропортов и аэродромов, развитие на новой технической базе общезональных инфраструктурных систем связи, телекоммуникаций и информатики с выходом на международные информационные связи с охватом всех регионов и районов Севера, упорядочения и расширения энергоснабжения и энергокоммуникаций во всех сферах деятельности и перевод электропотребителей на централизованные виды энергообеспечения.

При всей неопределенности основных грузообразующих факторов максимальный прогнозный объем морских перевозок в западном секторе Арктики по оценке экспертов может быть определен к 2015 г. в интервале 25-35 млн т, в том числе углеводородов – 20-30 млн т. В более отдаленной перспективе потенциал только международного коммерческого транзита по Северному морскому пути оценивается в несколько десятков миллионов тонн в год. Вместе с тем, техническое состояние и резервы существующей транспортной системы позволяют в настоящее время освоить дополнительно 2-

3 млн т транзитных перевозок.

В рассмотренном на заседании Координационного совета Ассоциации «Северо-Запад» проекте «Концепции развития Северного морского пути» впервые поставлена задача его комплексного развития. Целями комплексного развития должны быть:

- сохранение Северного морского пути как национальной единой транспортной магистрали России в Арктике;
- обеспечение устойчивого и безопасного функционирования Северного морского пути в интересах экономики арктической зоны на транзитных и региональных перевозках и северном завозе грузов;
- защита приоритета российского флота и укрепление безопасности России в Арктике;
- разработка комплексной арктической геоинформационной системы.

В решении Координационного совета отмечено, что комплексное развитие Северного морского пути является сложной межотраслевой и межрегиональной задачей, решаемой в перспективе в несколько этапов. В начале приостанавливаются процессы спада и стабилизируются основные параметры работы арктической морской транспортной системы. Далее при увеличении грузопотоков по СМП до 3-7 млн т в год, сводится к созданию финансово-экономико-правовых условий для устойчивого развития СМП. В дальнейшей перспективе (2008-2015 гг.) с возрастанием объемов перевозки грузов до 13-15 млн т, осуществляется переход к коммерческому использованию СМП, когда обеспечивается саморазвитие арктической морской транспортной магистрали и реновация всех элементов системы за счет доходов от работы СМП.

В качестве первоочередных нормативно-правовых и организационных мер могут быть предложены:

- принятие на федеральном уровне решения по объявлению национального статуса трассы Северного морского пути и формировании государственной программы его поддержки;
- внесение изменений в таможенное (при ввозе приобретенных судов и судового оборудования на таможенную территорию РФ отменить для российских судовладельцев налог на добавленную стоимость) и налоговое (при покупке и строительстве судов с привлечением кредитов банков на период полного расчета с кредиторами отменить налог на прибыль и на имущество в части кредита и расчета по нему) законодательство;
- укрепление государственных мер экономической и технологической интеграции между грузообразующими отраслями (железнодорожным, морским, речным и автомобильным транспортом), в том числе по согласованию тарифов при обеспечении арктических перевозок;
- принятие Закона «О государственной поддержке судостроительной промышленности Российской Федерации».

Государство должно понять, что Северный морской путь сегодня –

вопрос больше геополитический, чем экономический. Это единственная реальная основа удержания завоеванных Россией за два последних столетия морских позиций в Арктике, а может быть и арктических территорий. Оно должно взять на себя, естественно, в оптимальном варианте, модернизацию арктического флота и портовых сооружений на основе возвратного кредитования или в порядке инвестиционного финансирования по федеральным целевым программам с получением соответствующих пакетов акций паромств и портов. Атомный ледокольный флот в обозримой перспективе, вероятно, так и останется собственностью государства.

Необходимы также законы, защищающие интересы российской промышленности и морского флота и протекционистская политика для российских судоходных компаний и промышленных предприятий, осуществляющих свою хозяйственную деятельность в северных регионах России. В таком подходе к решению экономических и социальных проблем северных территорий и осуществлению финансово-хозяйственной деятельности Северного морского пути заинтересованы администрации северных регионов – субъектов Российской Федерации, что определяет необходимость объединения усилий в поисках пути их разрешения. Но обязательным требованием к эффективному освоению и развитию северных территорий являются опережающие темпы строительства и развития транспортных коммуникаций, первоочередное место в которых принадлежит Северному морскому пути.

Поляризация мирового рынка в северном полушарии планеты, в частности в Северной Атлантике и в северной части Тихого океана, определяет возможность значительного расширения грузопотоков по трассе Северного морского пути, в связи с чем ставится задача о необходимости разработки комплекса торгово-экономических и правовых норм, определяющих промышленную и транзитную инфраструктуру на территории северных районов и транзитный бизнес по трассе для российских и иностранных грузов через Северо-Запад России в зону Азиатско-Тихоокеанского региона. Необходима разработка законов, защищающих интересы российской промышленности и морского флота и протекционистская политика для российских судоходных компаний и промышленных предприятий, осуществляющих свою хозяйственную деятельность в северных регионах России. Вместе с тем весь комплекс проблем, связанных с хозяйственным развитием Арктической зоны России, требует принятия необходимых государственных мер по закреплению правового статуса Российской Федерации на минерально-сырьевые и топливно-энергетические ресурсы арктического континентального шельфа. Требуют решения вопросы определения границ арктических владений государства, разграничения исключительной экономической зоны и континентального шельфа с Норвегией. Необходимы разработка и принятие законов по правовому действию в Арктической зоне – законов, регулирующих владение и использование морских территорий, получения лицензий и прочих правовых актов, обеспечивающих

согласованную хозяйственную и оборонную деятельность.

Осуществление масштабных проектов хозяйственного освоения арктической зоны, эффективного использования природных ресурсов, социально-экономического развития районов Арктики, реформирования и конверсии предприятий военно-промышленного комплекса в этой зоне, возрождения и комплексного развития Северного морского пути определяет необходимость проведения экономических и социальных исследований по разработке стратегии экономического развития Арктической зоны России в условиях новой экономической политики. Требуется исследование проблем формирования арктических грузопотоков, этапов развития арктической транспортной системы, развития рынка транспортных услуг и перспектив использования Северного морского пути на коммерческой основе, обеспечивающей его самоокупаемость и рост коммерческой эффективности. Важным направлением является также исследование проблем интеграции Северного морского пути в мировую транспортную систему и основ деятельности Северного морского пути во взаимосвязи с исследованиями проблем социально-экономического развития примыкающих к нему и находящихся в зоне его влияния территорий.

Важнейшим фактором активной деятельности грузоотправителей как российских, так и зарубежных является обеспечение гарантированной и экономической эффективности перевозки грузов в минимальные сроки. Развитие рынка транспортных услуг на Северном морском пути может быть обеспечено снижением транспортных затрат, повышением надежности и своевременности завоза, совершенствованием транспортных средств, поддержкой товаропроизводителей и перевозчиков. Весь этот комплекс транспортных услуг может быть достигнут при разработке и формировании единой транспортной системы Арктической зоны России, обеспечивающей выбор оптимальной схемы доставки грузов; развитием деятельности экспедиторских фирм; проведением антимонопольных мероприятий путем организации конкурсов на поставку и завоз грузов и внедрением информационной системы по транспортным услугам на Северном морском пути.

Для определения возможных и оптимальных вариантов формирования и эффективного функционирования арктической морской транспортной системы, какой является Северный морской путь, необходима научная проработка вопросов инвестирования, тарифной политики, оплаты услуг, представляемых при плавании по трассам Северного морского пути, налоговой, таможенной и кредитной политики на Северном морском пути и совершенствование всей системы управления как главной северной транспортной магистрали России, способной обеспечить гарантированную и экономически эффективную перевозку возрастающих объемов грузов в минимальные сроки, с учетом социальных, оборонных, природоохранных требований, обеспечивающих национальную безопасность.

Приоритетной задачей государственной поддержки должна стать

разработка проекта технико-экономического развития и поддержка деятельности Северного морского пути. Государство за счет средств федерального бюджета должно обеспечить эффективное функционирование и развитие элементов транспортной системы, находящихся в федеральной собственности – ледокольный флот, навигационно-гидрографическое и гидрометеорологическое обеспечение, аварийно-спасательные суда, дальняя и космическая связь, а также оказывать поддержку транспортному, танкерному и пассажирскому флотам, которые находятся в собственности ресурсных компаний (в частности гарантирование займов корпорациям, ведущим строительство новых судов и др.).

Для более эффективного обеспечения интересов хозяйствующих субъектов, северных территорий, отправителей и получателей грузов структура управления арктической морской транспортной системой должна быть усовершенствована в соответствии с новыми экономическими условиями хозяйственной деятельности.

В то же время деятельность Северного морского пути в Арктике не может основываться только на коммерческой основе на механизме рыночной конкуренции. В период освоения и своего развития Северный морской путь был объектом исключительно государственного регулирования. В настоящее время он по-прежнему является монопольной морской транспортной системой в Арктике, сохраняя это положение в перспективе. Государство должно взять на себя функции государственного регулирования и согласования интересов всех организаций и предприятий – участников судоходства по Северному морскому пути. Оно выступает гарантом правовой, организационной и материальной поддержки Северного морского пути, который, находясь под управлением и контролем государства, должен приносить доход не только коммерческим структурам, но и доход в бюджет страны и северные регионы, в частности, как это происходит при эксплуатации Суэцкого, Панамского и Кильского каналов.

Реализация проекта комплексного развития СМП в связи с большой его протяженностью определяет необходимость принятия оптимальных решений по координации многочисленных вопросов эксплуатации, развития транспортной и социальной инфраструктуры Крайнего Севера и Северного морского пути и может обеспечить:

- повышение интегрирующей роли СМП в транспортной системе Севера;
- упрочнения единого экономического пространства в Арктической зоне;
- максимальное удовлетворение потребностей северных территорий в транспортном обеспечении;
- усиление позитивного влияния СМП на социальные и культурные условия жизни населения Арктической зоны;
- улучшение информационного обеспечения функционирования СМП.

Для достижения указанных целей необходима на базе реально существующих материальных ресурсов и конструктивных предложений, разработанных проектов и программ, разработка Программы стратегии

комплексного развития СМП и его использования на коммерческой основе.

Разработка стратегии устойчивого экономического роста арктических регионов России должна быть взаимосвязана с развитием хозяйственной и оборонной деятельностью в зоне Арктики. Требуется разработка механизма согласования нормативных и правовых документов по ее осуществлению, что будет способствовать ускорению и эффективности использования богатейших нефтегазовых ресурсов шельфа арктических морей и прибрежных месторождений с обеспечением стратегических и геополитических интересов обороноспособности в национальной хозяйственной и военной безопасности страны.

Создание экономически эффективных условий для осуществления коммерческого судоходства по Северному морскому пути, в том числе международного, а также для развития инфраструктуры Северного морского пути и увеличения грузооборота, может быть обеспечено формированием инвестиционной, тарифной, налоговой, таможенной и страховой политики. Инвестиционная политика должна ориентироваться на привлечение отечественных и иностранных инвестиций, которые могут быть привлечены для строительства объектов производственной инфраструктуры, в том числе транспортировки полезных ископаемых арктического шельфа, причем с предоставлением российским юридическим лицам преимущественного права на участие в работах по соглашению в качестве перевозчиков. Второе направление – привлечение кредитов иностранных банков для строительства транспортных судов под гарантии Правительства Российской Федерации или под залог судов.

Организационно-экономические проблемы возрождения и развития Северного морского пути определяют необходимость коренной реструктуризации хозяйственно-финансовой, транспортной и управленческой деятельности Северного морского пути для повышения эффективности его функционирования в условиях формирования рыночных отношений. Наиболее целесообразна реорганизация ОАО «Мурманское морское пароходство» в смешанную холдинг-компанию в два этапа – с созданием на первом смешанной холдинг-компания с преобразованием затем в чистую с привлечением на этом этапе в компанию предприятий и организаций, связанных с деятельностью Северного морского пути.

Новая структура Северного морского пути как единая неделимая национальная транспортная компания России должна существовать и развиваться в рамках промышленно-финансовой группы, организационно действующей в виде российского акционерного общества с контрольным пакетом акций в руках государства.

Для эффективного использования потенциала Северного морского пути, создания условий для работы на нем российского бизнеса нужна четкая политика государства, обеспечивающая правовые нормы деятельности этой организации на мировом уровне. Все это создаст условия для успешного функционирования и развития Северного морского пути.

Рассмотренные мероприятия призваны обеспечить определение стратегического направления реорганизации существующей системы управления Северным морским путем и ее возрождение для эффективного функционирования в качестве крупнейшей в XXI веке Российской морской торговой коммерческой организации, осуществляющей промышленно-транспортную и организационно-экономическую деятельность на трассе Северного морского пути – главной национальной транспортной магистрали России на Севере и в Арктике.

9.5. Природно-энергетические ресурсы российской Арктики: современные проблемы освоения и перспективы развития

Характерные для современного этапа процессы глобализации породили два довольно противоречивых процесса. С одной стороны, это объективно необходимое усиление международного сотрудничества и товарообмена, порожденного усилением хозяйственной кооперации и специализации. Порождением этого процесса стали транснациональные корпорации, давно вышедшие за рамки государственных границ.

С другой стороны, любая такая корпорация имеет базовую национальную принадлежность и, по существу, представляет интересы соответствующего государства в мировой экономике. Соответственно и сами экономически развитые страны, овладевшие рынками и передовыми технологиями, совсем не спешат делиться преимуществами с развивающимися и просто отсталыми регионами. Более того, они всячески защищают свои преимущества, технологический разрыв здесь только увеличивается. И в этом аспекте освоение арктического шельфа является задачей не столько хозяйственной деятельности, сколько стратегической задачей инновационного прорыва.

На геоэкономические процессы в Арктике существуют различные точки зрения. Арктика в последние 20 лет демонстрирует миру беспрецедентную интенсивность инициатив международного сотрудничества. Это работа в рамках Арктического совета Северного форума, Совета Баренцева Евро-Арктического региона, Конференции парламентариев арктических регионов, Международного арктического научного комитета и т.п. Безусловно, интеграционные процессы имеют большое значение, особенно в сферах культурного сотрудничества, туризма, образования и т.п.

С другой стороны, без малого полвека в этом же регионе Россия ведет необъявленную рыбную войну с Норвегией в акватории знаменитой «сумеречной зоны» (170 тыс. км² или две трети Великобритании). Еще до подписания соглашения по спорному району всего за полгода норвежцы без всякого на то права арестовали 10 российских судов в нашей (также как и Шпицбергенской) экономической зоне, не имея для этого никаких законных оснований. Показательно, что в списке портов Европы, где международными договорами разрешена выгрузка уловов северных морей, 28 из 96 – порты Норвегии. И только три – России. Даже Архангельск, наш исконно рыбацкий порт, в этот список не попал.

Так что гуманитарное сотрудничество – это одно, а экономические интересы – совсем другое. К сожалению, ни одна страна не собирается ими поступиться в интересах неких интеграционных процессов, что было характерно и для античного Средиземноморья. Характерно, что упомянутые выше международные арктические институты к решению таких реальных проблем не привлекаются. Вернее, не имеют сколько-нибудь заметного влияния на такие решения.

Отметим противоречивость расстановки и поведения основных действующих здесь сил, обусловленную их стратегическими интересами. В этом плане приведем еще только один пример. Президент Российской Федерации 18 сентября 2008 г. утвердил Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. Одним из основных национальных приоритетов в Арктике признано использование Северного морского пути в качестве национальной единой транспортной коммуникации Российской Федерации в Арктике.

Однако уже 12 января 2009 г. в Соединенных Штатах принята Арктическая национальная политика, где отмечено, что свобода открытого моря является основным национальным интересом. Северо-Западный проход является проливом, используемым для международного судоходства; Северный морской путь включает проливы, не используемые для международного судоходства; режим транзитного прохода применяется к проходу через оба этих пролива.

То есть можно констатировать, что борьба за морские коммуникации и другие ресурсы арктического шельфа еще впереди, и она будет продолжительной и напряженной. При этом не вызывает сомнений то, что это будет соперничество в первую очередь технологий, хозяйственных систем и способности защищать суверенитет силовыми методами.

Повышенный интерес к Арктике проявляют и «третьи» страны, не являющиеся прямыми субъектами двухсторонних переговоров. Новейшие и самые мощные научно-исследовательские ледоколы построены в Южной Корее и Китае, явно не для прогулок к Северному полюсу. Уже более пяти лет они проводят исследования в тех шельфовых зонах, на которые претендует Российская Федерация.

Следовательно, при анализе процессов геоэкономического позиционирования и перспективной динамики социально-экономических процессов в российской Арктике следует исходить из двух основополагающих принципов:

- глобальности – то есть российская Арктика является составной частью мировой Арктики и все процессы в ней необходимо исследовать с учетом международных тенденций и нормативных актов, расстановки действующих здесь сил;

- суверенности – то есть российская Арктика является важнейшей частью национальной социально-экономической системы и все меры регулирования должны быть направлены на защиту национальных интересов и суверенитета

Российской Федерации.

В подготовленных в последние годы проектах законов «Об арктической зоне Российской Федерации» в нее полностью входят Мурманская область, Ненецкий, Ямало-Ненецкий и Чукотский округа, а Красноярский край и Республика Саха (Якутия) – своими прибрежными муниципальными образованиями. Учитывая, что первые четыре субъекта РФ представляют 90% населения российской Арктики и примерно такую же долю производственного комплекса, ниже мы кратко проанализируем именно их экономическую динамику последних лет. Наиболее отрицательным индикатором, на наш взгляд, представляется продолжающийся отток населения. Конечно, темпы его несколько снизились (за 1990-2005 гг. выехало более 500 тыс. чел., или около 25% всего населения – см. табл. 9.6).

Таблица 9.6

Показатели социально-экономического положения арктических субъектов РФ

Субъекты РФ	Миграция населения, тыс. чел.				Отношение среднемесячной начисленной заработной платы к показателя по РФ			
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
Мурманская обл.	-4,9	-7,4	-4,8	-6,7	1,41	1,36	1,37	1,35
Ненецкий АО	-0,1	-0,2	0,1	-0,1	2,55	2,41	2,36	2,23
Чукотский АО	-0,4	-0,9	-1,0	-0,9	2,33	2,26	2,27	2,22
Ямало-Ненецкий АО	-0,6	-4,0	-2,4	-5,0	2,77	2,54	2,49	2,46

Немаловажным фактором сложившейся ситуации является государственная политика в сфере заработной платы, вернее отсутствие таковой. Районные коэффициенты и северные надбавки, с одной стороны, компенсировавшие повышенную стоимость жизнедеятельности, а с другой – формировавшие отложенный спрос (в том числе возможность переезда по достижении пенсионного возраста) давно (еще в 90-х годах) потеряли свое значение в хозяйственной сфере. Поскольку работодатели сами осуществляют тарифную политику, то коэффициенты и надбавки стали во многом «обратной» величиной, то «обращающей» расчетный заработок в тариф. А в условиях низкой возможности перетока рабочей силы по многим специфическим (горным) специальностям складывается монопсонический рынок, искажающий реальную стоимость трудовых ресурсов.

В последние пять лет тенденция «вымывания» северных гарантий отчетливо проявляется и в бюджетной сфере. Методические положения в межбюджетных отношениях составлены таким образом, что эти гарантии очень мало влияют на федеральные дотации, а в условиях запредельного уровня централизации бюджетных средств именно этот фактор является определяющим.

Например, в Мурманской области (установлен коэффициент 1,4 и северные надбавки максимально 1,8), в 1995 году средняя заработная плата в 1,8 раза превышала показатель по Российской Федерации. Как видно из таблицы 1, в 2007 г. это соотношение составляло только 1,4, а в 2010 г. еще меньше – 1,35. По существу, «вымылись» все северные надбавки.

Несмотря на отмеченные негативные тенденции в миграции и заработной плате, арктические регионы представляют из себя достаточно дееспособную экономическую систему. Во всяком случае она показывала в реальном секторе показатели, адекватные национальному промышленному производству (за исключением Ямало-Ненецкого автономного округа, «обвал» показателей которого в 2007-2008 гг. обусловлен украинскими «газовыми войнами»).

Таблица 9.7

Индексы промышленного производства в арктических регионах

Субъекты РФ	В % к предшествующему году				2010 г. в % к 2006 г.
	2007	2008	2009	2010	
Российская Федерация	106,3	102,1	89,2	108,2	104,7
Мурманская обл.	98,2	107,3	93,6	104,0	103,0
Ненецкий АО	103,7	104,1	130,8	96,2	135,8
Чукотский АО	94,0	107,6	138,1	93,8	130,9
Ямало-Ненецкий АО	95,2	98,1	91,8	107,3	94,0

Характерно, что в кризисный, 2009 год все рассматриваемые регионы имели индекс промышленного производства лучше, чем национальная экономика, а Ненецкий и Чукотский автономные округа показали весьма значительный рост (см. табл. 9.7). Хотя в экономической теории считается, что сырьевые рынки наиболее «капризны», то есть в максимальной мере подвержены конъюнктурным колебаниям. Такие тенденции являются относительно новыми, обусловленными как особенностями последнего мирового кризиса (в меньшей мере затронул реальный сектор и в большей – финансовую сферу), так и особым положением сырьевого сектора в экономике нашей страны, обусловленными:

- наличием долгосрочных экспортных контрактов со стабильными ценами, в среднесрочной перспективе не подверженных значительным колебаниям;
- достаточно высокой инвестиционной привлекательностью отдельных отраслей и арктических регионов в целом;
- устойчивым и большим внутренним спросом на энергоресурсы (холодный климат требует большего потребления энергоносителей).

В то же время в российской Арктике наметились определенные негативные тенденции. Так, все последние 20 лет происходит снижение запасов разведанных полезных ископаемых при стабилизации или даже некотором увеличении добычи, в результате чего обеспеченность запасами уменьшилась практически в два раза. На низком уровне находится и извлекаемость запасов,

уступающая зарубежным аналогам в среднем на 20 процентов.

Усиливается технологическая отсталость отечественных компаний, в первую очередь в вопросах освоения арктического шельфа. Если США, Канада и Норвегия работают в этом направлении уже около 50 лет, то мы делаем только первые и достаточно робкие шаги. Например, первые разведочные работы в заливе Кука на Аляске начались еще в 1959 г., к 1995 году здесь работало 16 платформ и накопленная добыча составила более 150 млн. т. нефти. Норвегия заявила о своих правах на прилегающие морские территории в 1961 г., но первые лицензии на освоение были выданы только в 1965 г. Советский Союз приступил к разведочным работам на арктическом шельфе в середине 70-х годов, однако первым морским проектом оказалось месторождение «Приразломное», его реализация началась в 2001 г. Однако начало добычи на Приразломном месторождении в Печорском море уже неоднократно переносится с 2006 г. и теперь в очередной раз назначено на 2012 год.

Не очень благополучная ситуация складывается и на трассе Северного морского пути (СМП), где объем перевозок с 1991 по 2000 год сократился более чем в три раза, а в восточном секторе СМП в 30 раз. В последние пять лет в западном секторе наблюдается значительное оживление, однако возможности транзита на Азиатско-Тихоокеанский рынок остаются весьма проблематичными. Серьезной проблемой является то, что к 2017 г., когда ожидается начало масштабного освоения арктических месторождений и соответствующий рост грузопотоков, в строю останется всего один атомный ледокол («50 лет Победы»).

Все это происходит на фоне достаточно дискриминационных межбюджетных отношений. Так, в 2008 г. с арктических территорий поступило в федеральный бюджет более 300 млрд. рублей, а в виде обратных трансфертов было направлено не более 15 процентов от указанной суммы, что явно недостаточно для изменения отмеченных выше негативных тенденций.

В целом можно констатировать международные тенденции в Арктике очень существенно отличаются от отечественных практически по всем основным направлениям:

демографическое – в российской части за годы реформ население уменьшилось более чем на 20%, а в зарубежной оно почти настолько же выросло. В результате деловой центр штата Аляска г. Анкоридж по численности населения вплотную приблизился к г. Мурманску, хотя еще в 1990 г. отставал по этому показателю в два раза;

финансовое – только арктические регионы РФ перечисляют в федеральный бюджет больше, чем получают в виде обратных трансфертов. При этом уровень их бюджетной обеспеченности даже несколько ниже, чем в среднем по стране;

инфраструктурное – состояние инфраструктуры серьезно сдерживает реализацию инвестиционных проектов, в том числе в части освоения углеводородного сырья шельфа. В настоящее время на грани полной остановки

находится значительная часть портов. Протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием в Республике Саха (Якутия) менее 2 тыс. км, а в штате Аляска, который в два раза меньше по площади, превышает 20 тыс. км.

инновационное – в части освоения арктического шельфа наблюдается отставание на 30-40 лет по срокам, и, соответственно, по технологиям и технике добычи и транспортировки нефти и газа с морских месторождений.

