ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ (УНИВЕРСИТЕТ) МИНИСТЕРСТВА
ИНОСТРАННЫХ ДЕЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

На правах рукописи

Василев Стефан

ЭКОНОМИКА ВТОРИЧНЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ (ВВИЭ) В ЕС (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БОЛГАРИЯ)

Специальность 08.00.14 – Мировая экономика

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:

д.э.н., профессор
Жизнин Станислав Захарович

Москва – 2021 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМАТИКЕ ВВИЭ 18
1.1 Определение, виды и место ВВИЭ в системе энергоисточников 18
1.2 Проблемы ВВИЭ в экономических теориях 36
1.3 ВВИЭ в условиях межтопливной конкуренции 43
1.4 ВВИЭ и устойчивое развитие 49
Выводы по первой главе 55
ГЛАВА 2. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВНЕДРЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВВИЭ В ЕВРОПЕЙСКОМ СОЮЗЕ 57
2.1 Организация, технология и экономика использования ВВИЭ 57
2.2 Система стимулирования внедрения и использования ВВИЭ в ЕС 74
2.3 Экономические и социально-экономические аспекты внедрения и использования ВВИЭ 84
Выводы по второй главе 88
ГЛАВА 3. ЭКОНОМИКА ВВИЭ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БОЛГАРИИ И ВОЗМОЖНОСТИ СОТРУДНИЧЕСТВА В ЭТОЙ ОБЛАСТИ С РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИЕЙ 90
3.1 Общие подходы энергетической политики Республики Болгария к применению ВВИЭ 90
3.2 Наиболее подходящие и перспективные технологии использования ВВИЭ в условиях Республики Болгарии 97
3.3 Возможности стимулирования развития и внедрения ВВИЭ в Республике Болгария 103
3.4 Значение внедрения ВВИЭ для экологической и энергетической безопасности Республики Болгария 107
3.5 Возможности и перспективы сотрудничества Российской Федерации и Республики Болгария в области ВВИЭ 108

Выводы по третьей главе 111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 113
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 118
ПРИЛОЖЕНИЯ 133
Приложение 1. Усредненная морфология ТКО и возможности их использования 133
Приложение 2. Сравнение конструкций обычного инсинератора твердых бытовых отходов (ТБО) и газификатора отходов 134
Приложение 3. Соотношение цена/готовность к применению отдельных технологий использования ВВИЭ 135
Приложение 4. Динамика торговли отходами в ЕС – 2004-2019 гг. 136
Приложение 5. Сравнительный анализ ВИЭ с традиционными источниками энергии по основным экономическим показателям и перспективам развтия 137
Приложение 6. Выборка решения КЕВР по установлению стимулов и преференциальных цен на ВИЭ 140
Приложение 7. Проект Распоряжения Правительства РФ и Проект Стратегии долгосрочного развития РФ с низким уровнем парниковых газов до 2050 г. 144
Приложение 8. “Зеленая сделка” ЕС. Инфографика: Основные положения 152
Приложение 9. Концепция финансирования “Зеленой сделки” ЕС 153

Список обозначений и сокращений	
Kw/h/Квт/ч	Единица измерения, киловатт в час = 10^3Вт/ч
Mw/h/ Мвт/ч	Единица измерения, мегаватт в час = 10^3 Квт/ч
Tw/h	Единица измерения, тераватт в час = 10^6 Квт/ч
Mtoe	Единица измерения энергии, миллион тонн нефтяного эквивалента. 1 toe = 10 Гкал (гигакалориям)
MWe, t	Единица измерения, миллион ватт электрической энергии, тепла
CAPEX/OPEX	Capital expenses / operational expenses (капитальные затраты / операционные расходы
EEA	European Energy Agency / Европейское энергетическое агентство
EUROSTAT	European Union Office for Statistics / Бюро Европейского союза по Статистике
IAEA	International Atomic Energy Agency / Международное агентство по атомной энергии
IRENA	International Renewable EnergyAgency / Международное агентство по возобновляемой энергии
LCOE	Levelized Costs of Energy / Нормированная стоимость электроэнергии
PVs	Photovoltaics / Фотовольтаики
RES	Renewable Energy Sources / Возобновляемые источники энергии
SDG	Sustainable Development Goals /Цели устойчивого развития
SRES	Secondary Renewable Energy Sources / Вторичные возобновляемые источники энергии
UN	UnitedNations /Организация Объединенных Наций
UNDESA	United Nations Department for Economic and Social Affairs / Департамент ООН по экономическим и социальным вопросам
UNGA	United Nations General Asssembly / Генеральная Ассамблея ООН
G-8	Group of 8 /Группа восьми
OECD	Organization for Economic Co-operation and Developments / Организация экономического сотрудничества и развития
FiT	Feed-in-Tariff / Льготный тариф
FiP	Feed-in-Premium / Льготные премии
RDF	Refused-Derived-Fuel / Горючее из отходов
CCS	Carbon Captureand Storage / Улавливание и хранение углерода
DAC	Direct Air Capture / Прямой захват воздуха
W-t-E	Waste-to-Energy / Отходы в Энергию
EU	European Union / Европейский союз
EFTA	European Free Trade Association / Европейская ассоциация свободной торговли
АУЭР	Агентство по устойчивому энергетическому развитию Республики Болгария
АЭС	Атомная электростанция
ВВИЭ	Вторичные возобновляемые источники энергии
ВИЭ	Возобновляемые источники энергии
ЕС	Европейский союз
КЭВР	Комиссия по электричеству и водному регулированию Республики Болгария

ЛЭП	Линия электропередачи
МЭА	Международное энергетическое агентство
МОСВ	Министерство вод и окружающей среды Республики Болгария
МЭк	Министерство экономики Республики Болгария
МЭн	Министерство энергетики Республики Болгария
НИОКР	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
О-в-Э	Отходы в Энергию
ООН	Организация Объединенных Наций
РКИК ООН	Рамочная Конвенция ООН об изменении климата
СПГ	Сжиженный природный газ
СУГ	Сжиженный углеродный газ
ТБО	Твердые бытовые отходы
ТКО	Твердые коммунальные отходы
ТТО	Твердо-топливные отходы
ТЭС	Тепловая электростанция
ЦУР	Цели устойчивого развития
ЭЗЦ	Экономика замкнутого цикла
ЭНО	Экономика ноль отходов
ЭОС	Экономика окружающей среды
ЭЭ	Экологическая экономика

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Изменение климата и охрана окружающей среды в последние годы стали одними из самых обсуждаемых и противоречивых тем в мире. Стремительно нарастающее количество предложений и спроса продуктов и услуг в мире неизменно повлекло за собой и значительное увеличение спроса на энергию.

Общее потребление энергии в мире за период 1990-2018 гг. возросло с 8 461 Mtoe до 13 978 Mtoe или почти 1