С точки зрения долгосрочных перспектив можно предполагать, что одним из важнейших факторов, определяющих расстановку и взаимодействие различных сил в XXI веке, будет борьба за ресурсы. В этой связи вероятно объективное нарастание геоэкономических противоречий и в мировой Арктике, связанное с ее ресурсным потенциалом и транспортным значением, с одной стороны, и с отсутствием признанной и нормативно оформленной демаркацией морских пространств и шельфа – с другой.

Развитие проектов по освоению шельфа требует огромных инвестиций, современного оборудования и создания для освоения месторождений инфраструктуры и систем транспортировки. Например, общие капитальные вложения, необходимые для реализации пяти текущих проектов (Одопту-море, Сахалин-1 и Сахалин-2, Приразломное и Кравцовское) оцениваются более чем в 20 млрд. долл. США. А Штокмановский проект с учетом строительства завода по сжижению природного газа один превысит 60 млрд. долл. США, т.е. окажется одним из самых дорогих ресурсных проектов в мире. В этой связи представляется целесообразным активное привлечение зарубежных инвестиций.

Можно предположить, что в будущих проектах основными игроками будут российские нефтегазовые гиганты: «Роснефть» на шельфах Баренцева, Черного, Азовского и Каспийского морей, «ЛУКОЙЛ» планирует освоение Каспийского, Балтийского и Азовского морей, «Газпром» – Баренцева, Карского и Каспийского. Однако российские компании обладают ограниченным опытом освоения морских месторождений. Более того, многие типы сложного оборудования, необходимые для работы на шельфе, Россия вообще не производит, а большинство используемых в настоящее время буровых установок построено еще в советское время.

В результате цикла работ в Баренцевом и Карском морях, выполненных в 1970-80-х гг., была открыта и подготовлена к освоению Западно-Арктическая шельфовая нефтегазоносная провинция (НГП) (включающая нефтегазоносные и перспективные структуры Баренцева, Печорского и Карского морей), недра которой содержат до 80% ресурсов арктического шельфа России. На Западно-Арктическом шельфе России открыты не только акваториальные продолжения бассейнов суши (Тимано-Печорская и Западно-Сибирская НГП), но и самостоятельные, возможно, более богатые шельфовые нефтегазоносные бассейны (Баренцевская НГП). В пределах провинции было выявлено и разведано более 10 промышленных нефтяных, нефте-, газоконденсатных и газовых месторождений, включая 4 уникальных (Штокмановское и Ледовое в Баренцевом море, Ленинградское и Русановское – в Карском) и 4 крупных.

Оценивая состояние нефтегазопроисследовательских работ на шельфе Западной

Арктики России, следует отметить, что за 23-летний период с начала таких работ изученность региона все еще крайне низка. Так, в Баренцевом море при перспективной нефтегазоносности площади в 726,5 тыс.кв.км, пробурено всего 30 скважин, т.е. одна скважина на 26,9 тыс.кв.км, соответственно в Печорском море одна скважина на 8,8 тыс.кв.км и в Карском – на 80,3 тыс.кв.км. Это на несколько порядков ниже, чем у Норвегии (Норвежское и Северное моря). А в северных частях Баренцева и Карского морей вообще не пробурено ни одной скважины и выполнены лишь редкие сейсмические профили. Из 15 открытых месторождений в этих морях к разработке подготовлено только два – Штокмановское и Приразломное.

Техническая доступность ресурсов углеводородов на акваториях определяется, прежде всего, двумя факторами: глубиной залегания и природно-климатическими условиями, главным образом, ледовой обстановкой. Выполненный ведущими институтами (ВНИГРИ, ЦНИИ им. акад. Крылова) страны анализ применяемых и проектируемых технических средств для освоения морских месторождений нефти и газа позволяет сделать вывод, что в настоящее время поиск и разведка месторождений углеводородов могут проводиться в любых природно-климатических условиях шельфа в силу возможности сезонного проведения поисково-разведочного бурения в межледниковый период. Что касается разработки, то в особых ледовых условиях арктических морей существующие и конструируемые в России и за рубежом технические средства позволяют ее осуществлять лишь на глубинах моря до 50 м. На больших глубинах применение надводных средств в тяжелых ледовых условиях практически нереально, так как они должны быть достаточно массивными и обладать большими габаритами, в том числе осадкой, что исключает возможность их транспортировки на месторождения. Подводно-подледные технологии в настоящее время находятся в стадии проектных исследований и не имеют практического подтверждения их надежности и безопасности. Поэтому углеводородные ресурсы арктических акваторий, находящиеся на глубинах моря свыше 50 м, в настоящее время специалисты считают технически недоступными.

Исключением является центральная часть Баренцева моря, для которой в настоящее время рассматривается возможность осуществления разработки надводным или подводно-подледным способом на глубинах свыше 50 м (Штокмановское газоконденсатное месторождение). Поэтому данную часть Баренцева моря в случае утверждения проекта можно считать условно технически доступной.

Учитывая большой объем технически недоступных ресурсов, необходима организация масштабных научных исследований и конструкторских разработок, направленных на создание новых технических решений и средств, способных обеспечить вовлечение этой группы ресурсов в промышленный оборот. Стоимость арктических шельфовых проектов исчисляется в десятках миллиардов долларов. Однако можно с уверенностью сказать, что современная борьба за углеводородные ресурсы будет вопросом не только, и даже не столько технико-технологическим, инновационным. Например, в окончательном варианте по Штокмановскому

проекту принято управление процессом со специального судна, которое является крупнейшим в мире морским самоходным технологическим комплексом размером с три футбольных поля. В случае появления угрозы столкновения с айсбергом платформа способна в считанные минуты «отстыковаться» и уйти из опасного района, а затем также быстро восстановить подачу газа.

Не меньшие проблемы имеют место и в возрождении, а затем и активизации перевозок грузов по Северному морскому пути. При этом необходимо отметить, что именно нормальное функционирование СМП является базовым условием для освоения углеводородных ресурсов шельфа Арктики, особенно в Карском море и бассейне Восточной Сибири. Однако фактически, как уже упоминалось, масштабы перевозок здесь в послереформенный период к 2000 году сократились в три раза, а в своих максимальных объемах (1987 год) не превышали 6.5 млн. тонн.

С 2000 года начались экспортные отгрузки лесных грузов из Тикси. Их объем пока незначителен, но имеет тенденцию к росту: с 2000 г. по 2007 г. объем перевозок вырос с 2,2 тыс. т до 15 тыс. т. Предполагается, что к 2010 г. возобновятся поставки круглого леса из Тикси в Японию. Вывоз лесных грузов из Тикси может достигнуть к 2020 г. 40 тыс. т при пессимистическом варианте и 130 тыс. т – при оптимистическом варианте арктических грузоперевозок.

Промышленное развитие северо-восточного региона в связи с чрезвычайно суровыми природными условиями носит очаговый характер. Работа каждого промышленного комплекса подчинена одной цели – обеспечению развития его горнодобывающих предприятий и обслуживанию населения, проживающего здесь. Наибольшее значение до недавнего времени имели такие крупнейшие промышленные комплексы как Депутатский горно-обогатительный комбинат, производивший во времена советской власти до 5 тыс. т олова в год; ГОК «Куларзолото»; Шмидтовский золотодобывающий комбинат, Иультинский оловодобывающий и вольфрамодобывающий комплекс, Билибинский промышленный узел.

В настоящее время Северный морской путь с навигационной точки зрения представляет собой комплекс судоходных трасс, проходящих через моря Северного Ледовитого океана: Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское. Протяженность судоходных трасс в пределах СМП изменяется от 2500 до 3000 миль в зависимости от варианта маршрута, сезона и условий плавания. В зимний и весенний периоды протяженность трассы в ледовых условиях увеличивается на 500 миль – за счет акваторий, покрываемых льдом восточной части Баренцева моря, и северной части Берингова моря.

В соответствии с Морской доктриной Российской Федерации на период до 2020 г. Северный морской путь призван обеспечивать решение любых задач, связанных с транспортным обслуживанием районов северного побережья страны:

- максимального удовлетворения потребностей населения северных территорий в перевозках;
- создания социальных и культурных условий жизни народов Севера;
- вовлечения в народно-хозяйственный оборот страны природных

ресурсов месторождений, расположенных в прибрежной и шельфовой зонах Баренцева, Печорского и Карского морей;

- вывоза углеводородного сырья на экспорт;
- развития внутриарктических каботажных сообщений;
- осуществления международных транзитных перевозок;
- укрепления экономической безопасности и обороноспособности.

Однако стратегический рост объемов перевозок возможен только на основе крупномасштабного экспорта углеводородов, включая сжиженный природный газ. Здесь возникает сразу несколько проблем. Во-первых, хотя Азиатско-Тихоокеанский рынок энергоресурсов является и самым большим по объемам потребления, и самым быстрорастущим, конкуренция здесь очень высока. Сжиженный природный газ (СПГ) на АТР поставляют Катар, Австралия, Индонезия и др. производители, и в этой борьбе высокие издержки транспортировки в ледовых условиях могут оказаться решающим фактором. Во-вторых, как уже упоминалось, система портов на трассе СПГ находится в очень тяжелом состоянии, а это затруднит инфраструктурное обслуживание грузопотоков. Не создана и дееспособная система страхования грузов. Наконец, действующий ледокольный флот не имеет возможности осуществлять проводку судов дедвейтом более 40 тыс. тонн, а для рентабельных коммерческих перевозок будут применяться танкеры и газовозы с показателями 70 тыс. тонн и выше. Все эти вопросы системного решения в рамках уже отмечавшихся таких основополагающих документов, как Стратегия освоения углеводородных ресурсов шельфа и Морская доктрина Российской Федерации.

При этом по самым скромным подсчетам комплексное освоение шельфа российской Арктики потребует колоссальных затрат – не менее 500 млрд. долларов США. Очевидно, что такими средствами страна не располагает, и активная фаза разработки месторождений и транспортировки сырья будет происходить за пределами 2020 года. Во всяком случае, ведущие специалисты дают весьма осторожный прогноз развития грузопотоков на трассе Северного морского пути (табл.9.8.).

Тем не менее, даже приведенная характеристика грузоперевозок показывает, их развитие потребует создания грузовых судов универсального и специализированного назначения и ледоколов для обеспечения круглогодичного использования природных ресурсов Арктики.

С другой стороны, можно отметить, что прогноз крайне осторожен. Это связано, с одной стороны, с недостатками государственной политики (в том числе государственно-частного партнерства) в освоении ресурсов шельфа и развитии арктических морских коммуникаций. Можно отметить определенное нарастание (на 40-50%) масштабов экспорта нефти в западном секторе Северного морского пути, не носящего, впрочем, стратегического характера. В связи с неопределенностью Северо-Американского газового рынка считается маловероятным соответствующий экспорт СПГ и, следовательно, строительство завода на Кольском полуострове. Что касается создания мощностей на Ямале, то их начальная стадия ориентирована только для

периода на 2018-2020 годы.

Таблица 9.8

Динамика грузопотоков в Российской Арктике, тыс.т

Грузопотоки	2015 г.	2020 г.	2015 г.	2020 г.
варианты перевозок	пессимистический		оптимистический	
<i>по направлениям</i>				
<i>Экспорт нефти из Белого и Баренцева морей</i>	30 500	33 500	38 500	42 500
○ из порта Мурманск (без рейдовых терминалов)	5 000	7 000	10 000	12 000
○ из портов Архангельск и Витино	8 000	9 000	9 000	10 000
○ терминал Варандей	10 500	10 500	11 500	12 500
○ с платформы Приразломное	7 000	7 000	7 000	7 000
<i>Северный завоз</i>	740	890	1 100	1 320
- с запада	420	490	655	730
- с востока	320	400	445	590
<i>Дудинка</i>	1 305	1 310	2 630	2 635
- завоз	500	500	525	525
- вывоз	805	810	2105	2110
<i>Вывоз из Арктики</i>	935	1 150	2 560	7 985
○ Карское море	650	760	1 850	2 200
○ Игарка	200	300	450	500
○ Тикси	40	40	115	130
○ Харасавей	0	0	0	5 000
○ прочие	45	50	145	155
<i>Внутриарктический каботаж</i>	210	250	460	560
<i>Транзитные перевозки</i>	0	0	150	250

Проведенный выше анализ основных экономических тенденций в российской Арктике позволяет сделать следующие краткие выводы:

- геоэкономическое позиционирование в российской Арктике определяется, с одной стороны, перспективным ростом значения природных ресурсов шельфа и морских коммуникаций, имеющим стратегический характер. С другой – происходит нарастание противоречий в борьбе за деятельность в акваториях, в которую в возрастающей мере включаются неарктические государства;

- противоречия в хозяйственной деятельности складываются на фоне в целом положительных тенденций по гуманитарным обменам культурного назначения, в сферах образования, туризма и т.п.;

- экономическое положение в арктических регионах РФ характеризуется рядом негативных тенденций, к которым относится продолжающийся отток населения, неэквивалентные межбюджетные отношения, прогрессирующее ухудшение инфраструктуры, в том числе портов восточного сектора СМП;

- освоение арктического шельфа происходит замедленными темпами на фоне более чем 40-летнего отставания по отношению к другим странам Арктики, что обуславливается адекватное технико-технологическое отставание.

Что касается стратегических перспектив по укреплению геоэкономического положения России в Арктике, то они связаны с активизацией освоения уникальных газоконденсатных месторождений шельфа, производством сжиженного природного газа (с прогрессирующим технологическим импортозамещением) и его морской транспортировкой на ведущие мировые рынки (Азиатско-Тихоокеанский и Северо-Американский). Для этого необходим комплекс мер по укреплению естественных конкурентных преимуществ страны в этом макрорегионе, к которым следует отнести:

- определить стратегические государственные приоритеты в освоении месторождений углеводородного сырья в основных провинциях (Западно-Сибирской, Восточно-Сибирской, на Западно-арктическом шельфе) и создать условия, способствующие повышению их инвестиционной привлекательности;

- выработать мероприятия по диверсификации поставок энергоносителей на основные мировые рынки, в первую очередь, используя морские коммуникации, обеспечивающие усиление конкурсных позиций отечественных производителей в условиях глобализации;

- создать режим благоприятствования для развития арктических портов, в том числе с использованием механизма международных портовых экономических зон, для обеспечения северного транспортного коридора «Азия-Европа»;

- содействовать возрождению отечественного судостроения на новой, инновационной основе с целью обеспечения крупномасштабных перевозок углеводородного сырья морским путем с использованием крупнотоннажных танкеров и газовозов, а также линейных ледоколов, гарантирующих безопасность плавания в арктических условиях;

- развивать правовые основы арктического мореплавания, в том числе в сферах страхования грузов и ответственности перевозчиков, тарифного регулирования, повышения инвестиционной привлекательности северных транспортных коридоров.

ГЛАВА 10. ФАКТОРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

10.1. Оценка эффективности инноваций и инвестиций интенсивного и экстенсивного типа

В условиях развитых рыночных отношений часто говорят о необходимости повышения конкурентоспособности экономики на основе широкого внедрения инноваций, тогда как три десятилетия назад – в условиях директивно-плановой социалистической экономики на разных иерархических уровнях управления постоянно говорили о необходимости повышения социальной экономической эффективности на основе всемерной интенсификации общественного воспроизводства (в этой связи можно вспомнить последние съезды КПСС – начиная с XXV съезда, – в программах которых интенсификация общественного воспроизводства объявлялась ключевым направлением социально-экономического развития страны). Очевидно, что основой и интенсификации производства, и процесса использования инноваций являются современные направления НТП. Так может быть и в условиях рыночной экономики, и в условиях социалистической экономики говорят и говорили об одном и том же, но разными словами, используя разные термины?! Тогда правомерно задать вопрос: а стоило ли городить огород и придумывать новые термины со старым смыслом?! Или, все же, несмотря на очевидное наличие общих компонентов, между категориями «инновация» и «интенсификация» можно найти и существенные различия? Тем более, что из-за использования в современных условиях новых терминов и категорий проблема необходимости интенсификации российской экономики (также как в свое время проблема необходимости интенсификации и советской экономики) никуда не делась, т.е. сама по себе проблема не исчезла. Как показывают исследования, по-прежнему в развитии российской экономики значительную роль играют не интенсивные, а экстенсивные факторы, основанные не на их качественном совершенствовании вследствие использования современных достижений НТП, а, как известно, на простом количественном увеличении процесса вовлечения этих факторов в систему общественного воспроизводства. На наш взгляд, несмотря на очевидную общность, имеющуюся между категориями «инновация» и «интенсификация производства», между ними есть и существенные отличия, или, говоря философским языком, в них есть особенное, что оправдывает целесообразность их одновременного использования (в противном случае такое количество терминов, выражающих одну и ту же сущность, просто было бы не нужным).

Таким образом, действительно, опыт стран с развитой рыночной экономикой свидетельствует о том, что в последнее время инновации стали основой повышения конкурентоспособности этих стран, а также базовым элементом их общественной структуры. По оценкам, доля инновационно-

информационного сектора за последние годы многократно возросла и составляет в развитых государствах 45-65%. Кроме этого, данный сектор стал важнейшей основой, генерирующей современное социально-экономическое развитие, ключевым фактором динамики и роста экономики развитых стран. Именно наличие развитого инновационно-информационного сектора во многом определяет важнейшее отличие передовых государств от стран третьего мира. Возросшая роль инноваций в жизнедеятельности современного общества способствовала становлению неэкономической, экономики знаний, инновационной экономики как нового направления современной экономической науки.

Как можно видеть, в последнее время действительно всё больше внимания уделяется вопросам формирования в России инновационной экономики, что совершенно справедливо, т.к. это позволит уменьшить зависимость уровня и темпов социально-экономического развития страны от получаемых доходов вследствие экспорта сырьевых ресурсов. Важно также и то, что в результате этого улучшится имидж России, которую пока ещё нередко отождествляют с сырьевым придатком капиталистического мира. Таким образом, в целом мировой опыт действительно свидетельствует о том, что рост инвестиций в инновационные сферы экономики способствует ускоренному развитию народнохозяйственного комплекса страны и повышению среднего уровня жизни.

Однако это только в целом, а в каждом конкретном случае вложение инвестиций в инновационные сектора экономики далеко не всегда способствует росту прибыли и доходов – так, в фундаментальной науке известно немало случаев, когда вложение средств не только не окупалось, но и приводило к негативным результатам. Кстати, руководство России в последнее время нередко критикует различные ведомства и организации в связи с тем, что существенные инвестиции в создание нанотехнологий пока ещё не дают ожидаемого результата.

В этой связи совершенно справедлива постановка вопроса о том, насколько эффективны те или иные инвестиции и инновации, в том числе наноинновации. На наш взгляд, в современных условиях этого недостаточно и кроме осуществления социально-экономической оценки эффективности инвестиций и инноваций необходимо осуществлять оценку последствий внедрения инвестиций и инноваций с точки зрения их влияния на усиление процессов интенсификации общественного воспроизводства. В этой связи нами предлагается также выделять инвестиции и инновации интенсивного или экстенсивного типов в зависимости от того, способствуют ли результаты их внедрения соответственно интенсификации или, наоборот, процессу экстенсификации. Важно также в общей структуре инвестиций и инноваций выделять удельный вес, долю каждой из этих двух групп. Целесообразность осуществления такого рода классификации инвестиций и инноваций во многом объясняется тем обстоятельством, что в последнее время существенно возросла актуальность использования интенсивных методов хозяйствования. Прежде всего, это связано с демографическим кризисом последних лет – как известно,

еще совсем недавно на 1000 жителей России умерших приходилось в 1,5 раз больше, чем родившихся (приблизительно 15 человек против 10). В этой связи осуществление мероприятий трудосберегающего направления интенсификации представляется весьма своевременным и эффективным [67].

Таким образом, если существующую функциональную зависимость между экономическим результатом (обозначим его \mathcal{E}) от использования какого-либо ресурса (обозначим P) представить в виде

$$\mathcal{E} = f(P),$$

то в случае экстенсивного использования ресурса его увеличение приведёт к пропорциональному росту экономического результата, тогда как при интенсивном использовании ресурса его увеличение приведёт к большему росту результата. Иначе говоря, если имеем два значения ресурса P_1 и P_2 , причём

$$P_2 = n \times P_1, \quad (10.1)$$

где n – коэффициент пропорциональности,

то в случае экстенсивного использования ресурса $\mathcal{E}_2 = n \times \mathcal{E}_1$, а в случае интенсивного использования $\mathcal{E}_2 > (n \times \mathcal{E}_1)$.

Оценить, относится ли тот или иной инвестиционный ресурс к экстенсивному и интенсивному типу также можно на основе использования таких показателей, как капиталотдача (капиталоёмкость) и фондоотдача (фондоемкость), но не только с их помощью. Для этого, в частности, можно также использовать мультипликатор. В этой связи напомним, что в соответствии с макроэкономическим подходом объём национального дохода страны находится в определённой количественной зависимости от общей суммы инвестиций и эту связь выражает особый коэффициент – мультипликатор, причём увеличение национального дохода равно приращению общей суммы инвестиций, помноженному на мультипликатор (обычно мультипликатор обозначают буквой K).

Для количественной оценки экстенсивных и интенсивных инвестиций мультипликатор следует представить в виде суммы двух слагаемых:

$$K = K_{\text{экт}} + K_{\text{инт}}, \quad (10.2)$$

где $K_{\text{экт}}$ – характеризует влияние экстенсивных, а $K_{\text{инт}}$ – интенсивных инвестиций на национальный доход. Обычно в реальной хозяйственной практике используют как экстенсивные, так и интенсивные инвестиции,

поэтому, как правило, и

и
237

больше нуля, но меньше

единицы (в соответствии с пониманием сущности экстенсивных и интенсивных инвестиций соотношение $K_{\text{инт}}$, $K_{\text{экт}}$ должно быть выше, чем соотношение доли, удельного веса интенсивных инвестиций к доле экстенсивных инвестиций, т.к. ресурсоотдача от единицы использования интенсивных инвестиций по определению выше, чем от единицы использования экстенсивных инвестиций). В маргинальных случаях, когда имеет место использование либо только экстенсивных, либо только интенсивных инвестиций (что соответствует классическому экстенсивному или интенсивному способам общественного

воспроизводства), либо соответственно равны 1, тогда как второе соотношение равно 0.

Целесообразно, на наш взгляд, кроме общего показателя мультипликатора, характеризующего связь объёма национального дохода с общей суммой инвестиций, выделять и так называемые частные показатели мультипликатора в соответствии с различными направлениями интенсификации общественного воспроизводства. Иначе говоря, это означает, что в общем объёме инвестиций следует выделять те, реализация которых приведёт к более интенсивному использованию определённого вида ресурсов – энергетических, материальных, водных, трудовых и т.д., причём в частных показателях мультипликатора также необходимо выделять два слагаемых, т.е.

$$K_{ri} = K_{ri\text{экт}} + K_{ri\text{инт}}, \quad (10.3)$$

где K_{ri} – частный мультипликатор для i -го вида ресурсов;

$K_{ri\text{экт}}$ – показатель, характеризующий влияние на национальный доход инвестиций, реализующих экстенсивный вариант использования i -го вида ресурсов;

$K_{ri\text{инт}}$ – показатель, характеризующий влияние на национальный доход инвестиций, реализующих интенсивный вариант использования i -го вида ресурсов.

Выделять разные виды и типы инноваций особенно важно в связи с тем обстоятельством, что инновации считаются формой реализации НТП, тогда как сам НТП считается важнейшим фактором интенсификации общественного воспроизводства. Поэтому получается, что инновации вроде как всегда соответствуют процессу интенсификации производства, что, однако, не соответствует действительности – на самом деле инновации могут способствовать как усилению интенсивного характера общественного воспроизводства, так и процессу экстенсификации – например, когда внедряются недостаточно новые инновации или инновации, внедрение которых не способствует экономии какого-либо ресурса. Таким образом, очевидно, что в понятиях «инновация» и «интенсификация» хотя и имеется немало общих

компонентов, прежде всего обусловленных фактором НТП, все же между этими категориями имеются и существенные различия, что обуславливает целесообразность использования обеих этих категорий.

В этой связи целесообразно напомнить и о том, что в 70-80-е годы XX столетия в период так называемого «развитого социализма» о необходимости интенсификации общественного воспроизводства в СССР как важнейшем направлении развития советского общества и основе роста экономической эффективности говорилось на всех иерархических уровнях управления, тогда как в переходный к рыночным отношениям период об интенсификации производства практически забыли (по крайней мере, в широком аспекте) и особо не вспоминают до сих пор, хотя проблема необходимости усиления интенсивного характера российской экономики от этого никуда не делась. Вместо этого при рыночных отношениях рассматривается проблема инновационного развития экономики. И хотя очевидно, что эти процессы тесно связаны между собой (в основе осуществления процессов интенсификации общественного производства и инновационного развития лежит НТП), их не следует отождествлять, так как между ними есть существенные отличия, что и было нами показано при рассмотрении вопроса об инновациях интенсивного и экстенсивного типа.

Выделение инвестиций и инноваций экстенсивного и интенсивного типов важно не только с теоретической, но и с практической точки зрения. Дело в том, что процесс интенсификации является важнейшим условием повышения конкурентоспособности национальной экономики, причём в обозримом будущем роль и значение этого процесса в связи с исчерпанием и усложнением условий добычи и эксплуатации ряда важных природных ресурсов ещё более возрастут. В связи с этим внедрение инвестиций и инноваций интенсивного типа будет способствовать также повышению экономической безопасности страны.

Рассматривая различные формы и направления инвестиций с точки зрения их влияния на процесс интенсификации общественного производства в России, следует отметить, что доля интенсивных инвестиций в общей структуре иностранных инвестиций существенно меньше по сравнению с аналогичным показателем в структуре внутренних инвестиций, что, на наш взгляд, в значительной степени объясняется нежеланием Запада технологически усиливать российскую экономику. Сравнивая прямые и портфельные инвестиции, можно констатировать, что в первом случае возможности реализации интенсивных инвестиций существенно выше, чем во втором.

Как известно, в зависимости от выбранной инвестиционной стратегии субъекта хозяйствования выделяют несколько различных портфелей инвестиций и, в частности, консервативный портфель, когда предполагается инвестирование в малопродуктивные, но стабильные объекты; доходный портфель, в соответствии с которым инвестиции осуществляются в объекты, гарантированно приносящие высокие доходы и рискованный портфель,

формирование которого связано с осуществлением инвестирования в объекты, приносящие наибольший, но не гарантированный доход. Целесообразность выбора конкретного портфеля инвестиций с точки зрения максимального использования имеющихся потенциальных возможностей в отношении внедрения интенсивных инвестиций в значительной мере определяется отраслевой и региональной спецификой, однако можно констатировать, что в будущем в связи с усложнением условий осуществления общественного воспроизводства значение рискованного портфеля как предпосылки роста доли интенсивных инвестиций существенно возрастет. Таким образом, можно видеть, что лишь создание системы эффективных и взаимосвязанных мер и условий хозяйствования на разных уровнях иерархии – макро-, мезо- и микроуровне позволит существенно увеличить использование в обозримом будущем в российской экономике интенсивных инноваций и инвестиций, однако наибольшее значение в этой системе всё же имеет использование комплекса мер государственного регулирования развития народнохозяйственного комплекса страны.

Интенсификация общественного производства является одной из важнейших тенденций развития мировой экономики. Особенно эта тенденция проявляется в развитых капиталистических странах. Значение процесса интенсификации в связи со все более возрастающей дефицитностью невозпроизводимых природных ресурсов в обозримой перспективе еще более возрастет. Вместе с тем во многих постсоциалистических странах в последнее время темпы и уровень интенсификации производства все еще недостаточно высоки. Все это справедливо и для стран СНГ, в том числе и для России. И это при том, что в советский период о необходимости всемерной интенсификации говорилось на всех уровнях общественной иерархии, в том числе и на самом высоком.

Таким образом, можно констатировать, что хотя недостаточно высокий уровень интенсификации и явился одним из наиболее существенных факторов, обусловивших необходимость радикального реформирования российской экономики, анализ показал, что при переходе к рыночным отношениям темпы интенсификации значительно снизились. Иначе говоря, результат получился прямо противоположный: в последнее время не только не произошло дальнейшего усиления интенсивного характера производства и повышения темпов этого процесса, но и уровень интенсификации существенно снизился. Связано это в значительной мере с разрывом хозяйственных связей, с возросшей неопределенностью экономического пространства, с внешнеэкономическими санкциями, введенными против России и некоторыми другими причинами. Чтобы приостановить действие данной негативной тенденции и в дальнейшем избежать еще более серьезных последствий, необходимо разработать комплекс регулирующих и стимулирующих мер, реализация которых позволит повысить эффективность интенсификации в новых условиях хозяйствования. В этих мероприятиях должна быть учтена также отраслевая и региональная специфика.

Цель интенсификации производства – повышение эффективности

народного хозяйства. Поэтому весьма важно рассмотреть соотношение категорий «эффективность» и «интенсификация», на которое существует несколько принципиально различающихся точек зрения производства. Следует различать эффективность интенсификации производства, эффективность различных направлений интенсификации (в том числе в зависимости от «объекта», где осуществляется интенсификация). Важно различать также и то, эффективна или нет интенсификация (ее направления) с точки зрения общества, отрасли, региона, предприятия (причем, понятно, что эффективность интенсификации будет определяться взаимодействием всех уровней и элементов экономической системы, также как и функционированием каждого элемента). В связи с этим иногда считают, что если под эффективностью понимать рост производительности общественного труда, то в этом случае процесс интенсификации производства в масштабе всего общества совпадает с эффективностью. На это можно возразить следующее. В масштабе всего общества сведение эффективности только к росту производительности общественного труда неправомерно, так как в этом случае не учитывается соответствие результатов производства структуре общественных потребностей. Важно и то, что хотя с точки зрения экономии общественно необходимого рабочего времени интенсификация общественного производства и совпадает с ростом общественной производительности труда, но существует несколько видов экономии, а значит сводить интенсификацию общественного производства только к экономии времени нельзя.

Таким образом, одной из наиболее важных задач является определение эффективности и эффекта интенсификации производства. Исследователи, отождествляющие понятия «эффективность» и «интенсификация» считают, что раз интенсификация эффективна, то нет смысла говорить об эффективности интенсификации, так как при любом подходе любое направление интенсификации производства оказывается эффективным, и в то же время рост эффективности связывается с дальнейшим процессом интенсификации производства. Поскольку все же следует различать эти категории, действие которых не всегда бывает сонаправленным, то определение эффекта и эффективности интенсификации производства вполне целесообразно (т. к. или степень интенсификации производства на однотипных предприятиях может быть неодинаковой или, если уровень интенсификации приблизительно одинаков на таких предприятиях, но сами предприятия находятся в регионах с неодинаковой степенью трудообеспеченности, различными условиями залегания природных ресурсов и т.д., то и в том и в другом случаях эффективность интенсификации производства будет разной). Поэтому аналогично тому, как имеет смысл определять эффективность НТП, автоматизации и механизации, специализации и т.п. и рассчитывать эффект от этих мероприятий (хотя в основном эффективны и НТП, и автоматизация, и механизация), целесообразно определять эффективность и эффект интенсификации производства в целом, а также эффективность и эффект ее различных направлений.

Так, существует мнение, что интенсификация характеризуется

показателями факторов ее развития и величиной эффекта, полученного за их счет, а эффективность – величиной совокупного эффекта, определяемого не только интенсивными, но и экстенсивными факторами. Но фактический эффект, полученный благодаря интенсивным факторам, не всегда характеризует интенсификацию в полной мере. Это в значительной мере связано с тем, что следует различать измеримые и неизмеримые показатели экономического эффекта, так как не все составляющие экономического эффекта, в том числе и эффекта интенсификации производства, на данном этапе развития науки поддаются количественному выражению. Например, в тех случаях, когда техника удовлетворяет новые общественные потребности, для выбора наиболее эффективного варианта не всегда удастся ограничиться только показателями приведенных удельных или годовых затрат. Ряд ученых считает, что совокупный народнохозяйственный эффект интенсификации производства включает в себя экономический и социальный эффект, т.е. нужно говорить о социально-экономическом эффекте интенсификации производства. Он должен проявляться в повышении материального благосостояния членов общества, стирании социально-экономических различий в труде работников и т.д. Эти моменты также весьма сложно количественно учесть при определении эффекта интенсификации производства.

Таким образом, в настоящее время существует несколько принципиально различающихся точек зрения на взаимосвязь категорий «эффективность» и «интенсификация» в зависимости от того, что понимается под ними. На наш взгляд, эти категории имеют ряд общих элементов, но отождествлять их не следует (в противном случае мы получим, что два разных термина отражают одно и то же). Причем вполне правомерно определять эффективность самой интенсификации производства, так как, рассматривая этот процесс, следует отличать вопрос о достижении экономии ресурса от вопроса, насколько она эффективна, выгодна, оправдана с точки зрения общества, отрасли, региона, предприятия.

Экономическую эффективность интенсификации производства следует определять группой показателей, поскольку лишь несколько показателей способны достаточно объективно учесть всю сложность проблемы. Более того, поскольку различают разные направления интенсификации производства, то для оценки эффективности того или иного направления должны существовать, помимо оценивающих общую эффективность интенсификации производства, такие показатели, которые характеризуют эффективность именно этого направления. Однако следует еще раз отметить то, что лишь сочетание количественных и качественных параметров позволит определить эффективность интенсификации производства.

Одним из наименее изученных теоретических вопросов, связанных с интенсификацией производства, является определение ее социально-экономической эффективности. Это обусловлено тем, что специалисты нередко отождествляют категории интенсификации и эффективности, что, на наш взгляд, неправомерно, так как, несмотря на определенную схожесть, эти

категории не являются тождественными. Более того, можно и нужно определять эффективность самого процесса интенсификации. В этой связи заметим, что одной из наиболее типичных проблемных социально-экономических ситуаций, возникающих в различных отраслях и сферах экономики, является следующая: какой способ решения определенной производственной проблемы избрать – экстенсивный или интенсивный. Например, в социалистическую эпоху, когда на многих предприятиях ощущалась проблема дефицита рабочей силы (кстати, по ряду специальностей, в определенных отраслях дефицит рабочей силы имеет место и в условиях рыночной экономики), очень часто возникал вопрос: а что эффективнее – привлечение дополнительной рабочей силы (например, из трудоизбыточных регионов) или же внедрение трудосберегающей техники? При переходе к рынку и в условиях развитого рынка очень часто возникает другой вопрос: насколько оправдано внедрение трудосберегающей техники в условиях роста безработицы? Обобщая, можно выразиться иначе: что эффективнее – экстенсивный или интенсивный способ решения производственной задачи? Поэтому далее рассматривается методический подход к решению этой общей задачи.

В настоящее время проблема определения экономической эффективности интенсификации производства и ее различных направлений недостаточно разработана. Несмотря на теоретическую и методическую сложность определения эффективности и эффекта интенсификации производства, отсутствие на данном этапе развития экономической науки общепринятых показателей, достаточно полно и объективно отражающих эффективность интенсификации, все же необходимо попытаться количественно оценить ее.

Решения определенной производственной задачи – выпуска необходимой продукции – можно добиться и экстенсивным, и интенсивным путем. Поэтому экономическую эффективность интенсификации производства и ее различных направлений целесообразно определять на основе сравнения эффективности разных способов решения производственной задачи. Таким образом, в данном случае речь идет о сравнительной эффективности, когда сравниваются два возможных способа – экстенсивный и интенсивный – причем отдается предпочтение тому способу, эффект от которого оказывается большим. Это в определенной мере аналогично определению сравнительной эффективности капитальных вложений. Эффект же каждого способа будет определяться как разница между результатом и затратами.

Как известно, в специальной литературе под эффектом довольно часто понимается какой-то производственный результат, а не разница результата и затрат. Однако как уже отмечалось, существуют несколько значительно различающихся между собой теоретических концепций эффективности – среди них есть и такая, в которой под эффектом понимают разницу между результатом и затратами, а под эффективностью – их отношение. Такое понимание эффекта более правильно, на наш взгляд, отражает смысл этой категории, так как в этом случае учитывается также и тот способ, каким этот

результат достигнут (ибо, если затраты превышают результат, то вряд ли вообще можно говорить о получении обществом какого-то экономического эффекта). Важно добавить при этом, что при определении эффекта от внедрения новой техники, совершенствовании организации производства, помимо результата, учитываются и затраты. Поэтому понимание эффекта как разности результата и затрат вполне оправдано, хотя такая трактовка, разумеется, вовсе не исключает в других случаях и иных возможностей толкования категории «эффект». Однако для определения экономической эффективности интенсификации производства наиболее приемлемой оказывается трактовка эффекта как разности результата и затрат.

Поскольку мы пришли к выводу, что экономическая эффективность интенсификации определяется на основе сравнения эффектов от двух возможных способов решения проблемы – экстенсивного и интенсивного, то нам необходимо первоначально определить эффект экстенсификации. Учитывая, что в общем случае под экстенсификацией понимается процесс роста выпуска продукции исключительно за счет количественного увеличения использования ресурсов (или, используя известную фразу, высказанную в «Капитале» К. Марксом – за счет расширения только «поля производства»), эффект экстенсификации целесообразно определять на основе следующей формулы:

(10.4)

где \mathcal{E}_3 – эффект экстенсификации;
 K_i – эффективность использования i -го ресурса;
 V_i – объем использования i -го ресурса;
 n – количество различных ресурсов;
 Z – суммарные затраты на привлечение и эксплуатацию ресурсов.

В этой связи, если правая часть данного уравнения положительна, то это означает, что экстенсивный способ решения проблемы экономически эффективен. Однако, для того, чтобы определить, какой процесс эффективнее – экстенсивный или интенсивный, необходимо также определить эффект интенсификации (об этом ниже). Следует отметить, что данная формула определения эффекта экстенсификации в каждом конкретном случае будет трансформироваться с учетом специфики производственной задачи, ибо и сами эти два способа решения проблемы в каждом отдельном случае будут весьма специфичны.

Необходимо теперь предложить метод определения экономического эффекта интенсификации производства. Интенсификация производства – комплексный процесс, включающий как свои составные части мероприятия по НТП, концентрации, специализации, совершенствованию управления и т.д. В связи с этим экономический эффект от мероприятий, направленных на дальнейшую интенсификацию производства после проведения анализа можно определять как сумму эффектов от всех мероприятий, т.е. экономический

эффект интенсификации производства \mathcal{E}_u равен

(10.5)

где \mathcal{E}_i – эффект от i -го мероприятия по интенсификации производства;
 n – число всех мероприятий.

В основе определения экономического эффекта от каждого из этих мероприятий лежит сравнение затрат до и после их реализации. При определении эффекта от всех мероприятий по интенсификации необходимо рассматривать один и тот же временной интервал. Поскольку результаты интенсификации производства выявляются через определенный период времени, желательно, чтобы при его определении временной промежуток был не менее года. Получаемый эффект измеряется в стоимостных единицах.

Однако данный метод определения экономической эффективности интенсификации производства не в полной мере предусматривает эффект от экономии определенного ресурса в условиях ресурсодефицитности. Чтобы более точно учесть эффект ресурсосберегающего направления интенсификации в условиях дефицита данного вида ресурса необходимо к сумме \mathcal{E}_u приплюсовать эффект от реализации тех мероприятий, при которых экономится этот вид ресурса и, наоборот, вычесть эффект от реализации мероприятий, при которых расходуется ресурс. В этой связи для учета ресурсодефицитности формула определения эффекта интенсификации трансформируется и приобретает следующий вид:

(10.6)

где \mathcal{E}_{pi} – эффект ресурсосберегающего направления интенсификации в условиях ресурсодефицитности;

\mathcal{E}_{pc} – суммарный эффект от реализации ресурсосберегающих и ресурсорасходуемых мероприятий.

Так, например, в условиях трудодефицитности эффект трудосберегающего направления интенсификации производства в соответствии с изложенным подходом целесообразно определять следующим образом:

$$\mathcal{E}_{mu} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i + \Pi \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{ri} \quad (10.7)$$

где \mathcal{E}_{mi} – эффект трудосберегающего направления интенсификации;

P_p – средняя производительность труда одного работающего;

\mathcal{E}_{ri} – экономия численности работающих, получаемая вследствие реализации i -го мероприятия. При расчете эффекта трудосберегающего направления интенсификации производства в условиях трудоизбыточности, наоборот, из первого слагаемого нужно вычитать второе.

Но в условиях реального дефицита трудовых ресурсов следует учитывать и то, что достигаемая вследствие этого мероприятия экономия численности \mathcal{E}_z , обусловленная высвобождением рабочей силы, позволит уменьшить величину потенциально недополученной продукции на $P_p \cdot \mathcal{E}_z$, где P_p – производительность труда постоянных рабочих, рассчитанная по чистой продукции. Эту величину следует приплюсовать к рассчитанному по прежней формуле экономическому эффекту. Сумма будет характеризовать экономический эффект реализации этого мероприятия трудосберегающего направления интенсификации производства в условиях реального дефицита рабочей силы.

Аналогично следует поступать при определении экономического эффекта каждого мероприятия интенсификации производства. Значит, суммарный экономический эффект трудосберегающего направления интенсификации производства в условиях реального дефицита рабочей силы как раз-таки следует определять по формуле (10.7).

Можно видеть, что может возникнуть ситуация, когда сравниваются два мероприятия трудосберегающего направления интенсификации производства, одно из которых имеет меньший экономический эффект, рассчитанный прежним способом, но большее число высвобожденных рабочих, и в итоге с учетом трудодефицитности экономический эффект от реализации первого мероприятия окажется большим, чем от второго. В случае трудоизбыточности эта формула также «срабатывает», но вместо суммы нужно найти разность, что будет означать меньшую эффективность трудосберегающего направления интенсификации в условиях избытка рабочей силы, чем в условиях трудодефицитности, но это справедливо лишь при прочих равных условиях.

Таким образом, экономический эффект трудосберегающего направления интенсификации производства в условиях реального дефицита рабочей силы оказывается больше эффекта таких же мероприятий при условии сбалансированности по трудовым ресурсам на величину, равную $P_p \cdot \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{ri}$.

Такой подход правомерен, пока эта величина не превысит потенциально-недополученную продукцию, рассчитанную по чистой продукции. Величина

$P_p \cdot \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{ri}$ – это своего рода «плата» за трудодефицитность.

Эти формулы также показывают, что категории «эффективность» и «интенсификация» отнюдь не тождественны, более того, можно и нужно определять эффект и эффективность как экстенсивного, так и интенсивного путей достижения какого-то производственного результата и лишь на основе

сравнения этих эффектов можно находить, какой путь эффективнее. Причем в отдельных случаях может оказаться, что эффективнее окажется экстенсивный путь вопреки распространенному мнению, считающему процесс экстенсификации совершенно неэффективным или, по крайней мере, всегда менее эффективным, чем процесс интенсификации. В противном случае совершенно непонятно, каким образом происходил рост эффективности советской экономики, развивающейся, как это сейчас общепризнано, преимущественно экстенсивным путем.

Таким образом, научная новизна предлагаемой нами методики оценки экономической эффективности интенсификации производства заключается в следующем: в методике предлагаются общие формулы определения эффекта экстенсификации (формула 10.4) и эффекта интенсификации (формула 10.5), экономическая эффективность интенсификации производства определяется на основе сравнения эффектов экстенсивного и интенсивного способов решения какой-либо производственной задачи. В методике при определении эффективности интенсификации учитывается также различная степень обеспеченности определенным видом ресурса (формула 10.6).

Данная методика позволяет определять как эффективность процесса интенсификации производства в целом, так и эффективность различных направлений интенсификации (формулы 10.6 и 10.7). Например, эффект материалосберегающего направления интенсификации в условиях дефицита материальных ресурсов будет определяться следующим образом:

$$\mathcal{E}_{mi} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i + M \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{mi} \quad (10.8)$$

где \mathcal{E}_{mi} – эффект материалосберегающего направления интенсификации;

M_o – средняя материалоотдача;

\mathcal{E}_{mi} – экономия материальных ресурсов, получаемая вследствие реализации i -го мероприятия (в случае не экономии, а расточительства материальных ресурсов – т.е. их использования выше средних нормативов – нужно не складывать, а вычитать рассмотренные в формуле 10.8 величины).

Точно так же данная методика позволяет определять эффективность интенсификации не только в условиях дефицита определенного вида ресурсов, но и в условиях их избытка – только в этом случае в формулах 10.6, 10.7 и 10.8 вместо суммы будет разность. Таким образом, данная методика позволяет определять не только эффективность интенсификации на основе сравнения эффектов экстенсификации и интенсификации, но и эффективность различных направлений интенсификации производства. Более того, на основе данной методики можно определять и сравнительную эффективность между различными направлениями интенсификации, а также и между разными

мероприятиями интенсификации.

Исходя из всего вышперечисленного можно сделать вывод о том, что несмотря на определенную общность, обусловленную фактором НТП, категории «инновация», «эффективность» и «интенсификация» являются разными, вполне самостоятельными категориями, каждая из которых имеет право на существование, т.к. отражает определенную сторону объективной экономической действительности. Очевидно также и то, что все эти категории связаны между собой. Объединяет их, кроме НТП и то, что несмотря на длительный временной интервал – около 30 лет, которые прошли с периода завершения существования социалистического строя до настоящего времени эффективность и уровень интенсификации российской экономики по-прежнему невысоки, что является одной из важнейших причин сохраняющегося отставания многих элементов отечественной системы НТП от передовых западных стандартов, характерных для развитых государств. В свою очередь, такая ситуация в значительной мере объясняется действием затянувшейся отечественной болезни, характерной еще для социалистического этапа развития НТП – это замедленное внедрение НИОКР в серийное, массовое производство. Пока мы не сможем сами разрубить этот гордиев узел, отставание в целом отечественной системы НТП от передовых западных образцов, на наш взгляд, будет продолжаться. Изменить же ситуацию к лучшему можно лишь на основе разработки комплекса мер и мероприятий, связанных с системой государственного регулирования развития научно-технического комплекса России на разных уровнях управленческой иерархии.

10.2. Экономическая эффективность интенсификации производства с учетом территориальных различий в трудообеспеченности

Одним из важнейших показателей эффективности использования основных фондов является отношение прироста производительности труда к приросту фондовооруженности. Необходимость учета этой взаимосвязи заключается в следующем. Для того, чтобы добиться роста производительности труда, следует, прежде всего, всячески повышать уровень технической оснащённости предприятий, который, в свою очередь, предполагает соответствующие капитальные вложения и, в конечном счете, приводит к росту фондовооруженности. Но было бы неправильно любой величиной экономии общественного труда оправдывать рост его фондовооруженности и фондоемкости продукции. Отсюда возникает важная экономическая проблема оптимального соотношения между фондовооруженностью труда и ростом его производительности за счет технической оснащённости производства.

Возможны несколько вариантов соотношения производительности труда и фондовооруженности. Нередко имеют место случаи, когда фондовооруженность увеличилась ($\Delta\Phi_m > 0$) за какой-то период, а производительность труда за тот же период снизилась ($\Delta\Pi_p < 0$). Однако это не всегда означает, что производительность труда и эффективность капитальных вложений не высокие; бывает, что причина подобного положения дел – в

плохом качестве хозяйствования.

Вполне реальна и совершенно противоположна ситуация, когда производительность труда увеличивается при прежнем уровне фондовооруженности и даже при ее снижении. Это происходит при использовании имеющихся резервов повышения эффективности производства за счет совершенствования его организации. Причем, при рассмотрении этих двух случаев разной направленности изменения фондовооруженности и производительности труда, при выявлении причин сложившегося положения дел следует учитывать и временной лаг.

Теперь рассмотрим наиболее интересный вариант, когда при росте фондовооруженности происходит увеличение производительности труда. Случай, когда прирост производительности труда превышает прирост фондовооруженности, то есть когда $\Delta\Pi_p > \Delta\Phi_m > 0$, или $\frac{\Delta\Pi_p}{\Delta\Phi_m} > 1$ отражает

ситуацию явно эффективного использования основных фондов, так как здесь растет не только производительность труда, но и фондоотдача, а значит эффект от роста производительности труда дополняется эффектом от роста фондоотдачи. Часто, однако, в действительности бывает ситуация, когда прирост производительности труда меньше прироста фондовооруженности, т.е.

когда $\Delta\Phi_m > \Delta\Pi_p > 0$, или $\frac{\Delta\Pi_p}{\Delta\Phi_m} < 1$. Рассмотрим этот случай более подробно.

Отношение годового прироста фондовооруженности к приросту годовой производительности труда, исчисляемой по чистой продукции $\frac{\Delta\Phi_m}{\Delta\Pi_p}$, можно

трактовать, как своеобразный показатель окупаемости средств, вкладываемых на прирост фондовооруженности. Если, положим, для повышения производительности труда одного работника на 100 рублей в год требуется увеличить фондовооруженность, скажем, на 500 руб., то срок окупаемости этих вложений за счет эффекта от роста производительности труда составит 5 лет (500:100). С другой стороны, это же отношение можно рассматривать, как «цену» прироста производительности труда, показывающую, в какой степени должна вырасти фондовооруженность работника, чтобы новая стоимость увеличилась на 1 рубль.

В связи с ограниченностью ресурсов отношение $\frac{\Delta\Pi_p}{\Delta\Phi_m}$ не может быть

сколь угодно малым и, следовательно, должно быть не меньше некоторой величины H , определяющей нижнюю границу эффективности ввода фондов, в определенном смысле норматив, величина которого будет существенно

зависеть от отрасли. Таким образом, получается, что если $\frac{\Delta\Pi_p}{\Delta\Phi_m} \geq H$, то

внедрение и использование дополнительных основных фондов на предприятии

эффективно.

Этот же вывод непосредственно вытекает из закона применения машин в обществе, когда вопрос о целесообразности внедрения машины решается не тем, сколько оплаченного труда она способна сэкономить, а сколько всего труда экономится вследствие ее использования. Целесообразность применения машин в обществе определяется на основе следующей формулы:

$$C < (V + m),$$

где C - затраты труда на изготовление машины;

$(V+m)$ - экономия живого труда, полученная в процессе функционирования машины.

Поскольку природа текущих и единовременных затрат различна, используется нормативный коэффициент эффективности, позволяющий их сопоставить. Если же в этом неравенстве затраты труда на изготовление машин и получаемую вследствие их использования экономию живого труда рассматривать с учетом количества вовлекаемых трудовых ресурсов, то получим, что использование дополнительных основных фондов эффективно,

если $\frac{\Delta\Pi_p}{\Delta\Phi_m} \geq H$.

Однако необходимо заметить, что при определении экономической эффективности ввода дополнительных фондов на основе соотношения

$\frac{\Delta\Pi_p}{\Delta\Phi_m} \geq H$ не учитывались региональные особенности, в частности, различия

между регионами в отношении обеспеченности их трудовыми ресурсами, скажем, различная степень трудодефицитности или трудоизбыточности. Так определять эффективность можно лишь для сбалансированных по трудовым ресурсам регионов. При наличии реального дефицита рабочей силы, на наш взгляд, нормативный коэффициент должен быть больше, так как в этом случае и отдача от роста фондовооруженности должна быть также больше, причем, чем выше степень трудодефицитности, тем при прочих равных условиях должен быть больше и нормативный коэффициент. В случае же избытка рабочей силы этот коэффициент соответственно должен быть меньше. Значит, этот коэффициент определяется не только отраслевыми, но и региональными условиями.

Таким образом, в связи с ограниченностью ресурсов при прочих равных условиях важнейшее значение имеет проблема приоритетного распределения наиболее эффективной новой техники в зависимости от степени трудообеспеченности производства в разных регионах. Проведению такой технико-экономической политики будет способствовать, на наш взгляд, разработка в отрасли системы нормативных коэффициентов определения экономической эффективности ввода основных фондов, в которых учитывался бы и уровень трудообеспеченности в разных регионах страны. Правда, могут возразить, что в условиях переходного к рыночным отношениям периода, а также в условиях уже развитого рынка проблема насильственного

распределения может «отмереть» сама собой. Но ведь и для развития рыночных отношений в регионе необходимо иметь приближенные ориентиры эффективности используемой техники, с другой стороны, далеко не ясны в полной мере фактические возможности реализации принципов регионального рынка для обеспечения эффективного функционирования единого народнохозяйственного комплекса страны, состоящего из большой совокупности «чистых» отраслей. Таким образом, разработка нормативных коэффициентов хотя бы в качестве элемента информационной базы для реализации принципов регулируемых рыночных отношений будет весьма актуальной.

Более точно оценить взаимосвязь между ростом нормативного коэффициента и степенью трудообеспеченности можно следующим образом [67]. Предположим, производительность труда на предприятии, расположенном в трудодефицитном регионе, равна $\Pi_{рдеф}$, фактическая численность работающих $Ч_{ф}$, дефицит рабочей силы – $\Delta Ч$. Тогда при устранении этого дефицита на предприятии путем завоза рабочих оргнабора было бы получено $\Pi_{рдеф} \times (Ч_{ф} + \Delta Ч)$ продукции. Однако тот же объем продукции можно получить и при прежней численности, но более высокой производительности труда. Рассчитаем эту производительность $\Pi_{рн}$:

(10.9)

Выразим $\Delta Ч/Ч_{ф}$ через $C_{тр} = \Delta Ч/Ч_{н} \cdot 100\%$,
 где $C_{тр}$ - степень трудодефицитности;
 $Ч_{н}$ - плановая численность работающих.

(10.
10)

Значит,

(10.11)

откуда следует, что

(10.12)
)

Поэтому разность

$$П_{рн} - П_{рдеф} = П_{рдеф} \times \frac{\Delta Ч}{100 - c} \quad (10.13)$$

Таким образом, величина $П_{рн} - П_{рдеф} = П_{рдеф} \cdot \frac{C_{тр}}{100 - C_{тр}}$ характеризует

необходимое увеличение производительности труда сравнительно с существующим уровнем для устранения реального дефицита трудовых ресурсов. Поскольку нормативный коэффициент является функцией от $\Delta Ч$, т.е.

$H=f(\Delta Ч)$, то именно $\frac{П_{рн} - П_{рдеф}}{П_{рдеф}}$ и будет той величиной, на которую норматив,

нижняя граница эффективности ввода фондов при наличии реального дефицита рабочей силы при прочих равных условиях должна быть выше аналогичной границы при условии сбалансированности по трудовым ресурсам.

Действительно, в условиях трудодефицитности каждый рубль прироста фондовооруженности должен не только приносить как минимум «нормативный» прирост производительности труда, но и устранять так называемую потенциально недополученную продукцию. Это будет

выполняться, если в соотношении $\frac{\Delta П_p}{\Delta \Phi_m} \geq H \Delta Ч$ норматив больше, чем

норматив H в неравенстве $\frac{\Delta П_p}{\Delta \Phi_m} \geq H$ при условии сбалансированности по

трудовым ресурсам именно на величину $\frac{C_{тр}}{100 - C_{тр}}$, появляющуюся в связи с

тем, что показатель потенциально недополученной продукции в условиях реального дефицита трудовых ресурсов отличен от нуля. Таким образом,

приходим к выводу, что $H \Delta Ч = H + \frac{C_{тр}}{100 - C_{тр}}$. Поскольку при увеличении

дефицита трудовых ресурсов при прочих равных условиях растет и показатель степени трудодефицитности, а значит нормативный коэффициент, то отсюда и вытекает положение о том, что чем выше степень трудодефицитности, тем эффективнее следует внедрять основные фонды. Поэтому вполне реальна следующая ситуация. На два абсолютно идентичных предприятия (например, рыбозавода), одно из которых находится в трудоизбыточном регионе (например, на Кавказе), другое – в трудодефицитном (на Крайнем Севере или Дальнем Востоке), внедряется одинаковое оборудование. Может оказаться, что на первом предприятии ввод такого оборудования экономически эффективен, на втором – неэффективен.

При рассмотрении вопроса о региональных различиях значений нормативных коэффициентов эффективности ввода фондов в случае сбалансированности по трудовым ресурсам и при наличии реального дефицита трудовых ресурсов предполагалось, что уровень производительности труда в этих регионах одинаков. Если же это не так, то различия в значениях производительности труда должны быть также учтены в исследовании по этому вопросу, ибо в противном случае будет отсутствовать возможность сопоставления величин нормативов $НДЧ$ и $Н$.

Будем исходить из предположения, что различия в уровне производительности труда при прочих равных условиях определяются различной технической оснащенностью. Такое предположение вполне оправданно, так как НТП является важнейшим фактором роста

производительности труда. Пусть $P_{сб}$, где $P_{сб}$ и $P_{деф}$ - производительность труда соответственно в сбалансированном по трудовым ресурсам и трудодефицитном регионах (имеются в виду однотипные производства). Предположим, $K \neq 1$ (скажем, $K > 1$). Если повысить уровень технической оснащенности производства, расположенного в трудодефицитном регионе, до уровня аналогичного производства, находящегося в сбалансированном по трудовым ресурсам регионе, то в связи с исходным предположением сравниваются и уровни производительности труда в обоих регионах. Но, поскольку в этом случае производительность труда на производстве, расположенном в трудодефицитном регионе, возрастет в K раз, это приведет, во-первых, к возможности сопоставления нормативных коэффициентов $Н$ и $НДЧ$ и, во-вторых, к необходимости учета в формуле

$$НДЧ = Н + \frac{C_{тр}}{100 - C_{тр}}$$

изменения величины реального дефицита трудовых

ресурсов в связи с ростом производительности труда в K раз.

Рост производительности труда в K раз при прочих равных условиях эквивалентен снижению дефицита трудовых ресурсов $ДЧ$ на $(K - 1) \cdot Ч_{ф}$. Это

приведет к необходимости замены в правой части формулы

$$НДЧ=Н+\frac{C_{тр}}{100-C_{тр}} \text{ второго слагаемого на } \frac{C_{тр}}{100-C_{тр}} \cdot (K-1), \text{ так как}$$

(10.14)

Таким образом, если $\frac{П_{рцб}}{П_{деф}}=K \neq 1$, то формула связи коэффициентов

$$НДЧ=Н+\frac{C_{тр}}{100-C_{тр}} \text{ заменяется формулой } НДЧ=Н+[\frac{C_{тр}}{100-C_{тр}} \cdot (K-1)]. \text{ Здесь}$$

следует добавить, что таким образом косвенно учитывается и разница в оплате труда в разных регионах, ибо все это находит отражение в соотношении производительности труда между различными регионами (это весьма актуально для Мурманской области, где, как известно, в фонде оплаты труда значительный удельный вес составляют выплаты по районному коэффициенту и полярным надбавкам). Все проведенные рассуждения применимы к случаю, когда $K < 1$ с той лишь разницей, что технический уровень производства, расположенного в трудодефицитном регионе, придется «опускать» до уровня аналогичного производства, находящегося в сбалансированном по трудовым ресурсам регионе. В итоге связь между нормативными коэффициентами будет определяться той же формулой. Экономический смысл последнего равенства в том, что в случае разной технической оснащенности однотипных производств, расположенных в трудодефицитном и сбалансированном по трудовым ресурсам регионах, сначала, для возможности их сопоставления путем преобразований, достигается нивелирование таких различий, а затем с учетом изменившегося вследствие этого уровня производительности труда на производстве, расположенном в трудодефицитном регионе, сравнивают нормативные коэффициенты, при этом учитывая измененное значение показателя дефицита трудовых ресурсов.

В случае трудоизбыточности все эти рассуждения применимы с точностью до «обратного», поэтому результат будет тот же, но с обратным знаком. Таким образом, подытоживая, можно констатировать, что нижние границы эффективности использования фондов соответственно в трудодефицитном или трудоизбыточном и сбалансированном по трудовым ресурсам регионах связаны следующим соотношением:

где $H_{тр}$, H - нижние границы эффективности использования фондов соответственно в трудодефицитном (сумма в формуле) или трудоизбыточном (разность) и сбалансированном по трудовым ресурсам регионах;

$C_{тр}$ - степень трудообеспеченности;

K - отношение производительности труда в сбалансированном по трудовым ресурсам и трудоизбыточном или трудодефицитном регионах.

Здесь следует добавить, что степень трудообеспеченности $C_{тр}$ определяется следующим образом: $C_{тр} = \Delta Ч / Ч$, где $\Delta Ч$ - избыток или дефицит трудовых ресурсов (в зависимости от трудообеспеченности); $Ч$ - численность работающих.

Необходимо отметить, что при получении этих выводов не учитывалась возможность увеличения производительности труда за счет совершенствования организации производства, планирования, управления и других факторов, не требующих, как правило, роста фондовооруженности. Важно и то, что увеличение фондовооруженности не всегда бывает связано с повышением технической оснащенности предприятий, а вызывается удорожанием воспроизводства единицы производственных мощностей, т.е. ростом стоимости аналогичного оборудования. Однако такое абстрагирование вполне оправданно, так как основную роль прироста производительности труда дает повышение технической вооруженности предприятий. Так, по данным Института труда, рост производительности труда почти на 3/4 зависит от повышения технического уровня производства и на 1/4 от организации труда и прочих факторов.

Таким образом, получение рассмотренных выводов предложенным способом вполне правомерно. Однако для большей точности во все формулы в

отношении $\frac{\Delta П_p}{\Delta \Phi_m}$ можно ввести корректирующий коэффициент M , равный доле

прироста производительности труда, получаемой от повышения технического уровня производства.

В условиях переходного к рыночным отношениям периода, когда существенно возрос уровень нестабильности и неопределенности экономической среды, могут возникнуть мнения, что значение и роль различного рода нормативов существенно снизились. Разумеется, если речь идет о каких-то долговременных нормативах, то при высоком уровне инфляционных процессов, когда ценовые колебания достигают значительных размеров, говорить об эффективности их использования в хозяйственной практике вряд ли целесообразно (например, в нашем случае нижние границы эффективности использования фондов при сильной инфляции

преимущественно будут зависеть от роста цен, непосредственно не связанного с ростом производительности труда). Однако и в этом случае можно учесть в нормативах фактор инфляционного роста, не говоря уж о том, что при достижении достаточно высокого уровня развития рыночных отношений наступает определенная стабилизация, при которой использование нормативов весьма эффективно (на что указывает факт широкого использования различного рода нормативов в экономике развитых капиталистических стран). В нашем случае предложен методический подход для определения нормативных коэффициентов – нижних границ эффективности использования фондов, где при желании можно учесть фактор инфляционного роста.

Для оценки нижней границы эффективности ввода фондов в условиях реального дефицита или избытка рабочей силы следует предварительно определить величину нормативного коэффициента эффективности ввода этих же фондов при допущении сбалансированности по трудовым ресурсам. Поскольку такие нормативы пока еще не разработаны, вполне оправданно взять

в качестве ориентировочных фактические значения $\frac{\Delta\Pi_p}{\Delta\Phi_m}$, рассчитанные для

отраслей и народного хозяйства в целом (производительность труда, рассчитанная по чистой продукции). Оправданность такого подхода к определению величины нормативного коэффициента подтверждается также тем, что именно такой подход лежит в основе определения нормативов абсолютной эффективности капитальных вложений. В связи с различным уровнем трудообеспеченности производства в разных регионах страны истинность сравнительной оценки определяемых нормативных коэффициентов сохранится, если в качестве исходного взять норматив, рассчитанный на основе среднеотраслевых показателей производительности и фондовооруженности труда.

При этом необходимо отметить, что аналогично тому, как мы рассмотрели вопросы оптимального соотношения фондо- и трудосберегающих направлений интенсификации производства и предложили методы их решения на основе нормативных коэффициентов, можно рассмотреть проблемы оптимального соотношения каких-либо двух других направлений процесса интенсификации производства, например фондо- и материалосбережения. Следует отметить также и то, что хотя вопросы оптимизации живого и овеществленного труда рассмотрены здесь в зависимости только от ограничения на имеющиеся трудовые ресурсы, подобным образом могут быть учтены и другие ограничительные параметры (по фондам, по природным ресурсам и пр.). Для этого в окончательную формулу вместо степени трудодефицитности следует подставить показатель степени дефицитности соответствующего вида ресурса, а вместо показателя соотношения производительности труда в разных регионах - соотношение эффективности использования соответствующего вида ресурсов.

Из вышесказанного не следует делать вывод о том, что в трудоизбыточных регионах обязательно должно происходить снижение

количественных и ухудшение качественных показателей интенсификации и эффективности экономического развития, так как существуют различные направления интенсификации и наряду с трудосберегающим выделяют также фондо-, материало-, энергосберегающее направления интенсификации и т.д. Хотя совершенно очевидно, что необходимо разработать систему хозяйственных мер, в которых бы учитывалась взаимосвязь показателей, характеризующих уровень безработицы в регионе с показателями интенсификации производства и, прежде всего, с показателями выбытия и обновления основных фондов, внедрения более прогрессивного оборудования и пр. (в противном случае вполне реально возникновение ситуации, когда при высокой безработице массовое внедрение производительного оборудования вследствие автоматизации и комплексной механизации приведет к существенной экономии рабочих мест, т.е. к еще большему росту безработицы и усилению социальной напряженности в обществе).

Здесь речь идет о том, что в условиях различной степени трудообеспеченности разных регионов страны с точки зрения интересов эффективного, оптимального развития национальной экономики в целом целесообразно создание такого хозяйственного механизма, при котором при прочих равных условиях внедрение и дальнейшая эксплуатация наиболее производительного с точки зрения экономии живого труда оборудования первоначально и преимущественно должны осуществляться в трудодефицитных регионах. В дальнейшем по мере уменьшения трудодефицитности и, тем более, устранения этого явления целесообразно осуществить внедрение прогрессивного оборудования и в другие регионы. Кроме этого из вышесказанного можно сделать вывод и о том, что в условиях трудоизбыточности более целесообразным является внедрение оборудования, осуществляющего экономию сырья, материалов, энергии, фондов, но не живого труда (т.е. не трудосберегающего, а какого-то иного (иных) направления интенсификации), причем чем выше трудоизбыточность предприятия или региона, тем, при прочих равных условиях, потребность в реализации этой стратегии увеличивается.

Таким образом, здесь нами предложен методический подход для определения нормативных коэффициентов – нижних границ эффективности использования основных фондов с учетом территориальных различий трудообеспеченности. Иначе говоря, это своего рода нормативы, имеющие преимущественно сравнительную, сопоставимую направленность и различающиеся по разным регионам, внедрение которых позволит решить проблему об оптимальном соотношении фондо – и трудосберегающего направлений интенсификации производства на территориальном и федеральном уровнях. Как уже отмечалось выше, при желании в этих нормативах можно учесть также фактор инфляционного роста, что позволит в относительно устойчивой среде (т.е. когда нет серьезных изменений в экономической системе, например, кризисов) использовать их достаточно продолжительное время, хотя, разумеется, периодически конкретные их

значения нужно будет все равно пересматривать.

Аналогичные нормативы можно определить не только для трудосберегающего направления интенсификации общественного производства, но и для любого другого: материало-, энерго-, фондосберегающего и т.д. Наличие такого рода системы территориальных нормативов позволит выявить наиболее приоритетные и первоочередные для конкретного региона мероприятия и направления интенсификации производства и, прежде всего, научно-технического прогресса (напомним, что НТП является важнейшим фактором процесса интенсификации общественного воспроизводства). Приоритетность и эффективность реализации мероприятий какого-то определенного направления интенсификации в данном регионе будет зависеть от многих факторов, особенно от отраслевой структуры территориальной экономики, наличия природных ресурсов, трудообеспеченности (в т.ч. уровня безработицы) и пр. Таким образом, предложенные нами нормативы носят не обязательный, а преимущественно информационно-рекомендательный характер. Учитывая сказанное, а также и то, что данные нормативы выявляют приоритетность (т.е. первоочередность) разных регионов с точки зрения внедрения в них передовой, наиболее производительной техники и технологии, экономящей живой труд, более правильным будет называть их нормативными коэффициентами.

Использование такого подхода, на наш взгляд, эффективно скажется на состоянии как экономики данного региона, так и экономики страны в целом. В конечном счете все это приведет к повышению и конкурентоспособности продукции, так как позволит выбрать из большой совокупности мероприятий, форм и направлений интенсификации (а значит выбрать и нужное направление НТП, являющегося ее важнейшим фактором) те, которые наиболее эффективны для региона в настоящее время (можно привести поясняющий пример: в регионе с высоким уровнем безработицы обнаружили большие запасы полезных ископаемых, значит, при прочих равных условиях, в настоящее время здесь более эффективно использование мероприятий материалосберегающего направления интенсификации производства, а не трудосберегающего – все это должно позитивно сказаться и на росте конкурентоспособности продукции, так как интенсификация производства является одной из причин этого роста).

Следует добавить, что предложенный нами подход «срабатывает» лишь в общем. В этой связи достаточно сказать, что во многих странах мероприятия трудосберегающего направления интенсификации нередко реализовывались и в условиях безработицы (правда в этот период уровень ее был сравнительно небольшим), так как возникали новые виды деятельности вследствие диверсификации экономики, куда «перетекала» высвобождающаяся рабочая сила. Целесообразность использования предложенного подхода зависит также от многих других факторов (например, инфляционных процессов), не связанных непосредственно с каким-то направлением интенсификации.

Однако в целом применение данного методического подхода позволит более эффективно использовать по регионам имеющиеся ограниченные

резервы модернизации и технического перевооружения российской экономики, т.к. в этом подходе в должной мере учитывается территориальная специфика. Особенно это справедливо для регионов зоны Севера и Дальнего Востока – традиционно трудодефицитных и в то же время обладающих значительными сырьевыми ресурсами. Для этих регионов России в ряде отраслей необходимо создание специальной техники и технологии, которая не смотря на, как правило, повышенные затраты на ее создание, должна достаточно быстро окупиться в связи с экономией вследствие ее использования сырья и живого труда (меньше потребуется завозить в эти регионы рабочих по оргнабору и работающих вахтовым методом). Чтобы сделать «действенным» предложенный подход, необходимо шире использовать систему государственного заказа (особенно для северных и дальневосточных регионов), создавать различного рода фонды (как на федеральном, так и на региональном уровнях), использование которых позволит повысить эффективность интенсификации, а также определить систему финансово-кредитных и налоговых механизмов, стимулирующих этот процесс (например, в виде ускоренной амортизации). Здесь необходимо широко использовать позитивный зарубежный опыт. Целесообразно также, на наш взгляд, разработать комплексно-целевую программу «Социально-экономическая эффективность различных направлений интенсификации производства в России и в ее разных регионах», а также аналогичную программу стимулирования НТП как основы инновационной экономики.

10.3. Особенности проявления феноменологической природы становления и развития инновационной экономики на современном этапе

Необходимость повышения эффективности деятельности субъектов экономики предопределила растущую потребность в выявлении специфических характеристик различного рода явлений, оказывающих влияние на принимаемые управленческие решения. Особый интерес в переходном обществе представляют знания, с помощью которых можно определить сущность того или иного явления, системно описать выявленные характеристики и взаимосвязи, то есть выработать обобщенный взгляд на изучаемый феномен. Так, исследуя природу становления и развития инновационной экономики, прежде всего необходимо выявить и описать присущие ей характерные черты и взаимосвязи. В связи с этим изучение сущности, расширение научного мировоззрения, выявление роли в становлении инновационной экономики важнейшего фактора, во многом определяющего уровень развития государства в целом, – человеческого капитала (ЧК) – приобретают особую значимость.

Определение роли и места человека в процессе общественного воспроизводства всегда вызывало повышенный интерес со стороны ученых различных эпох и стран. Исследователи неоднократно пытались определить и выявить характерные свойства творческих способностей человека, оценить их,

охарактеризовать не только качественно, но и количественно.

Огромные преимущества в создании условий для роста благосостояния граждан, формирования и развития экономики знаний, информационного общества имеют государства с накопленным качественным человеческим капиталом. Высокий уровень и качество накопленного ЧК, по мнению ученых, необходимы для ускоренного осуществления технологического обновления производств, рыночных преобразований экономики, выхода на путь устойчивого роста душевого валового внутреннего продукта (ВВП) и повышения качества жизни населения в целом. «Анализ, проведенный Всемирным банком для 192 стран, показал, что на долю физического капитала приходится в среднем 16% национального богатства, ведущую роль для большинства государств (64%) играют человеческие ресурсы». «По мере экономического развития меняется соотношение капиталов различного вида: увеличивается роль человеческого капитала относительно овеществленного». В этой связи на мировом уровне ЧК считается наиболее значимым ресурсом в современном обществе. Как результат, освоенные человеком новые знания признаются важнейшим ресурсом развития государства, а инвестиции в ЧК – приоритетным направлением деятельности, обеспечивающим экономический рост государства.

Инновационная экономика – это экономика нового типа, основанная «на потоке инноваций, на постоянном технологическом совершенствовании, на производстве и экспорте высокотехнологичной продукции с очень высокой добавочной стоимостью и самих технологий. Предполагается, что при этом в основном прибыль создает интеллект новаторов и ученых, информационная сфера, а не материальное производство (индустриальная экономика) и не концентрация финансов (капитала)».

В Республике Беларусь, как и в других странах, на этапе формирования экономики инновационного типа развитие ЧК является приоритетным направлением. Подтверждением этому является тот факт, что в Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011-2015 гг. в качестве первого ключевого приоритета приводится «развитие человеческого потенциала, включая повышение уровня благосостояния, увеличение продолжительности жизни, укрепление здоровья граждан и их образование».

В современной экономической науке человеческий фактор рассматривается в качестве решающего фактора инновационного развития государства. Общеизвестно, что в настоящее время природный и финансовый капиталы больше не являются первостепенными факторами производства. Сегодня таким фактором выступает человек, поскольку новейшие отрасли требуют глубоких знаний, навыков, умений, которыми он обладает. Кроме того, в человеческом ресурсе скрываются наибольшие резервы для повышения эффективности функционирования инновационной экономики. Исследования ученых и практический опыт показали, что национальное богатство общества зависит от характера занятий людей, их способности к труду, а эффективность развития экономики современных государств в наибольшей степени

обусловлена средствами, вкладываемыми в человеческий ресурс. В свою очередь, величина ЧК прямо зависит от уровня образованности его носителей. Чем выше этот уровень, тем более ценные для нанимателей виды работ может выполнять тот или иной человек. Вследствие этого в настоящее время человеческий фактор все чаще рассматривается как объект инвестиций [11].

Анализ динамики потребительских расходов домашних хозяйств в Республике Беларусь свидетельствует о значительном удельном весе в структуре расходов средств, направляемых на образование. Вместе с тем данный показатель к 2012 г. имеет отрицательную динамику: «в 2000 году данный вид расходов составлял 2,2 % от общей суммы, в 2010 году расходы составили 6,9 % от общей суммы, во втором квартале 2012 года расходы на образование составили всего лишь 1,2%».

Очевидно, что не только наниматели, но и наемные работники, и государство приобретают выгоду от увеличения инвестиций в человеческие ресурсы. Наниматели извлекают выгоду от возможности повысить квалификацию своих работников, управляющих физическим капиталом, получив взамен потенциал знаний, способствующий росту эффективности производства и управления. Перед работниками открываются перспективы карьерного роста и, как результат, повышение доходов от трудовой деятельности. Для государства – это повышение благосостояния граждан, рост валового дохода, повышение экономической активности граждан. «Как результат, по мере становления инновационной экономики, наблюдается формирование нового типа рынка труда. Со стороны предложения рабочей силы такой рынок характеризуется высоким уровнем ее профессиональной подготовки, возрастающими требованиями к качеству выполнения работы, социальными психологическими условиям труда. Со стороны спроса на труд он отличается большей заинтересованностью нанимателей в работниках с творческим подходом к работе, инициативностью, профессиональной компетентностью и, главное, – *способностью к инновационному труду*. В соответствии с последним полагается, что работник способен использовать свой личностный трудовой потенциал в качестве основного средства практического внедрения новаций, в результате чего создается инновационный продукт и обеспечивается экономический рост». Как следствие, подготовка специалистов, способных эффективно управлять инновационными процессами, разрабатывать и внедрять инновационные проекты, является одной из приоритетных задач инновационного развития государства.

Прежде чем более подробно описать взаимосвязь категорий «инновация» и «человеческий капитал», остановимся на некоторых аспектах инновационного развития Республики Беларусь на современном этапе и в перспективе.

Показателем, определяющим уровень инноваций в стране, является глобальный индекс инноваций (The Global Innovation Index). Он характеризует не только коммерческие результаты инновационной деятельности в странах, но и активность правительств по поощрению и поддержке инновационной

деятельности в своей государственной политике. Глобальный индекс инноваций рассчитывается ежегодно по методике международной французской бизнес-школы INSEAD. Итоговый индекс – это «соотношение затрат и эффекта, что позволяет объективно оценить эффективность усилий по развитию инноваций в той или иной стране». На основании полученных данных формируется информация о позиции страны в общем рейтинге по индексу инноваций. Нами проанализирована информация в отношении десяти стран (таблица 10.1). Выбор стран обусловлен следующими, присущими им характерными чертами:

1. Россия и Республика Беларусь – страны союзного государства. Российская Федерация к тому же является основным партнером Республики Беларусь, на ее долю приходится 32% белорусского экспорта и более половины объема импорта. Россия для Республики Беларусь является основным рынком для экспорта и покупки сырья, для России Республика Беларусь представляет собой важнейший транспортный и транзитный коридор. В противовес будут рассмотрены показатели развития США.

2. Украина, Казахстан, Эстония, Литва, Латвия, Россия и Республика Беларусь – страны постсоветского пространства. К тому же, Украина и Казахстан, среди стран Содружества Независимых Государств (СНГ), в товарообороте Республики Беларусь занимают второе и третье места соответственно после России.

3. Международные сравнения основных показателей экономического развития Республики Беларусь с аналогичными показателями Польши, которая не является страной постсоветского пространства, обусловлены в первую очередь тем, что значительная часть территории Республики Беларусь долгое время относилась к Польской Республике в рамках Рижского мирного договора 1921 г. Варшавский договор, а точнее договор о дружбе, сотрудничестве и взаимной помощи от 14 мая 1955 г. между европейскими социалистическими государствами, в состав которых входила Польша, и Советским Союзом, в состав которого входили Украина, Казахстан, Эстония, Литва, Латвия, Россия и Республика Беларусь, обусловил крепкое и взаимовыгодное сотрудничество рассматриваемых государств на 34 года.

4. Республика Беларусь, Швеция и Израиль – страны, прошедшие этап построения государственности по схожей модели, а именно всемирно известной модели шведского социализма (сочетание социального государства и капиталистической экономики). Опыт Швеции близок Республике Беларусь и Израилю тем, что государству в рамках данной модели отводится место основной движущей силы развития экономической системы, избранной демократической власти делегируются полномочия по реализации национальных приоритетов развития. К тому же Израиль – один из партнеров Республики Беларусь, с которым было подписано соглашение о сотрудничестве в области стандартизации, метрологии и оценки соответствия, в рамках которого проводятся заседания совместного комитета по торгово-экономическому сотрудничеству.

Таблица 10.1

Рейтинг стран мира по индексу инноваций в 2012-2014 гг.

Страна	Позиция		
	в 2012 г.	в 2013 г.	в 2014 г.
Швеция	2	2	3
США	10	5	6
Израиль	17	14	15
Эстония	19	25	24
Латвия	30	33	34
Литва	38	40	39
Польша	44	49	45
Россия	51	62	49
Беларусь	78	77	58
Украина	63	71	63
Казахстан	83	87	79

В 2014 г. были выстроены по ранжиру 143 страны, производящих 99,5% мирового ВВП и в которых проживает 95% населения планеты. При составлении индекса учитывались качество человеческого капитала, научных результатов, развитость бизнеса, рынка, институтов и инфраструктуры. В первой десятке самых инновационных стран – Швейцария (64,8 балла), Великобритания, Швеция, Финляндия, Нидерланды, США, Сингапур, Дания, Люксембург, Гонконг (56,8). Из постсоветских стран самый высокий результат у Эстонии – 24-е место (51,5 балла), Латвии (34-е место), Литвы (39) и Молдовы (43). Гораздо ниже оказались Россия, поднявшаяся с прошлогоднего 62-го места на 49-е (39,1 баллов), Украина (63), Армения (65), Грузия (74), Казахстан (79), Азербайджан (101), Кыргызстан (112), Узбекистан (128) и Таджикистан (137). Замыкают таблицу Йемен, Того и Судан. Беларусь в 2014 г. по индексу инноваций, равному 37,1, занимала 58-е место, высокими были индекс образования – 0,820 (21-е место), знаний – 6,62 (59-е место), информационно-коммуникационных технологий – 7,18 (36-е место).

Приведем некоторые данные, характеризующие инновационную политику Республики Беларусь. Концепцией Государственной программы инновационного развития определено, что «белорусская модель формирования социально-ориентированной рыночной экономики и стратегия устойчивого развития страны предусматривают проведение эффективной инновационной и инвестиционной политики. С учетом растущей глобализации мировых рынков в условиях мирового финансового кризиса конкурентоспособными могут быть только высокотехнологичные и наукоемкие производства и предприятия». Основные результаты реализации Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь за предыдущую пятилетку (период с 2007 по 2010 гг.) имеют следующий вид: «введены в эксплуатацию

985 объектов (в том числе в 2010 г. – 335). При этом создано на основе современных технологий 130 новых производств и важнейших предприятий (в 2010 г. – 38), 352 новых производства на действующих предприятиях (в 2010 г. – 125), модернизировано 502 производства (в 2010 г. – 171). В результате выполнения плана реализации Государственной программы объем производства инновационной продукции составил 23 974 475,6 млн рублей, создано и модернизировано 15 500 рабочих мест. Таким образом, Правительством Республики Беларусь обеспечено наращивание инновационной составляющей экономики страны. В 2010 г. по республике выполнены следующие основные показатели инновационного развития: доля новой продукции в объеме промышленного производства 19,5% при плане 19%; доля сертифицированной продукции в общем объеме промышленного производства 73% при плане 70%».

По данным Белорусского национального статистического комитета, «в 2011 году в стране насчитывалась 501 организация, выполнявшая научно-исследовательские работы, в то время как в 2010 году их число составляло 468 единиц», то есть наблюдается положительная динамика. Вместе с тем наблюдается снижение списочной численности работников, непосредственно занимавшихся научными исследованиями «в 2011 году – 31 194 человека, в 2010 году же таковых было 31 712». На научные исследования и разработки в Республике Беларусь было потрачено «2,34 трлн бел. руб., из них внутренние затраты составили 2,08 трлн бел. руб. Общий выполненный объем работ составил 2,22 трлн бел. руб.».

Особое место в инновационной экономике следует уделять показателю наукоемкости ВВП и доле новой продукции. Их значения зависят непосредственно от качественного уровня человеческого капитала и (или) человеческого потенциала страны. «Наукоемкость ВВП – это та его часть, которая направляется на проведение научных исследований и разработку инноваций». Существуют разные методики определения этого показателя. «В странах, входящих в Организацию экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), принято сравнивать количество внутренних затрат на НИР с объемом ВВП страны. В странах СНГ же используется другой подход: здесь оценивается соотношение выполненного объема работ и валового внутреннего продукта. Таким образом, зная объем ВВП Беларуси в 2011 году (274,3 трлн бел. руб.) и другие вышеупомянутые показатели, можно рассчитать наукоемкость ВВП. Согласно методике стран ОЭСР, в прошедшем году она составила 0,76%, а согласно методике стран СНГ, – 0,81%».

Как мы видим из представленного рис. 10.1, наукоемкость ВВП колеблется от 0,6 до 0,8%. Необходимо отметить, что, к примеру, «в Европейском союзе критической считается наукоемкость ВВП в 2%». Если привести конкретные цифры по странам, то, например, в Израиле наукоемкость ВВП составляет 4,9%, в Швеции – 4,3% ВВП, в США – 2,6% ВВП. Поэтому увеличение затрат на проводимые НИР (осуществляет высококачественный ЧК) стало одним из значимых направлений социально-экономического

развития Республики Беларусь на 2011-2015 гг. Так, Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011-2015 гг., утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 11 апреля 2011 г. № 136, установлено «увеличение затрат на научные исследовательские работы до 2,5 – 2,9% от ВВП. При этом доля бюджетного финансирования в общем объеме должна составлять не менее 46-48%». «В целях выполнения показателя наукоемкости на запланированном в 2015 г. уровне 2,5 – 2,9% к ВВП в 2012 г. требуется осуществить затраты на научно-исследовательские работы из республиканского бюджета в размере не менее 1,9 трлн руб. При этом в 2012 г., по сравнению с 2010 и 2011 гг., прогнозируется сокращение финансирования из средств республиканского бюджета до 42,1% при одновременном увеличении доли внебюджетного финансирования до 52%».

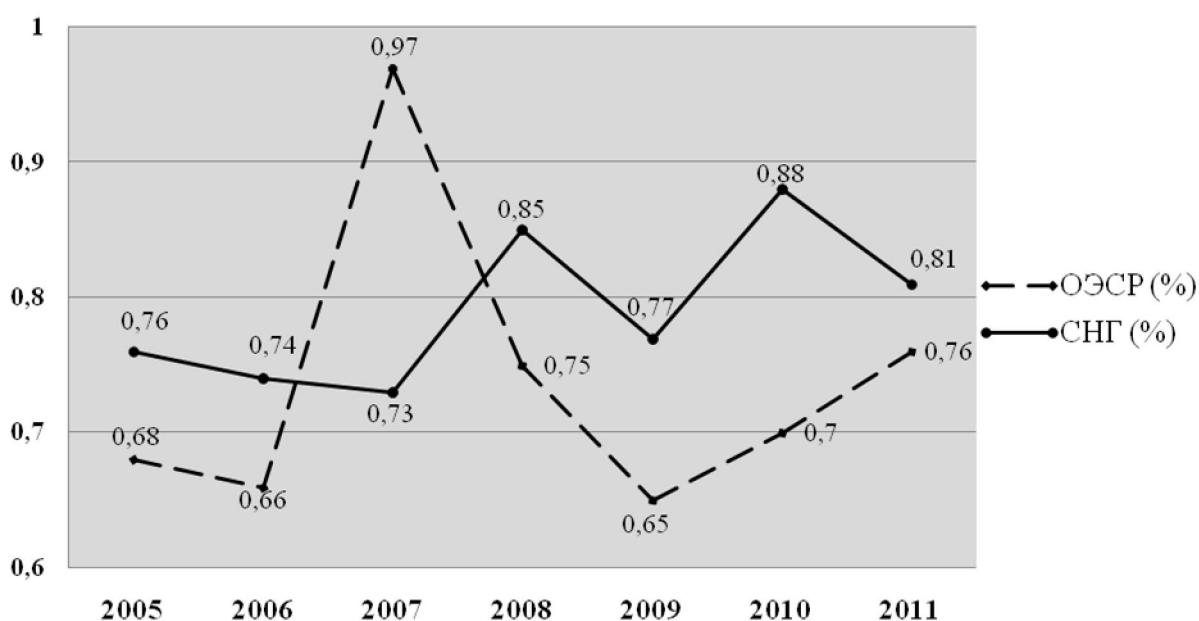


Рис. 10.1. Динамика показателей наукоемкости ВВП Республики Беларусь, рассчитанных по методикам стран ОЭСР и СНГ

Основной вклад в выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, финансируемых с привлечением средств республиканского бюджета, вносят государственные научно-технические программы, обеспечивающие реализацию приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь и разработку передовых технологий и новых видов наукоемкой экспортоориентированной и импортозамещающей продукции на основе собственной сырьевой и материально-технической базы, организацию ее серийного выпуска.

Вместе с тем реализация Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2007-2010 годы не позволила в полной мере завершить модернизацию экономики республики. «В целях продолжения работы по созданию инновационной экономики разработана Государственная

программа инновационного развития Республики Беларусь на 2011-2015 годы, утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 26 мая 2011 г. № 669, основной целью которой является создание конкурентоспособной, инновационной, высокотехнологичной, ресурсо- и энергосберегающей, экологобезопасной экономики». Ее формирование предусматривает принятие в установленном порядке концепции Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2011-2015 годы, разработанной с учетом Проекта перечня и структуры приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2011-2015 годы (одобрен Постановлением Общего собрания Национальной академии наук Беларуси от 9 октября 2009 г. № 7).

В Государственной программе намечено выполнение 223 важнейших проектов по созданию новых предприятий и производств, имеющих определяющее значение для инновационного развития Республики Беларусь. Предполагается выполнение более 900 проектов, в том числе планируется создать около 20 новых предприятий, 200 новых производств и модернизировать примерно 140 предприятий в результате реализации государственных научно-технических программ. «Реализация научно-технических программ наряду с расширением масштабов использования ранее созданной научно-технической продукции будет способствовать достижению заданных темпов экономического роста республики, укреплению национальной безопасности государства. Для реализации целей и задач Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2011-2015 годы будет продолжено формирование Национальной инновационной системы (далее – НИС): совершенствование необходимой законодательной базы и создание мотивационных механизмов инновационной деятельности, формирование инновационной инфраструктуры и перестройка действующих структурно-функциональных блоков НИС, развитие инновационного предпринимательства, развитие финансовой инфраструктуры в республике и активное привлечение иностранных инвестиций, развитие венчурного финансирования, реформирование системы образования».

По мнению разработчиков Концепции НИС, в каждом конкретном случае стратегия развития определяется проводимой государственной макроэкономической политикой, нормативным правовым обеспечением, формами прямого и косвенного государственного регулирования, состоянием научно-технологического и промышленного потенциалов, внутренних товарных рынков, рынков труда, и также историческими и культурными традициями и особенностями.

«В Концепции НИС определены базисные сферы национальной экономики:

- генерации знаний (наука и ее сегменты в других секторах);
- распространения и применения знаний (исследования и разработки - ИР, производство товаров и услуг);

- коммерциализации нововведений (рынок научно-технической продукции, рыночные институты);
- образования и профессиональной подготовки кадров;
- инновационной инфраструктуры, включая финансовое обеспечение;
- управления и регулирования (правовая база, государственная макроэкономическая и инновационная политика, корпоративное управление, рыночные механизмы)».

Итак, очевиден следующий факт: процесс создания инновации в первую очередь обеспечивается на основе накопленного запаса навыков, знаний, способностей создателей инновации. А значит необходимо отметить прямое участие человеческого капитала в формировании инноваций. Причем формирование ЧК организации сопровождает процесс формирования инновации.

Как уже было изложено, человеческий капитал является основой производства инновационной продукции. Заметим, что приобретение ЧК происходит до момента генерации идей, необходимых для создания инноваций.

На этапах генерации идей создания инновационного проекта и его выполнения наблюдается прямое участие ЧК в форме использования накопленных и получения новых знаний, умений и навыков, поэтому на стадии формирования инновации должны обеспечиваться содержание и развитие человеческого капитала.

На стадии снабжения возможно дополнительное приобретение ЧК в привлечении необходимых работников-специалистов, повышении квалификации существующих работников, что может стать важным для эффективного выполнения инновационного проекта.

На этапе принятия результата проекта и в случае внедрения полученного продукта на рынок либо возникновения необходимости его доработки, совершенствования очень важно обеспечить сохранение ЧК, так как выполнение каждого инновационного проекта способствует увеличению запасов знаний, умений и навыков работников, накоплению человеческого капитала, росту его стоимости. В случае ухода работника организация теряет накопленный запас профессиональных знаний, умений и навыков, способности, присущие данному работнику и приобретенные им в данной организации в результате творческого и трудового процесса.

Следовательно, очевидна тесная взаимосвязь инноваций и ЧК, которую можно характеризовать следующим образом:

1. Человеческий капитал опосредован важнейшим ресурсом предприятия – человеческим, который участвует в увеличении доходов организации от использования навыков и профессионализма работников.
2. Доходность ЧК определяется способностью отдельного работника приносить доход организации путем

увеличения производительности труда, разработки инноваций, улучшения качества обслуживания клиентов.

3. Чем выше стоимостная оценка ЧК, тем выше качество и эффективность разработанных инноваций.

4. Степень эффективности инновации и величина ожидаемого прироста экономических выгод от ее использования зависят от качества управления ЧК, его способности создавать добавочную стоимость, а значит – от доходности данного капитала.

Наглядно сказанное можно представить так, как проиллюстрировано на рис. 10.2.

Таким образом, одним из необходимых условий определения достоверной стоимости инновации (результата инновационной экономики) является осуществление объективной стоимостной оценки ЧК. Поэтому разработка специальной методики стоимостной оценки ЧК, позволяющей объективно оценить имеющийся важнейший фактор экономического роста, и, как результат, сформировать достоверную информацию о наукоемкости ВВП и умело управлять процессом создания инновации, является одной из научных задач настоящего исследования.

Особый интерес вызывает тот факт, что ЧК на мировом уровне признан важнейшим элементом национального богатства и фактором экономического роста. Так, в конце XX в. Всемирный банк предложил новую концепцию измерения национального богатства (капитала) страны, включающего человеческий, природный и воспроизводимый капитал. В современном мире ежегодно собираются и анализируются сведения о составляющих национального богатства стран мира. Особое внимание уделяется важнейшей составляющей – человеческому капиталу. Уровень человеческого развития во многом предопределяет и свидетельствует об уровне развития страны.

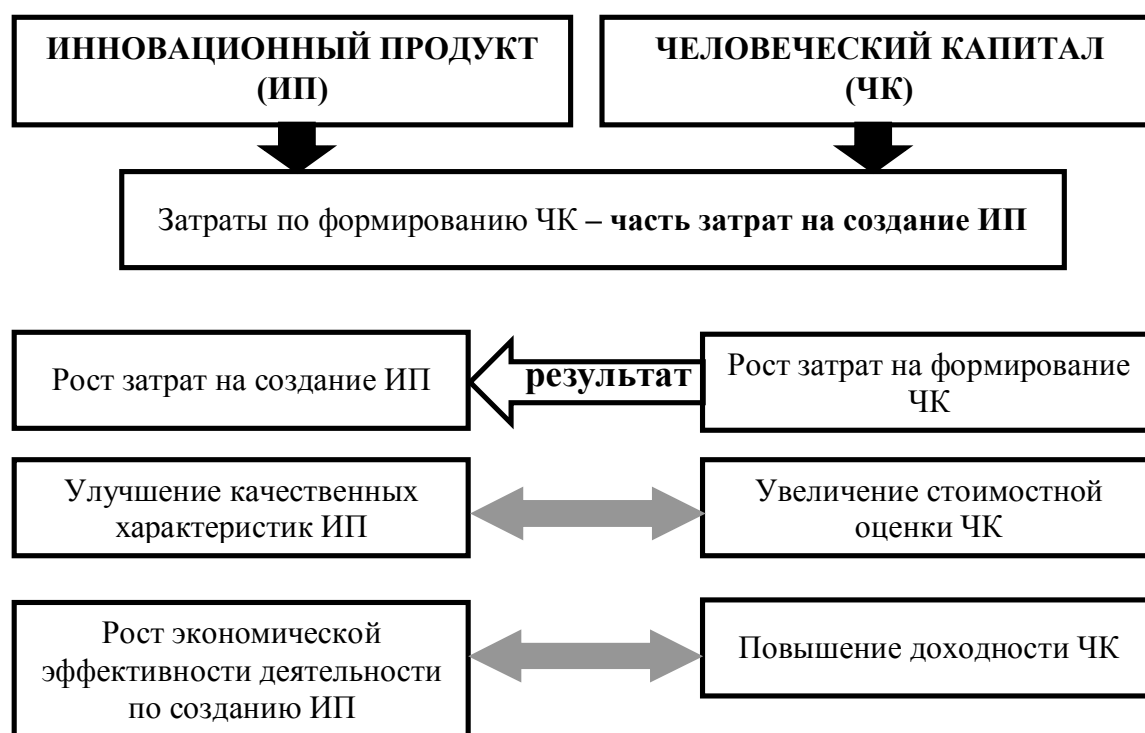


Рис. 10.2. Отражение взаимосвязи и взаимозависимости между затратами по формированию человеческого капитала и затратами на создание инновационного продукта

Для характеристики состояния экономических и социальных условий в странах, а также для прогноза развития специалистами программы развития ООН (ПРООН) был разработан комплексный показатель – индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП), или индекс человеческого развития (ИЧР). Индекс развития человеческого потенциала является интегральным показателем не только уровня жизни, но и экономики в целом, интегрируя три компонента:

- ожидаемую продолжительность жизни;
- уровень образования;
- уровень экономического развития (ВВП на душу населения).

Нами был проведен анализ динамики ИРЧП для некоторых стран за 2005, 2009-2011 гг. (рис. 10.3).

Из представленных данных следует, что Республика Беларусь входит в состав стран с высоким уровнем ИЧР, опережая некоторые страны постсоветского пространства. ИРЧП в исследуемом временном интервале незначительно, но растет. Что позволяет в целом положительно характеризовать состояние экономических и социальных явлений в Беларуси.

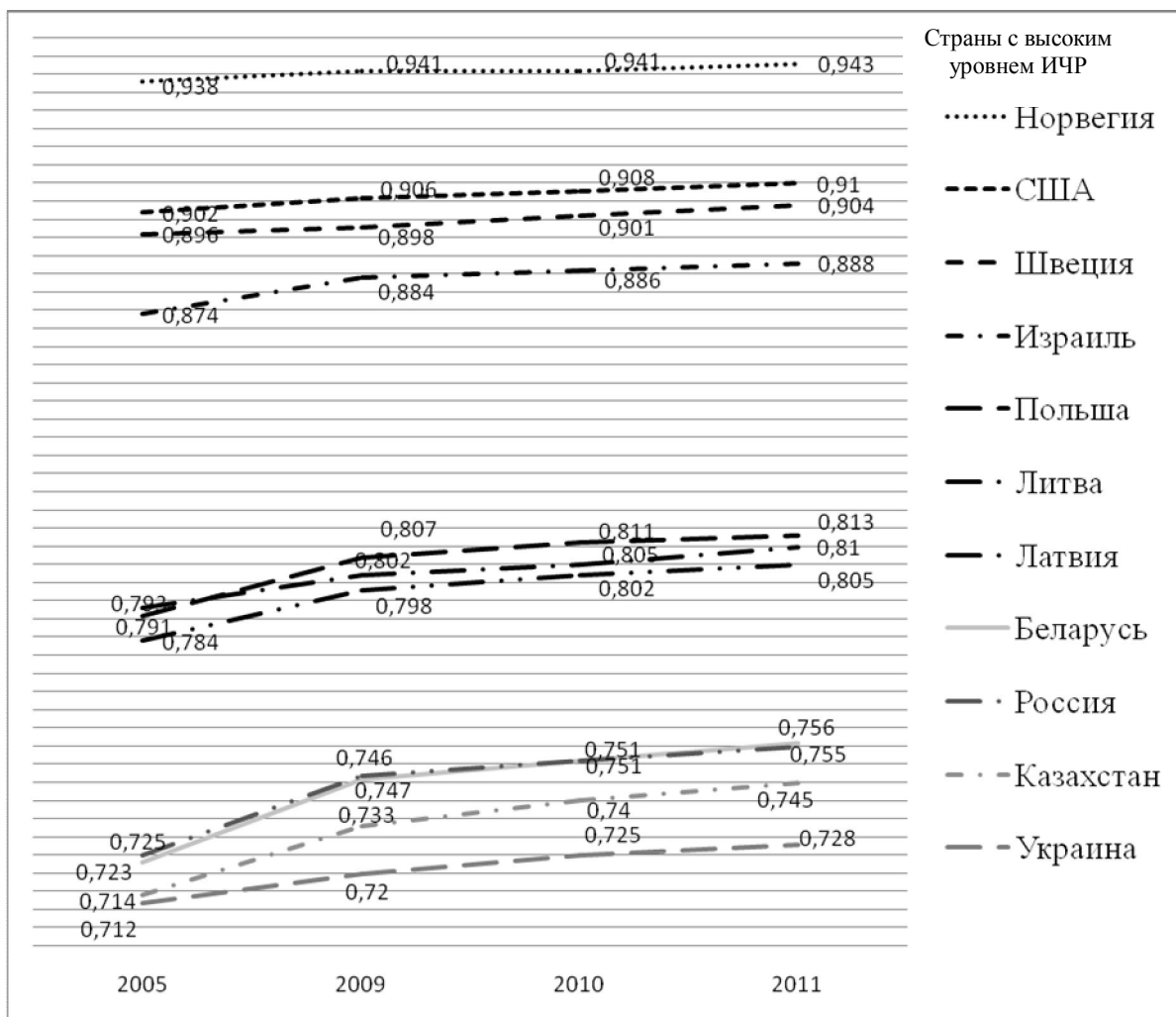


Рис. 10.3. Динамика индекса человеческого развития, 2005 г., 2009-2011 гг.

Однако на наш взгляд, для экономики Республики Беларусь характерно недостаточное финансирование наукоемких отраслей, являющихся, как было аргументировано выше, основой формирования и роста высококачественного ЧК страны (рис. 10.4).

Очевидно, что уровень финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и инновационных разработок в Беларуси, так же как и в России, Украине, Казахстане значительно ниже, чем в Швеции, Литве, Латвии и других странах, входящих в состав стран с очень высоким уровнем ИЧР.

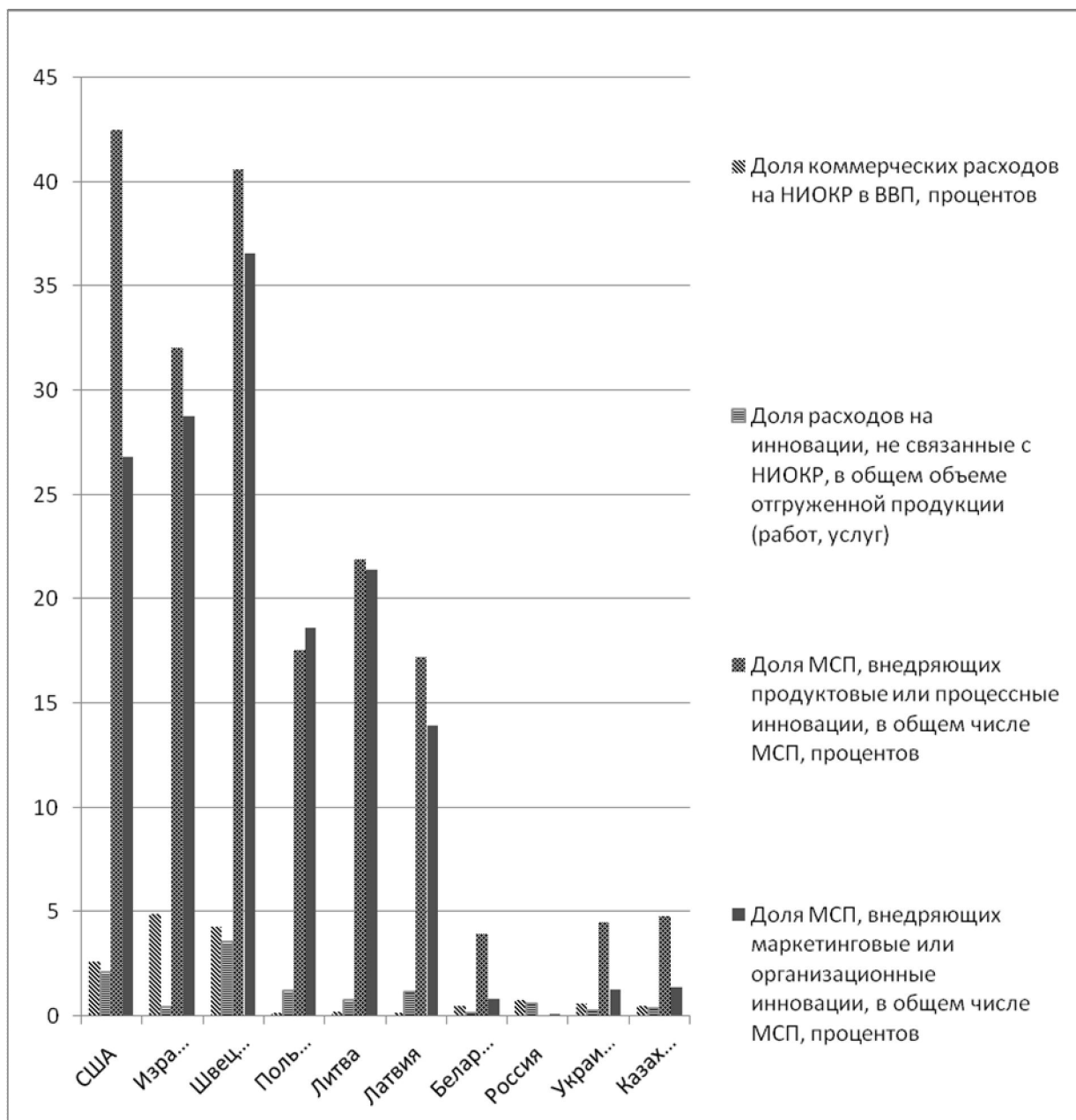


Рис. 10.4. Доля расходов на НИОКР и инновации по данным Европейского инновационного табло (EIS-2008-2011): МСП – малые совместные предприятия

На основании анализа динамики индексов инновационного и человеческого развития, а также расходов стран на НИОКР можно сделать вывод о существовании определенной закономерности: для стран, имеющих высокий рейтинг инновационного развития, характерны очень высокий уровень человеческого развития и большая доля расходов на НИОКР и инновации в ВВП. Другими словами, инвестирование средств в научно-исследовательский сектор экономики и инновации во многом предопределяет повышение уровня человеческого развития государства, что в совокупности ведет к росту его (государства) инновационного развития. В связи с чем особое внимание должно уделяться повышению качественного уровня ЧК посредством целевого финансирования, что возможно при условии создания эффективной системы

управления.

Так, для повышения эффективности проводимой экономической политики в Беларуси необходимо систематически проводить анализ динамики качественного уровня ЧК, выстраивать рейтинг отраслей и отдельных предприятий внутри отрасли по обеспеченности качественными человеческими ресурсами, постоянно оценивать эффективность проводимых инвестиционных мероприятий в работников как на уровне государства, так и отдельно взятого домашнего хозяйства.

Сегодня множество ученых исследуют различные аспекты ЧК: определяют, уточняют экономическое содержание, рассматривают в рамках различных концепций управления персоналом и кадрами. Становление инновационной экономики, обозначившее необходимость развития инновационных подходов в управлении, а также выявленные и изложенные выше взаимосвязи и закономерности развития, обусловили потребность в разработке новой концепции управления ЧК, которая бы отвечала современным требованиям. Поэтому вопросы выявления экономической сущности понятия «человеческий капитал», его оценки, разработки инструментов управления, в том числе финансового, особенно важны и актуальны на данном этапе экономического развития.

10.4. Человеческий капитал как фактор инновационного развития экономики в Республике Беларусь

Человеческий капитал на мировом уровне признан важнейшим элементом национального богатства и фактором экономического роста. Обеспечение экономического роста, поддержание его темпов на стабильном и оптимальном уровне является одной из важнейших стратегических целей экономической политики страны. Главенствующее значение человеческих знаний, способностей, умений в формировании дохода, предопределило необходимость рассмотрения ЧК (наряду с реальным капиталом) в качестве важнейшего фактора производства. В современной экономической теории соотношение факторов производства и их отдача изучаются в рамках производственной функции, субституциональности и комплементарности, предельной нормы технологического замещения и предельной доходности. Представители различных экономических школ сходятся в том, что для оптимального процесса производства необходимо эффективное взаимодействие всех факторов производства и отсутствие хотя бы одного из них делает процесс производства неосуществимым.

Факторы производства – труд, земля и в дальнейшем капитал – были предметом исследования различных ученых всех времен. Их состав вызывал научные дискуссии ученых различных направлений. В этой связи актуальной проблемой является систематизация существующих взглядов, позволяющая определить состав факторов производства (табл. 10.2).

**Основные подходы к определению состава факторов
производства**

Научная школа	Представитель	Сущность подхода
1	2	3
Физиократы	Ф. Кенэ, Ж. Тюрго, В. Мирабо	Выделяли два фактора производства, а именно: труд и капитал, земля же отождествлялась с капиталом
Французская классическая школа политэкономии	Ж.-Б. Сэй	Выделил основные три фактора производства: <ul style="list-style-type: none"> • труд; • земля; • капитал. Отмечал в своей работе «Трактат политической экономии», что «стоимость определяется действием таких факторов, как труд, земля и капитал»
Английская классическая школа политэкономии	У. Петти, А. Смит, Д. Рикардо	Придерживались идеи наличия трех факторов производства
Родоначальник экономической научной школы «политэкономия пролетариата»	К. Маркс	Выделял две группы факторов: личный фактор (рабочая сила) и вещественный фактор (средства производства), который в свою очередь состоит из средств труда и предметов труда. Отмечал, что «личный и вещественный факторы образуют сложную систему взаимодействия, эффективность которой определяется технологией и организацией производства. При этом технология выражает взаимодействие между главными факторами производства. Она предполагает использование разнообразных методов обработки, изменения свойств, формы, состояния предметов труда»
Неоклассическая школа	А. Маршалл (кембриджская школа)	Был согласен с мнением классиков о выделении труда, земли и капитала как факторов производства. Первым обозначил важность выделения в составе факторов производства предпринимательской способности
	Й. Шумпетер (австрийская школа)	Ученому принадлежит первое описание всех особенностей предпринимательской способности как фактора производства
	Э. Бем-Баверк (австрийская школа)	Выделял два фактора производства – природу и труд

1	2	3
	Дж. Б. Кларк (американская школа)	Признавал лишь два фактора производства – труд и капитал
Институционализм	Д. Белл, Д. Гэлбрейт, М. Кастельс, Т. Стюарт, Т. Стоуньер, Ч. Хэнди	Придерживались классического подхода в определении состава факторов производства: труд, земля, капитал, и добавляли четвертый фактор – информацию

Источник: собственная разработка на основе изучения специальной экономической литературы.

Таким образом, состав факторов производства первоначально исследовался в работах Ж.-Б. Сэя, Д. Рикардо и А. Смита, которые придерживались идеи наличия следующих факторов: труд, земля, капитал. Согласно марксистской теории в качестве факторов производства выделялись личный (рабочая сила) и вещественный факторы (средства производства) [12]. Представители неоклассического направления в экономической науке в лице А. Маршалла и его последователей К.Р. Макконелла, С.Л. Брю, Р.Х. Франка, Д.Н. Хаймана разделяли мнение ученых классической школы о существовании трех основных факторов производства. Однако они расширили состав факторов производства, включив в него предпринимательскую способность. Вместе с тем такой представитель американской неоклассической школы, как Дж.Б. Кларк, отвергал позицию включения земли в состав фактором производства. Он рассматривал ее исключительно как разновидность капитала. Необходимо обозначить значительный вклад в развитие теории выделения предпринимательской способности в составе факторов производства австрийского ученого Й. Шумпетера, который первым наиболее полно раскрыл особенности предпринимательских способностей как фактора производства.

Анализ подходов различных ученых к составу факторов производства показал, что представители всех научных школ включали в состав факторов производства труд и капитал, тем самым подтверждая их значимость.

Дальнейший анализ содержания и состава факторов производства был связан с построением производственной функции, рассмотренной в работах таких ученых, как Р. Дорфман, Ч. Кобб, П. Дуглас, А. Уолтер. Анализ количественной величины труда и капитала можно встретить в работах Р. Харрода, Е. Домара, Р. Солоу, В. Леонтьева, П. Самуэльсона. Научные изыскания вышеназванных ученых послужили основой формирования моделей экономического роста экономик промышленно-развитых стран XX в.

В конце 80-х гг. XX столетия назрел вопрос о качественном совершенствовании факторов производства, ведь научно-технический прогресс не мог не оказывать на них влияния. Безусловно, он привел к изменениям содержания и характера труда. В сложившихся условиях требовались более квалифицированные работники, появилась необходимость увеличения времени на их профессиональную подготовку, нацеленную на повышение

производительности и интенсивности труда. В это время возросла роль как информации, так и научного знания, что не могло не повлиять на содержание и состав факторов производства и их развитие в новых условиях.

Рассмотрим современный подход к определению состава факторов производства (табл. 10.3).

Таблица 10.3

Основные современные подходы к определению состава факторов производства

Автор	Сущность подхода
Б. Райзберг, Л. Лозовский, Е. Стародубцева	Под факторами производства понимаются «используемые в производстве ресурсы, от которых зависят количество, качество, объем выпускаемой продукции». В их состав включаются земля, труд, капитал и предпринимательская активность или предпринимательские способности
А.Б. Борисов	К числу факторов производства относятся земля, труд, капитал и предпринимательская активность, которые называются первичными
В.Г. Золотогоров	Под факторами производства понимаются «основные компоненты, используемые в процессе производства продукции (работ, услуг)». В их число включается труд, земля, природные ресурсы, на которые направлено действие труда в сочетании с капиталом (или предметы труда), и капитал (средства труда)
А.Н. Азрилиян	Определяются факторы производства как элементы, необходимые для выпуска товаров и услуг. Более того, факторы производства группируются им на первичные (средства производства, материалы, труд, а также их комбинации как дополнительный фактор производства) и вторичные
Д.У. Пирс	Факторами производства называются «ресурсы общества, используемые в процессе производства. Они подразделяются на три основные группы – землю, труд, капитал, но могут также включать и предпринимательство»
К. Пасс, Б. Лоуз, Л. Дэвис	Под факторами производства понимаются «ресурсы, используемые фирмой в качестве факторов расхода в производстве товаров и услуг. Основные производственные факторы – природные ресурсы, труд и капитал»
Р.М. Нуреев	Факторы производства – «элементы, используемые для производства экономических благ». К важнейшим из них относятся земля, труд, капитал (в том числе и его организация), предпринимательские способности и информация
А.И. Добрынин	Под факторами производства понимается элемент или объект, оказывающий решающее воздействие на возможность и результативность производства
В.И. Семенов	Факторами производства считаются основные производственные составляющие

Источник: собственная разработка на основе изучения специальной экономической литературы.

Таким образом, в современной экономической теории главенствующая

роль закрепились за такими факторами производства, как труд, земля, капитал и предпринимательская способность. Проанализировав основные подходы к экономическому содержанию факторов производства, и учитывая, что все факторы поставляются их собственниками – домохозяйствами, следует вывод: какой бы спорной не была теория факторов производства, ключевой фигурой экономики является человек с его накопленными знаниями и умениями, которые он применяет в процессе своего труда.

Кроме того, человек – обладатель своеобразного капитала, способного приносить доход как ему самому, так и способствует росту дохода нанимателя, в чьей деятельности участвует носитель ЧК. Из основных определений факторов производства следует, что они неразрывно связаны между собой, так как использование одного без другого не будет эффективным. Вместе с тем до сегодняшнего времени остаются нерешенными вопросы объективной оценки степени участия всех факторов производства в финансово-хозяйственной деятельности субъекта экономики и, как результат, справедливого участия человеческого капитала в распределении и перераспределении полученной прибыли.

Исследовав экономическое содержание, основы концепции человеческого капитала, основные подходы к сущности факторов производства, а также опираясь на результаты проведенных исследований, можно сделать вывод, что в контексте теории факторов производства исследуемую категорию (человеческий капитал) обуславливают два фактора: труд и предпринимательская способность. Наглядно данное утверждение представим в следующем виде (рис. 10.5).

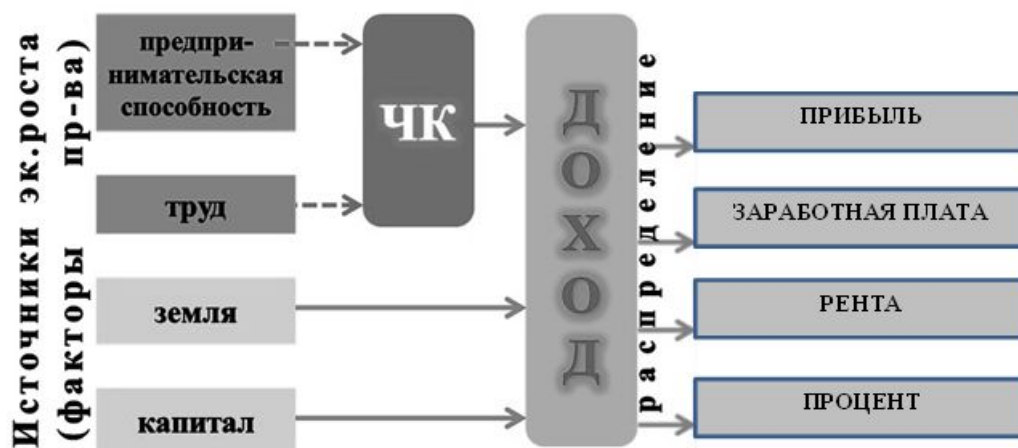


Рис. 10.5. Место человеческого капитала в составе факторов производства

Необходимо отметить, что на современном этапе экономического развития общества все большую значимость в составе национального богатства приобретает ЧК. Это обусловлено в первую очередь тем, что развитие современной экономики во многом зависит от

высокотехнологичного производства, базирующегося на инновационных технологиях, и предопределяемо составом трудовых производственных ресурсов с соответствующими навыками и умениями. Наличие и дальнейшее развитие этих качеств у работников во многом зависит от размера инвестиций в них, поэтому ЧК составляет в постиндустриальной экономике основу национального богатства. В подтверждении этого умозаключения рассмотрим состав и структуру национального богатства мира в 2011 г. (табл. 10.4).

Половина всего национального богатства мира сосредоточена в странах, относящихся к так называемой «Большой семерке», и в странах, входящих в состав Европейского союза (ЕС). Причем большая его часть приходится именно на ЧК. Необходимо заметить, что в странах СНГ сосредоточено более 14% всего национального богатства мира, к тому же здесь достаточно высокий показатель национального богатства на душу населения. Данный факт обусловлен высокой стоимостью природного капитала в составе национального богатства страны при объемах ЧК, составляющего 11% всего человеческого капитала мира.

Рассмотрим структуру национального богатства более подробно в разрезе различных стран (табл. 10.5).

Таблица 10.5

Структура национального богатства в начале XXI в.

Страна	Общий размер национального богатства	Человеческий капитал		Физический капитал		Природный капитал	
	трлн. долл.	трлн долл.	% от общего НБ	трлн долл.	% от общего НБ	трлн долл.	% от общего НБ
Израиль	330,966	278,892	84,3	47,232	14,3	4,843	1,5
Япония	18,951	8,921	47,1	6,017	31,8	4,013	21,2
США	741,142	627,246	84,6	100,075	13,5	13,822	1,9
Швеция	636,283	528,122	83	92,488	14,5	15,673	2,5
Латвия	125,264	94,658	75,6	23,26	18,6	7,346	5,9
Литва	136,044	108,764	79,9	21,265	15,6	6,014	4,4
Польша	139,355	109,935	78,9	20,526	14,7	8,894	6,4
Беларусь	48,203	32,42	67,3	9,812	20,4	5,972	12,4
Казахстан	55,06	38,704	70,3	9,44	17,1	6,916	12,6
Украина	29,633	15,485	52,3	7,25	24,5	6,899	23,3
Россия	73,393	24,364	33,2	17,712	24,1	31,317	42,7

Источник: собственная разработка на основании данных отчета «Changing Wealth of Nations» Всемирного банка.

Национальное богатство мира в 2011 г.

Страна	Национальное богатство			В том числе по видам капитала								
	всего		на душу населения	Человеческий			Природный			Физический		
	трлн долл.	% от мирового	тыс. долл.	трлн долл.	% от мирового ЧК	% от мирового национального богатства	трлн долл.	% от мирового природного капитала	% от мирового национального богатства	трлн. долл.	%от мирового физическо-го капитала	% от мирового национального богатства
Мировой,	550,0	100,0	90,0	365,0	100,0	66,4	90,0	100,0	16,4	95,0	100,0	17,3
в том числе Страны «Большой семерки» и ЕС	275,0	50,0	360,0	215,0	58,9	39,1	10,0	11,1	1,8	50,0	52,6	9,1
Страны ОПЕК	95,0	17,3	195,0	45,0	12,3	8,2	35,0	38,9	6,4	15,0	15,8	2,7
Страны СНГ	80,0	14,6	275,0	40,0	11,0	7,3	30,0	33,3	5,5	10,0	10,5	1,8
Прочие страны	100,0	18,2	30,0	65,0	17,8	11,8	15,0	16,7	2,7	20,0	21,1	3,6

Источник: собственная разработка на основании данных отчета «Changing Wealth of Nations» Всемирного банка.

Более информативный характер носят показатели национального богатства на душу населения (табл. 10.6).

Международные сопоставления показывают, что различные регионы и страны отличаются по структуре национального богатства на душу населения, в том числе по величине ЧК. Так, страны Северной Америки и Западной Европы, являющиеся преимущественно промышленно-развитыми, имеют наибольшую долю ЧК в структуре национального богатства на душу населения в сравнении с другими странами. Кроме того, в указанных регионах мира человеческий капитал превалирует над физическим и природным в структуре национального богатства. Вместе с тем достаточно высокий уровень ЧК на душу населения присущ странам Тихоокеанского региона, в котором сосредоточены новые индустриальные страны. Важно отметить, что Республика Беларусь обладает высокой долей ЧК в структуре национального богатства на душу населения.

Признание ЧК важнейшим фактором производства, вбирающим факторы «труд» и «предпринимательская способность» и во многом определяющим экономический рост, позволит в дальнейшем обосновать долю приращенного ВВП, обусловленную им. Для чего в первую очередь проследим становление теории экономического роста.

Таблица 10.6

Мировая структура национального богатства на душу населения по регионам в 2011 г.

Страна	Национальное богатство на душу населения						
	богатство в целом	человеческий капитал		физический капитал		природный капитал	
	долл.	долл.	%	долл.	%	долл.	%
Северная Америка	325274	247892	76,2	61953	19,1	15429	4,7
Тихоокеанские страны ОЭСР	302389	205156	67,8	89786	29,7	7447	2,5
Западная Европа	236164	175570	74,3	54990	23,3	5604	2,4
Ближний Восток	146243	55898	38,2	27304	18,7	63041	43,1
Россия	400000	204000	51	176000	44	52000	13
Трансформационные экономики, в том числе Беларусь	62500	30530	48,8	22256	35,6	9714	15,5
	14729	8160	55,4	3387	23,0	1579	10,7

Источник: собственная разработка на основании данных отчета «Changing Wealth of Nations» Всемирного банка.

Важное значение в изучении сущности экономического роста представляет теория экономического развития австрийского и американского экономиста Й. Шумпетера, в которой он впервые в истории экономической мысли ввел понятие экономического роста, инновации и абсолютно по-новому рассмотрел значение предпринимателя с точки зрения экономического роста. Ученый Й. Шумпетер выдвинул концепцию цикличности как закономерности

экономического роста и пришел к выводу, что движущей силой развития являются инвестиции, которые при наличии накопленного высококачественного ЧК способствуют разработке и внедрению новых технологий в производство. Что подтверждает сделанный нами вывод в разделе 10.3 о тесной взаимосвязи инвестиций в НИОКР с человеческим развитием, обеспечивающим инновационное развитие национальной экономики. В центре внимания Й. Шумпетера находятся проблемы динамического развития рыночной системы, факторы, которые обеспечивают прогресс и экономический рост. Он «впервые стал изучать экономическую динамику в противовес статическому анализу представителей неоклассического направления». Другими словами, еще в первой половине XX в. была обоснована особая главенствующая роль новаторского, творческого подхода предпринимателей в достижении экономического роста.

Вместе с тем для достижения стабильно высокого экономического роста необходимо обеспечить эффективность использования всех имеющихся факторов. Так, выдающийся английский ученый-экономист, ученик основателя Кембриджской школы А. Маршалла Дж. Кейнс доказал, что «система рыночных экономических отношений отнюдь не является совершенной и саморегулируемой, максимально возможную занятость и экономический рост может обеспечить только активное вмешательство государства. Итогом своего исследования Кейнс считал теорию государственного регулирования экономических процессов». Так, эффективность государственного регулирования, по мнению Дж. Кейнса, зависит, в том числе от изыскания средств под государственные инвестиции. Он доказал, что рост инвестиций влияет на рост национального дохода и занятость населения, эту взаимосвязь необходимо рассматривать как целесообразный экономический эффект, получивший название эффект мультипликатора – «увеличение инвестиций приводит к увеличению национального дохода общества, причем на величину большую, чем первоначальный рост инвестиций».

Однако необходимо отметить, что экономический рост будет стабильным, в том числе при условии обеспечения высокоэффективной инвестиционной политики, ориентированной на поддержку научного сектора. Этим подтверждается высокая значимость одной из поставленных задач настоящего исследования: разработка инструментария финансового управления воспроизводством ЧК, обеспечивающего повышение эффективности инвестиций в человеческий капитал – важнейший фактор экономического роста.

Обеспечить эффективность инвестиционной политики можно лишь при условии выявления фактора экономического роста, максимально предопределяющего его. В связи с чем особый интерес представляют исследования, в которых раскрывается проблема измерения степени участия того или иного фактора в создаваемом доходе. Как было изложено выше, соотношение факторов производства и их отдача изучаются с помощью производственной функции.

Впервые данная функция была предложена К. Уикселлом. В 1928 г. ее апробировали Ч. Кобб и П. Дуглас в работе «A Theory of Production». В своей работе они эмпирическим путем определили влияние затрачиваемого капитала и труда на объем выпускаемой продукции в обрабатывающей промышленности США.

Американские ученые предложили одну из наиболее известных разновидностей производственной функции, имеющей название функции Кобба – Дугласа, в которой труд и капитал являются субститутами.

Общий вид функции Кобба – Дугласа:

$$Q = A \cdot L^{\alpha} \cdot K^{\beta}, \quad (10.16)$$

где Q – объем производства;

L – труд;

K – капитал;

A – технологический коэффициент;

α – коэффициент эластичности по труду;

β – коэффициент эластичности по капиталу.

При условии постоянной отдачи от масштаба производства сумма долей α и β по теореме Эйлера равна 1, ($\alpha + \beta = 1$), тогда функция Кобба – Дугласа может быть представлена в виде

$$Q = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{1-\alpha}. \quad (10.17)$$

Такая производственная функция позволяет охарактеризовать уровень совокупного выпуска Q посредством затраченного капитала K и труда L – основных факторов производства. На микроуровне производственная функция иллюстрирует взаимозависимость комбинаций факторов производства и максимально достижимый объем выпускаемой продукции. Ученые эмпирическим путем определили параметры производственной функции для США, где $Y = 1,01 \cdot K^{0,25} \cdot L^{0,75}$. Другими словами, при увеличении труда на 1% и неизменном объеме физического капитала уровень производства повысится на 0,75%; при увеличении физического капитала на 1% и неизменном количестве труда – на 0,25%.

Производственная функция есть экономико-математическое выражение зависимости результатов производственной деятельности от обусловивших эти результаты показателей-факторов. В общем виде производственная функция записывается следующим образом:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (10.18)$$

где Y – объем выпуска продукции;

x_n – факторы производства.

Выше приведенная производственная функция Кобба – Дугласа стала

основой модели факторного анализа источников экономического роста, разработанной известным американским ученым Р. Солоу. Он, помимо капитала и труда, ввел еще один фактор – уровень развития технологий. Экономист Р. Солоу сделал вывод, что «изменение технологий приведет к одинаковому увеличению предельного продукта капитала и труда. Тем самым, ученый подтвердил, что прирост выпуска продукции пропорционально зависит от прироста технологий, прироста основного капитала и прироста вложенного труда.

Необходимо заметить, что в общем виде объем национального выпуска Y является функцией трех факторов производства: труда L , капитала K , земли N]:

$$Y = f(L, K, N). \quad (10.19)$$

Однако фактор земли в модели Солоу был опущен ввиду малой эффективности в экономических системах, характеризующихся высоким технологическим уровнем, и поэтому объем выпуска зависит от трудовых и производственных факторов:

$$Y = f(L, K). \quad (10.20)$$

Как мы видим, в данном случае производственная функция – двухфакторная производственная функция, характеризующая зависимость между максимально возможным объемом выпуска и количествами применяемых ресурсов труда и капитала.

Производственная функция Кобба – Дугласа, Алена и функция Солоу с успехом применялись на практике для решения различных задач как на макро-, так и на микроуровне. Так, например, работы западных авторов М. Брауна, И. Хедди, Дж. Диллона, Г. Тинтера и других посвящены анализу экономики на основе производственной функции Кобба – Дугласа. В их трудах изложены решения задач как уровня отдельных отраслей, так и уровня предприятий (организаций).

Другим ученым, исследовавшим вопросы экономического роста, стал Р. Лукас. Он считается одним из родоначальников новой теории экономического роста наряду с П. Ромером. На основании своих работ ими была разработана модель, получившая название Лукаса – Ромера. В соответствии с данной моделью рост капиталовложений в НИОКР и инвестиции в ЧК признаны основными факторами экономического роста. На основании данной модели можно сделать вывод о том, что «экономика, располагающая ресурсами человеческого капитала и развитой наукой, имеет в долгосрочной перспективе лучшие шансы роста, чем экономика, лишенная этих преимуществ».

В разработанной ими модели экономического роста производственная функция имеет следующий вид:

$$X(t) = K(t)^\alpha [uh(t)L(t)]^{1-\alpha} [h(t)]^\Psi \quad (10.21)$$

где u – доля затрат труда на создание ЧК;
 $h(t)$ – запас ЧК в момент времени t ;
 Ψ – параметр, учитывающий экстерналии.

Вместе с тем, Р. Лукас рассматривал процесс увеличения качественного уровня ЧК, довольно в узком смысле. По мнению ученого, лишь образование является тем фактором, который способствует увеличению человеческого капитала. Модель Лукаса углубляет мысль об образовании человеческого капитала. Она в первую очередь обозначает важность ЧК как фактора, накопление которого на основании определенного объема образования может стать источником не только постоянного экономического роста, но и технологического прогресса.

Кроме того, классической моделью экономического роста с учетом ЧК является модель Мэнкью – Ромера – Вейла (МРВ). Данная модель, принимая за основу модель Солоу, рассматривает экономику с агрегированным выпуском $Y(t)$, задаваемым производственной функцией от труда $L(t)$, капитала $K(t)$ и человеческого капитала $H(t)$:

$$Y(t) = K(t)^\alpha \cdot H(t)^\beta \cdot [A(t)L(t)]^{1-\alpha-\beta}, \quad (10.22)$$

где $A(t)$ характеризует уровень технологии и изменяется во времени с заданным темпом;

α – вклад увеличения капитала в изменение выпуска ($0 < \alpha$);

β – доля ЧК в росте выпуска ($\beta < 1$).

Используя гносеологический подход и вывод, что в контексте теории факторов производства исследуемую категорию (человеческий капитал) обуславливают два фактора (труд и предпринимательская способность), можно вывести зависимость ВВП от обозначенных факторов экономического роста. Тогда, формула производственной функции с учетом ЧК будет иметь следующий вид:

$$Y = K^\alpha \cdot H^{1-\alpha}, \quad (10.23)$$

где H – человеческий капитал.

Таким образом, обосновав, что изменение валового внутреннего продукта происходит благодаря изменению одного из двух факторов, целесообразно будет применить в эмпирических исследованиях показатель эластичности. Он характеризует изменение зависимой величины (Y) в процентах, при изменении независимой величины (либо K – капитал, либо H – человеческий капитал) на 1%. Главный вопрос, возникающий при анализе этой зависимости, – насколько резко изменится объем ВВП при том или ином изменении количества используемых факторов. Следовательно, обозначим коэффициент дуговой

эластичности – α . В данном случае целесообразно использовать эластичность по дуге, а не точечную, так как эластичность постоянна только в рамках логарифмической (или степенной) модели зависимости. Во многих случаях (в том числе и для линейной модели зависимости) эластичность в разных точках отличается, что характерно для нашего случая. Другими словами, точечная эластичность указывает степень зависимости функции от аргумента в конкретный момент времени, нами же исследуются временные интервалы, т. е. переход от одной точки к другой. В условиях дуговой эластичности прослеживается следующая зависимость:

$$\alpha_{Y(H,K)} = \frac{\Delta Y/Y_1}{\Delta(H,K)/H_1, K_1} \quad (10.24)$$

Как было обосновано выше, на макроуровне инвестиции в НИОКР со стороны государства, а также инвестиционная активность могут привести к увеличению экономического роста и качественного уровня ЧК государства.

Проанализируем степень зависимости величины изменения ВВП от изменения принятых нами факторов на примере Республики Беларусь.

Исходными данными для расчета являлись:

- ВВП (в млн долл. США);
- потребление основного капитала (в млн долл. США);
- основной капитал, определенный по остаточной стоимости (млн долл. США);
- инфляция, дефлятор ВВП (% годовых).

К тому же были рассчитаны:

- реальный ВВП (ВВП в сопоставимых ценах), который позволяет оценить изменение физического объема выпуска за анализируемый период времени. Для этого номинальный ВВП по годам был скорректирован на индекс цен, в нашем случае на дефлятор, который учитывает изменение цен как на предметы потребления, так и изменение цен на инвестиционные товары;

- абсолютное изменение реального ВВП анализируемого периода с учетом реального ВВП предыдущего к рассматриваемому периоду года;

- основной капитал, скорректированный на индекс цен (дефлятор).

Данный показатель в рамках формулы (10.23) примем за K ;

- изменение реальной остаточной стоимости основного капитала анализируемого периода с учетом реальной остаточной стоимости основного капитала предыдущего к рассматриваемому периоду года.

Промежуточные расчеты представим в табл. 10.7.

**Основные показатели развития экономики Республики
Беларусь за 2005-2011 гг.**

Показатель	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
ВВП, млн долл.	30 210	36 962	45 276	60 763	49 271	55 221	55 136
Потребление основного капитала	3116,5	3917,3	4926	6864,4	5431,5	6111,1	6111,1
Основной капитал (остаточная стоимость), млн долл.	27 094	33 045	40 350	53 899	43 840	49 110	49 025
Инфляция, дефлятор ВВП	18,9	10,8	12,8	21,2	5,7	11,1	58,4
Дефлятор	-	1,108	1,128	1,212	1,057	1,111	1,584
ВВП с учетом дефлятора, млн долл.	30 210	33359,2	36225,9	40113,2	30772,7	31043,0	19567,7
Изменение ВВП	-	0,10	0,09	0,11	-0,23	0,01	-0,37
Основной капитал с учетом дефлятора, млн долл.	27 094	29 823,7	35 771,3	44 470,8	41 475,4	44 203,3	30 950,1
Изменение остаточной стоимости основного капитала	-	0,10	0,20	0,24	-0,07	0,07	-0,30

Источник: собственная разработка на основе данных Всемирного банка.

На основании данных представленных в табл. 10.7, а также с учетом трансформированной производственной функции, включающей ЧК (формула (10.23)), мы сможем определить для Республики Беларусь:

- степень зависимости величины изменения ВВП от изменения остаточной стоимости основного капитала, которая будет равна коэффициенту эластичности по капиталу (α). Данный показатель будет определен на основании рассчитанных в табл. 10.7 реального ВВП анализируемого периода и реальной остаточной стоимости основного капитала анализируемого периода.

- степень зависимости величины изменения ВВП от изменения человеческого капитала ($1 - \alpha$). Данный показатель будет определен для элемента H в рамках производственной функции (по формуле (10.23) и степени зависимости величины изменения ВВП от изменения остаточной стоимости основного капитала (α).

Рассчитанные данные представим в табл. 10.8.

Полученные данные свидетельствуют о следующем: приращение объема ВВП более чем на 90% зависит от изменения ЧК. Следуя выводам Кобба – Дугласа, можно прийти к заключению – более чем 90% приращенного объема ВВП обусловлено изменением ЧК. Тем самым в очередной раз подтверждается актуальность проводимых исследований, в которых ЧК представлен важнейшим фактором экономического роста.

Определение степени зависимости величины изменения ВВП от изменения рассматриваемых факторов для Республики Беларусь за 2005-2011 гг.

Показатель	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Степень зависимости величины изменения ВВП от изменения остаточной стоимости основного капитала (α)	-	0,111	0,087	0,097	-0,217	0,006	-0,305
Степень зависимости величины изменения ВВП от изменения человеческого капитала ($1 - \alpha$)	-	0,889	0,913	0,903	1,217	0,994	1,305
Степень зависимости величины изменения ВВП от изменения человеческого капитала по данным РБ*		0,93	0,93	0,92	1,03	0,94	0,97

Примечание: * – расчеты сделаны на основании отчетов Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Источник: собственная разработка на основе данных Всемирного банка.

Проведем сравнительный анализ степени зависимости величины изменения ВВП от изменения рассматриваемых факторов, рассчитанных для Республики Беларусь с показателями других стран для определения общемировой тенденции участия ЧК в формировании приращенного ВВП. В рамках проводимого анализа для точного сравнения будем опираться на отчетность Всемирного банка. Приведем динамику степени зависимости величины изменения ВВП от изменения ЧК в ряде анализируемых стран.

На основании рассчитанных данных можно сделать вывод о том, что степень зависимости величины изменения ВВП от изменения ЧК высока не только в Республике Беларусь, но и в других анализируемых странах. Таким образом, приращение объема ВВП в большей степени зависит от ЧК, а в меньшей степени на него влияет остаточная стоимость основного капитала. Необходимо заметить, что в высокоразвитых странах, таких как США, Франция, Швеция, Израиль степень влияния ЧК на приращение ВВП ниже, однако довольно высока – 70-80%. Тогда как в странах постсоветского пространства и СНГ, таких как Россия, Украина, Казахстан данный показатель находится на уровне 90% и более. Полученная информация свидетельствует о том, что человек с присущими ему навыками, знаниями и умениями является центральной и ключевой фигурой в формировании приращенного ВВП всех стран.

Для большей наглядности представим динамику степени зависимости величины изменения ВВП от изменения ЧК в виде рис. 10.6.

Как видно из рис. 10.6 в анализируемом периоде прослеживаются скачкообразные колебания участия ЧК в приращении ВВП во всех рассматриваемых странах. Особое внимание обращает на себя 2009 г., когда данный показатель был чрезвычайно высоким во всех странах независимо от

уровня экономического развития. Во многом эти изменения были связаны с кризисными явлениями в мировой экономике, снижением темпов производства. Другими словами отсутствие приращения ВВП было вызвано неэффективным использованием имеющихся капиталов.

В 2010 г. происходит резкое снижение участия ЧК работников в приращении ВВП, однако в 2011 г. вновь наблюдается увеличение значимости человека. Во многом такие скачкообразные колебания можно объяснить тем, что во время кризисов в экономике замедляются процессы производства и внедрения новых инновационных продуктов, и, как следствие, обновление основного капитала. Вместе с тем процесс приращения ВВП практически полностью зависит от изменения ЧК.

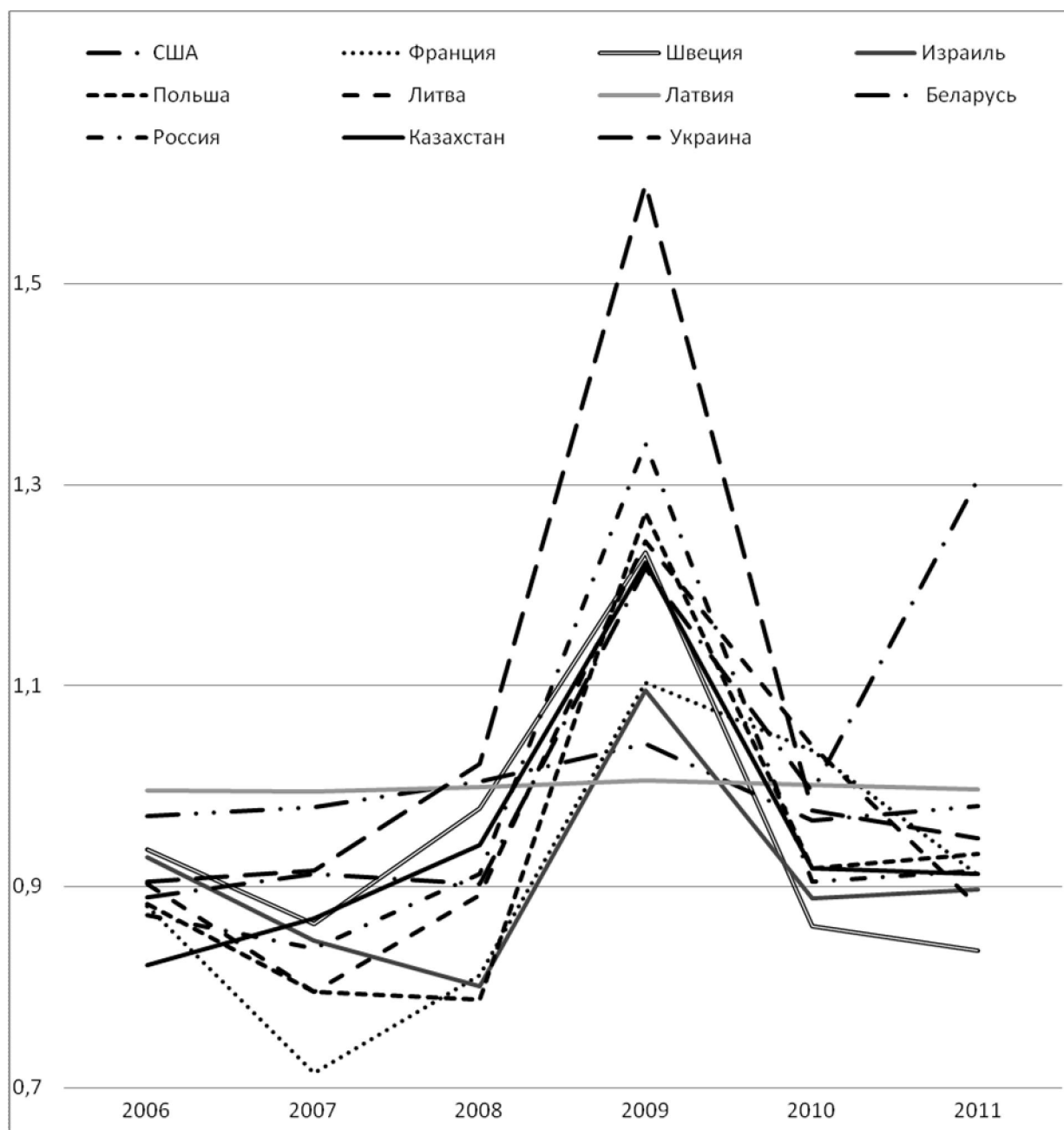


Рис. 10.6. Степень зависимости величины изменения ВВП от изменения человеческого капитала, 2006-2011 гг.

Приращение ВВП свидетельствует об экономическом росте, тогда улучшение качеств ЧК работников, путем инвестирования дополнительных средств в его приращение, во многом поспособствует поддержанию высокого уровня экономического развития общества. Изложенное свидетельствует о необходимости систематизации имеющихся знаний и приращении новых в отношении важнейшего фактора экономического роста: выявление новых характерных признаков, формирование эффективной системы управления в новой области знаний, позволяющей решать важнейшие задачи как на макро-, так и на микроуровне.

Таким образом, определяющую роль в развитии государства в целом и становлении инновационной экономики в частности играет человеческий капитал. Национальное богатство общества зависит от характера занятий людей, их способности к труду, а эффективность развития экономики современных государств в наибольшей степени обусловлена средствами, вкладываемыми в человеческий ресурс. В настоящее время человеческий фактор необходимо рассматривать как объект инвестиций, в связи с чем необходимо систематически проводить анализ динамики качественного уровня человеческого капитала, выстраивать рейтинг отраслей и отдельных предприятий внутри отрасли по обеспеченности качественными человеческими ресурсами, постоянно оценивать эффективность проводимых инвестиционных мероприятий в работников как на уровне государства, так и отдельно взятого домашнего хозяйства. Кроме того, учитывая, что человеческий капитал принимает непосредственное участие в формировании инноваций, был выявлен следующий факт: процесс создания инновации в первую очередь обеспечивается на основе накопленного запаса навыков, знаний и способностей создателей инновации.

Становление инновационной экономики, обозначившее необходимость развития инновационных подходов в управлении, а также выявленные взаимосвязи и закономерности развития обусловили потребность в разработке новой концепции управления человеческим капиталом, которая бы отвечала современным требованиям.

На основе проведенного исследования генезиса категорий «человеческий капитал», «интеллектуальный капитал», «человеческий потенциал» было аргументировано доказано, что: а) в условиях становления экономики знаний человеческий капитал как составная часть интеллектуального капитала занимает главенствующее место, во многом предопределяя все структурные элементы интеллектуального капитала; б) человеческий капитал формируется и растет за счет инвестиций в него; в) человеческий капитал есть часть задействованного в ПХД имеющегося потенциала; г) важнейшим фактором роста человеческого капитала является повышение образования его носителя; д) человек – обладатель своеобразного капитала, способного приносить доход как ему самому, так и нанимателю, в чьей деятельности участвует носитель человеческого капитала.

По результатам исследования экономического содержания и основы

концепции человеческого капитала, а также опираясь на сущностные характеристики факторов производства, сделан вывод, что в контексте теории факторов производства исследуемую категорию (человеческий капитал) обуславливают два фактора: труд и предпринимательская способность. Это позволило изучить отдачу от человеческого капитала в рамках производственной функции, субституциональности и комплементарности, предельной нормы технологического замещения и предельной доходности.

Опираясь на производственную функцию Кобба – Дугласа, а также на концептуальные основы теории экономического роста в целом и классическую модель экономического роста с учетом человеческого капитала Мэнкью – Ромера – Вейла, были определены для Республики Беларусь и других стран: а) степень зависимости величины изменения ВВП от изменения остаточной стоимости основного капитала, б) степень зависимости величины изменения ВВП от изменения человеческого капитала. Полученные данные свидетельствуют о следующем: приращение объема ВВП более чем на 90% зависит от изменения человеческого капитала.

Другими словами, человеческий капитал есть важнейший фактор производства и экономического роста.

В целях формирования эффективной инновационной экономики особое внимание следует уделять исследованиям, позволяющим обеспечить должное управление важнейшим фактором экономического роста – человеческим капиталом, что, в свою очередь, свидетельствует о необходимости систематизации имеющихся знаний и приращении новых в отношении исследуемой категории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров, Г.А. Курсом интенсификации / Г.А. Александров. – М.: Экономика, 1998. – 158 с.
2. Альтернативная энергетика // ООО «Медиана ПМ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energohost.net/biogaz.htm>.
3. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: підручник / О. Адаменко [та ін.]. – Івано-Франківськ: Полум'я, 2000. – 255 с.
4. Андреев, В.А. Интенсификация общественного производства в свете институциональной теории / В.А. Андреев, К.В. Павлов // Общество и экономика. – 2006. – № 6. – С. 152-162.
5. Баадер, В. Биогаз: теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер / пер. с нем. и предисловие М.И. Серебряного. – М.: Колос, 1982. – 148 с.
6. Беём-Баверк, Э. Основы теории ценности хозяйственных благ / Э. Беём-Баверк. – СПб.: Прибой, 1929.
7. Беларусь и страны мира / Информ.-аналитический центр при Администрации Президента Респ. Беларусь; ред. кол.: О.В. Пролесковский, С.П. Кравцов, А.Б. Чещевик. – Минск: Белорусский Дом печати, 2010. – 144 с.
8. Биогаз: доходный путь решения проблемы отходов // LANDCO SA. Люксембург, 2013. – 26 с.
9. Биогазовые микротурбинные электростанции. Энергоэффективные технологии утилизации отходов // ВРС GROUP power system. – М., 2015. – 41 с.
10. Біогазові установки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ukrbukva.net/page,3,84028-Biogazovye-ustanovki.html>. – Дата доступа: 01.09.2016.
11. Богатырева, В.В. Человеческий капитал, инвестиции и инновации: фундаментальный и прикладной аспекты исследования взаимосвязи / Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D: Экономические и юридические науки. 2015. № 5. С.94-97.
12. Богатырева, В.В. Финансовое управление воспроизводством человеческого капитала в инновационной экономике: теория, методология, моделирование. Новополоцк: Изд-во ПГУ, 2013. - 400 с.
13. Бурджалов, Ф.Э. Экономическая роль социальной деятельности государства / Ф.Э. Бурджалов. – М.: ИМЭМО РАН, 2009. – 251 с.
14. В 2011 году Беларусь потратила на науку 2,34 трлн рублей // Новости Минска. – Минск, 2012. – [Электронный ресурс]. – 2002. – Режим доступа: <http://nmn.by/news/3694.html>. – Дата доступа: 21.12.2012.
15. В Новоград-Волынском общественность поддержала биогазовый проект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biowatt.com.ua/novosti/v-novograd-volynskom-obshhestvennost-podderzhala-biogazovyj-proekt/>. – Дата доступа: 30.08.2016.
16. Выборочное обследование домашних хозяйств // Нац. стат. комитет

- Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – [Электронный ресурс]. – 2002. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/house.php>. – Дата доступа: 01.12.2011.
17. Гавриш, В.І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика: Монографія / В.І. Гавриш. – Миколаїв: МДАУ, 2007. – 283 с.
18. Гавриш, В.І. Основи теорії розрахунку мобільних енергетичних засобів: навч. посіб. / В.І. Гавриш, О.В. Бондаренко. – Миколаїв: МДАУ, 2011. – 284 с.
19. Гавриш, В.І. Еколого-економічна ефективність мобільних енергетичних засобів з електричним приводом / В.І. Гавриш, В.С. Ніценко // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – К.: НУХТ. – 2014. – Том 20. № 4. – С. 96-104.
20. Гвайделл, Узйр А. Возобновляемые источники энергии / Узйр А. Гвайделл. – М.: Энергоиздат, 1990. – 392 с.
21. Гелбрейт, Дж. Новое индустриальное общество / Дж. Гелбрейт. – М.: Прогресс, 1969. – 480 с.
22. Гольтяпин, В.Я. Новые направления использования электрической энергии на тракторах / В.Я. Гольтяпин // Аграрна техніка та обладнання. – 2012. – №4. – С. 18-19.
23. Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2011 – 2015 годы: утв. Постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 26 мая 2011 г., № 669 // Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. – Минск, 2010. [Электронный ресурс]. – 2002. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=C21100669&p2={NRPA}>. – Дата доступа: 01.12.2011.
24. Гулбрандсен, Т.Х. Энергоэффективность и энергетический менеджмент: учеб.-метод. пособ. / Т.Х. Гулбрандсен, Л.П. Падалко, В.Л. Червинский. – Минск: БГАТУ, 2010. – 240 с.
25. Гурдин, К. Рыбная война в сумеречной зоне / К. Гурдин [Электронный ресурс]. – 2 марта 2011. – Режим доступа: <http://www.argument.ru/top theme/n278/>. – Дата доступа: 06.06.2015.
26. Дев'яткіна, С.С. Альтернативні джерела енергії: навч. посіб. / С.С. Дев'яткіна, Т.Ю. Шкварницька. – К.: НАУ, 2006. – 92 с.
27. Девянин, С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – Харьков: Новое слово, 2007. – 452 с.
28. Дмитерко, В.М. Біогазові установки під українські реалії. Впровадження на базі агрохолдингу Авангард / В.М. Дмитерко // UkrLandFarming. – К., 2012. – 15 с.
29. Добров, А.П. Формирование вертикально интегрированных структур в промышленности России / А.П. Добров // Регион: экономика и социология. – 2004. – № 2. – С.17-26.
30. Досвід впровадження біогазових установок у світі і в Україні [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.novaecologia.org/voecos->

1704-1.html. – Дата доступа: 12.07.2016.

31. Economy professor Evsey Domar. – [Electronic resource]. – 1991. – Mode of access: <http://www.economyprofessor.com/theorists/evseydomar.php>. – Date of access: 14.09.2012.

32. Ерохов, В.И. Газодизельные автомобили (конструкция, расчет, эксплуатация): Учеб. пособ. / В.И. Ерохов, А.Л. Карунин. – М.: Изд-во «Граф-Пресс», 2005. – 560 с.

33. Ерохов, В.И. Оценка экологической безопасности современных транспортных средств / В.И. Ерохов, А.В. Николаенко // Транспорт на альтернативном топливе. – 2009. – №1. – С. 66-70.

34. Золотогоров, В.Г. Экономика: Энциклопедический словарь / В.Г. Золотогоров. – 2-е изд., стереотип. – Минск: Книжный дом, 2004. – 720 с.

35. Инновационная экономика // Свободная энциклопедия «Википедия» [Электронный ресурс]. – 2001. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Инновационная_экономика. – Дата доступа: 01.12.2011.

36. Исследование INSEAD: Глобальный индекс инноваций 2014 года // Центр гуманитарных технологий «Гуманитарные технологии и развитие человека». Экспертно-аналитический портал. – М., 2015. – [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа <http://gtmarket.ru/news/2014/07/18/6841>. – Дата доступа: 14.09.2016.

37. Истомин, А.В. Региональные эколого-экономические системы: проблемы, методы исследования, тенденции развития / А.В. Истомин, К.В. Павлов, В.С. Селин. – Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН, 2009. – 188 с.

38. Калетнік, Г.М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України: Навч. посіб. / Г.М. Калетнік, В.М. Пришляк. – Вінниця: Енозіс, 2008. – 192 с.

39. Кейнс, Дж.М. Избранные произведения / Дж.М. Кейнс. – М.: Экономика, 1993. – 514 с.

40. Кларк, Дж. Распределение богатства / Дж. Кларк, Отд-ние экономики АН СССР; перевод с англ. А. Бесчинского, Д. Страшунского; науч. ред.: А.А. Белых, А.В. Полетаев. – М.: Экономика, 1992. – 447 с.

41. Ковалев, А.А. Технологические линии утилизации отходов животноводства в биогаз и удобрения / А.А. Ковалев, А.Н. Кожевникова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 241 с.

42. Корнейчук, Б.В. Человеческий капитал во временном измерении / Б.В. Корнейчук. – СПб.: СПбГПУ, 2003. – 91 с.

43. Корчемний, М.С. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М.С. Корчемний, В.С. Федорейко, В.В. Щербань. – Тернопіль: Підручники та посібники, 2001. – 984 с.

44. Краснов, И.Ю. Формирование следящей системы управления темпом производства по локальному критерию / И.Ю. Краснов. – Томск: Томс. гос. ун-т, 2003.

45. Ксеневиц, И.П. Механические трансмиссии с бесступенчатым

регулированием передаточных чисел между смежными ступенями коробки передач / И.П. Ксенович // Мобильная техника. – 2004. – № 1. – С. 21-29.

46. Ксенович, И.П. Идеология проектирования электромеханических систем для гибридной мобильной техники / И.П. Ксенович, Д.Б. Изосимов // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. – № 2. – С. 12-20.

47. Кучерук, П. Обзор биогазовых проектов в Украине и перспективы их развития / П. Кучерук // Семинар «Практические аспекты получения и использования биогаза в Украине. Немецко-украинский диалог по вопросам биогаза» (26 сентября 2013 г., Киев, Украина). – К., 2013. – 17 с.

48. Литовска Modus energija планирует строительство нескольких биогазовых проектов в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biowatt.com.ua/novosti/litovska-modus-energija-planiruet-stroitelstvo-neskolkih-biogazovyh-proektov-v-belarusi/>. – Дата доступа: 23.06.2016.

49. Лутохина, Э.А. Креативная трудология: начала инноватики / Э.А. Лутохина. – Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2008. – 253 с.

50. Лютко, В.Н. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В.Н. Лютко, В.Н. Луканин, А.С. Хачиян. – М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. – 311 с.

51. Макаренко, М. Удосконалення тракторних трансмісій / М. Макаренко // The Ukrainian Farmer. – 2011. – лютий. – С. 86-88.

52. Маркс, К. Капитал. В 3 т. Т.1: Процесс производства капитала / К. Маркс. – М.: Политиздат, 1983. – 556 с.

53. Мартинов, А.В. Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії: Навч. посіб. / А.В. Мартинов, О.Б. Неженцев, М.О. Шевченко. – Луганськ, 2003. – 129 с.

54. Маршалл, А. Принципы политической экономии. В 3 т. Т. 1 / А. Маршалл. – М.: Прогресс, 1983. – 415 с.

55. Матвеев, Ю.Б. Биогазовые технологии как средство достижения энергетической независимости Украины / Ю.Б. Матвеев // Биоэнергетическая ассоциация Украины; НТЦ Биомасса. – К., 2015. – 34 с.

56. Менеджмент альтернативних палив: навч. посіб. / [Г.Є. Мазнеєв, В.І. Гавриш, О.О. Красноручський, В.С. Ніценко, С.О. Заїка]; за ред. проф. В.І. Гавриша і проф. Г.Є. Мазнева; Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: Вид-во «Міськдрук», 2016. – 188 с.

57. Мнацаканян, О.С. Перспективы развития геологоразведочных работ на шельфе арктических морей / О.С. Мнацаканян, А.Г. Столбов, М.А. Орлов // Морской сборник. – 2008. – № 6. – С. 56-62.

58. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 г., утв. 27.07.2002, № Пр.-1387 // Морской сборник. 2002. № 9. – С. 73-94.

59. Назаров, В.И. Экономическая оценка нефтегазового потенциала арктического шельфа России / В.И. Назаров, Л.В. Калист // НефтеГазПромышленность. – 2007. – № 6(26). – С. 27-30.

60. Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь / Информ.-

аналитический центр при Администрации Президента Респ. Беларусь; отв. за вып.: О.А. Довнар. – Минск: Белорусский Дом печати, 2012. – 151 с.

61. Национальные экономические интересы и тенденции развития морских перевозок углеводородных ресурсов в Арктике / Под ред. профессора В.С.Селина. – Апатиты: КНЦ РАН, 2009. – 163 с.

62. Нуреев, Р.М. Экономика развития: модели становления рыночной экономики: учеб. / Р.М. Нуреев. – 2-е изд., переработ. и доп. – М.: Норма, 2008. – 639 с.

63. О производстве биогаза // Народный блоггер [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://blogger.com.ua/2009/o-производстве-биогаза/>. – Дата доступа: 18.08.2016.

64. О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2010 года и за период 2006 – 2010 годов: аналитический докл. / под ред. И.В. Войтова, А.М. Русецкого. – Минск: ГУ «БелИСА», 2011. – 200 с.

65. Обобщение и анализ материалов работы Арктической морской транспортной системы России / Под ред. Плаксия В.Я. – М.: Союзморниипроект, 2007. – 87 с.

66. Основные показатели социально-экономического положения субъектов Российской Федерации в 2007, 2008, 2009 и 2010 гг. // Российская газета от 14.03.2008, 13.03.2009, 12.03.2010 и 16.03.2011.

67. Павлов, К.В. Интенсификация экономики в условиях неопределённости рыночной среды / К.В. Павлов. – М.: Магистр, 2007. – 271 с.

68. Павлов, К.В. Региональные эколого-экономические процессы / К.В. Павлов. – М.: Магистр, 2009. – 351 с.

69. Павлов, К.В. Управление экономикой в условиях воспроизводственных диспропорций / К.В. Павлов // Общество и экономика. – 2002. – № 3-4. – С.62-71.

70. Парсаданов, И.В. Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия / И.В. Парсаданов. – Харьков: Изд-во Харьковского политехнического института, 2003. – 244 с.

71. Пасс, К. Словарь по экономике / К. Пасс, Б. Лоуз, Л. Дэвис; перевод с англ. под ред. П.А. Ватника. – СПб.: Экон. шк., 1998. – 750 с.

72. Перебийніс, В.І. Енергетичний менеджмент / В.І. Перебийніс. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2004. – 232 с.

73. Петти, У. Экономические и статистические работы / У. Петти. – М.: Соцэкгиз, 1940. – 324 с.

74. Пилясов А.Н. Арктическое Средиземноморье: предпосылки формирования нового макрорегиона / А.Н. Пилясов // ЭКО. – №12. – 2010. – С.54-75.

75. Пирс, Д.У. Словарь современной экономической теории / Д.У. Пирс. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 608 с.

76. Пол Майкл Ромер // Свободная энциклопедия «Википедия» [Электронный ресурс]. – 2001. – Режим доступа:

http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%EE%EC%E5%F0%2C_%CF%EE%EB. – Дата доступа: 01.12.2011.

77. Помыткин, С. ФосАгро диверсифицирует бизнес / С. Помыткин // Профиль. – 2006. – № 36. – С. 64-67

78. Потенциал производства биогаза в Украине [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.biowatt.com.ua/analitika/potentsial-proizvodstva-biogaza-v-ukraine/>. – Дата доступа: 08.08.2016.

79. Праховник, А.В. Энергетичний менеджмент: Навч. посіб. / А.В. Праховник, В.П. Розен, О.В. Розумовський [та ін.]. – К.: Київська нотна ф-ка, 1999. – 184 с.

80. Проект Концепции Государственной программы инновационного развития на 2011 – 2015 гг. : одобр. протоколом заседания Президиума Совета Министров Респ. Беларусь от 21 апр. 2010 г. № 11. – Минск, 2010. – 261 с.

81. Развитие экономического потенциала северных регионов России / Под научной редакцией профессора В.С. Селина, профессора К.В. Павлова и доцента Е.П. Башмаковой. – Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН, 2011. – 201 с.

82. Райзберг, Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 480 с.

83. Региональная экономика: новые подходы / под. ред. Л.А. Козлова, И.А. Ильина и др. – М.: Наука, 1993. – 286с.

84. Рикардо, Д. Сочинения / Д. Рикардо. – М.: Госполитиздат, 1955. – 360 с.

85. Родюков, А.С. Улучшение инвестиционного климата как фактор активизации инновационных процессов региона / А.С. Родюков // Научно-инновационная политика в регионах Беларуси: материалы респ. науч.-практ. конф., Гродно, 19-20 окт. 2005 г. / ГрГУ им. Я. Купалы. – Минск: ГУ «БелИСА», 2005. – 100 с.

86. РФ может не хватить доказательств для обоснования заявки на шельф. 24 марта 2011. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rian.ru/arctic_news/20110324/357564093.html. – Дата доступа: 21.05.2012.

87. Савенок, Э.А. Человеческий капитал и инновационный потенциал национальной экономики / Э.А. Савенок. // Актуальные проблемы современной экономической науки: межрегион. университетская науч.-практ. конф. – Ярославль, 2011. – [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <http://a-economist.narod.ru/section3/2008-2009/savenok.htm>. – Дата доступа: 04.12.2012.

88. Северный экономический район: проблемы, тенденции, перспективы развития / под ред. Г.П. Лузина. – СПб.: Наука, 1992. – 346с.

89. Селин, И.В. Диверсификация промышленной политики горно-химической корпорации / И.В. Селин, В.А. Цукерман // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – № 1. – С.124-130.

90. Семенов, В.М. Экономика предприятия / В.М. Семенов. – М.: Центр экономики и маркетинга, 1998. – 312 с.

91. Смит, А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А. Смит. – М.: Соцэкгиз, 1962. – 473 с.

92. Состояние развития биогазовых технологий, рекомендации к улучшению нормативно-правового поля для их развития в Украине на основе опыта Германии и Европейского Союза / Г. Гелетуха, П. Кучерук, Ю. Матвеев, Л. Матиюк, Д. Науменко, А. Станев. – Киев-Гюльцов: Специальное агентство по возобновляемым ресурсам (FNR), 2013. – 72 с.
93. Социальные цели развития регионов (формирование и механизм реализации) / под ред. С.В. Кузнецова. – СПб.: Изд-во СПб ГУАП, 2004. – 319с.
94. Схема биогазовой установки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bitecobiogas.com/biogazovye-ustanovki/>. – Дата доступа: 12.09.2016.
95. Сэй, Ж.-Б. Трактат по политической экономии / Жан-Батист Сэй. – М.: Дело, 2000. – 229 с.
96. Тарасевич, Л.С. Микроэкономика / Л.С. Тарасевич, П.И. Гребенников, А.И. Леусский. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт-Издат, 2006. – 374 с.
97. Третяк, В. Энергоефективний трактор / В. Третяк // The Ukrainian Farmer. – 2013. – Лютий. – С. 94-96.
98. Украине – новый зерновоз от ПАО «АвтоКрАЗ» // Аграрна техніка та обладнання. – 2012. – №4. – С. 58-59.
99. Уминський, С.М. Альтернативні палива з біомаси: монографія / С.М. Уминський, В.П. Чучуй, С.В. Інютін; Одеський держ. аграрний ун-т. – Одеса: ТЕС, 2014. – 375 с
100. Установки биогазовые для коммунального хозяйства [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://business-guide.com.ua/products/unit?pid=181195>. – Дата доступа: 18.09.2016.
101. Федоров, Н.М. Модернизация промышленной и торговой политики горно-химической корпорации. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Н.М. Федоров. – Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН, 2005. – 22 с.
102. Флоренцев, С.Н. Серебряная медаль сельскохозяйственной выставки AGRITECHNICA-2009 – трактору с электромеханической трансмиссией переменного тока / С.Н. Флоренцев, Д.Б. Изосимов, Л.Н. Макаров // Электротехника. – 2010. – № 1. – С. 43-49.
103. Храброва, И.А. Корпоративное управление: вопросы интеграции / И.А. Храброва. – М.: Альпина Паблишер, 2007. – 244 с.
104. Чесноков, И. Лицом к Арктике / И. Чесноков // Мурманский вестник. – 2008. – 7 декабря.
105. Шараев, Ю.В. Теория экономического роста / Ю.В. Шараев. – М.: ГУ ВШЭ, 2006. – 254 с.
106. Шимов, В.Н. Человеческий потенциал Беларуси: экономические вызовы и социальные ответы / В.Н. Шимов. // Официальный сайт Программы развития Организации Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – 2005. Режим доступа: <http://un.by/ru/undp/nhdr/2003/shimov/>. – Дата доступа: 16.08.2011.
107. Штокман – приоритетный проект освоения Арктики // Север промышленный. – 2010. – № 5(35). – С.17.

108. Шумпетер, Й. Теория экономического развития / Й. Шумпетер – М.: Прогресс. 1982. – 455 с.
109. Экономика и менеджмент альтернативных топлив: отечественный и зарубежный опыт: монография / Под научной редакцией д.э.н., профессора В.И. Гавриша, д.э.н., доцента В.С. Ниценка, д.э.н., профессора К.В. Павлова, к.э.н., доцента И.З. Юсупова. – Ижевск: Шелест, 2016. – 187 с.
110. Экономическая теория / под ред. А.И. Добрынина, Л.С. Тарасевича. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 544 с.
111. Юшко, П.Н. Освоение морских месторождений углеводородов Арктики и энергетическая безопасность России / П.Н. Юшко // В кн. «Геополитические и экономические факторы формирования морской стратегии в российской Арктике». – Апатиты: КНЦ РАН, 2007. – С.114-125.
112. Veunk, H. Stepless changing with diesel-electric power / H. Veunk // Profi International. – 1999. – № 12. – P. 28-30.
113. Changing Wealth of Nations. Всемирный банк [Electronic resource]. – 2010. – Mode of access: <http://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=GII-Home>. – Date of access: 14.09.2012.
114. Cobb, Ch. Notes on Massachusetts Manufacturing / Ch. Cobb // American Economic Review. – 1939. – Vol. 11. – P. 112-156.
115. Cobb, Ch. Theory of Production / Ch. Cobb, P. Douglas // American Economic Review. – 1928. – Vol. 18. – P. 139-165.
116. Dorfman, R. An Economic Interpretation of Optimal Control Theory / R. Dorfman // American Economic Review. – 1969. – Vol. 59. – P. 817-831.
117. Flint, J. Preliminary Market Analysis for a New Hybrid Electric Farm Tractor / J. Flint, D. Zhang, P. Xu // International Conference on Global Economy, Commerce and Service Science (GECSS 2014). – P. 98-102.
118. Gajendra, Babu M.K. Alternative Transportation Fuels / Babu M.K. Gajendra, K.A. Subramanian. – CRC PressTaylor & Francis Group, 2013. – 434 p.
119. Götz, M. Elektrification of a tractor and implement / M. Götz, A.M. Müller, M. Abele // The ZF project ElecTra.Land.Technik. – AgEng, 2011. – P.15-20.
120. Granovskii, M. Economic and environmental comparison of conventional, hybrid, electric and hydrogen fuel cell vehicles / M. Granovskii, I. Dincer, M. Rosen // Journal of Power Sources. – 2006. – #159(2). – P. 1186-1193.
121. Guide for Decision Makers – Policy guide on biogas injection into the natural gas grid/GreenGasGreedsWP 2/D 2.3, April 2013.
122. Harrod, R.F. Towards a Dynamic Economics. Some Recent Developments of Economic Theory and Their Application to Policy / R.F. Harrod. – New York: St. Martins, 1956.
123. Human Development Reports // United Nations Development Programme. – The Human Development Report Office, 2012. – [Electronic resource]. – 1991. – Mode of access: http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2011_RU_Complete.pdf. – Date of access: 05.02.2012.

124. Mousazadeh, H. Life-cycle assessment of a solar assist plug-in hybrid electric tractor (sapht) in comparison with a conventional tractor / H. Mousazadeh, A. Keyhani, H. Mobli, K. Abrinia // *Energy Conversion and Management*. – 2011. – #52(3). – P. 1700-1710.
125. Prankl, H. Multi-Functional PTO Generator for Mobile Electric Power Supply of Agricultural Machinery / H. Prankl, M. Nadlinger, F. Demmelmayr, M. Schrödl, T. Colle, G. Kalteis // *Land.Technik AgEng*, 2011. – P. 7-13.
126. Samuelson, P.A. *Economics: An Introductory Analysis* // P.A. Samuelson. – New York: McGraw-Hill. – 1948.
127. Solow, R.M. *The Economic of Resources and the Resources of Economics* / R.M. Solow // *American Economic Review, Paper and Proceeding*. – New York: McGraw-Hill. – 1974.
128. Spiegel, Colleen. *Designing and Building Fuel Cells* / Colleen Spiegel. – New York: McGraw-Hill, 2007. – 422 p.
129. Stewart, T. Brainpower: how intellectual capital is becoming America's most valuable asset / T. Stewart. – New York: Fortune. – 1991. – № 3. – P. 44 – 60.
130. *The Global Innovation Index* // Cornell INSEAD WIPO. – Johnson Cornell University, 2014. – [Electronic resource]. – 2015. – Mode of access: <http://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=GII-Home>. – Date of access: 14.09.2016.
131. Walkowicz, K. *Coca-Cola Refreshments Class 8 Diesel Electric Hybrid Tractor Evaluation: 13-Month Final Report* / K. Walkowicz, M. Lammert, P. Curran // *Technical Report, NREL/TP-5400-53502*. – August 2012. –48 p.
132. Xu, P. Chinese consumers' willingness to pay for green- and eco-labeled seafood / P. Xu, Y. Zeng, Q. Fong, T. Lone, Y. Liu // *Food Control*. – 2012. – #28(1). – P. 74-82.

Сведения об авторах монографии

Богатырева Валентина Васильевна

Сведения об одном из авторов монографии

Гавриш Валерий Иванович



**Профессор кафедры тракторов и сельскохозяйственных машин,
эксплуатации и технического сервиса Николаевского национального
аграрного университета, доктор экономических наук, профессор,
г. Николаев, Украина**

Сведения об одном из авторов монографии

Ниценко Виталий Сергеевич



**Профессор кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита
Одесского национального университета имени И.И. Мечникова,
доктор экономических наук, доцент,
г. Одесса, Украина**

Сведения об одном из авторов монографии

Павлов Константин Викторович



Профессор кафедры экономики и управления Ижевского филиала Российского университета кооперации, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки Удмуртской Республики. Действительный член Русского географического общества, а также академик 4-х общественных академий: Российской академии социальных наук; Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ); Академии труда и занятости и Академии экономических наук Украины. По решению Европалаты ЕС от 27.11.2015 награжден дипломом и Европейской золотой медалью за 2015 г., в Золотом рейтинге академической активности и популярности экономистов России занял 22-ое место (январь, 2016г.), г. Ижевск, РФ

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Авторы:

Доктор экономических наук, профессор

Валентина Васильевна Богатырева;

Доктор экономических наук, профессор

Валерий Иванович Гавриш;

Доктор экономических наук, доцент

Виталий Сергеевич Ниценко;

Доктор экономических наук, профессор

Константин Викторович Павлов

**АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ:
ЭКОНОМИКО – УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА**

МОНОГРАФИЯ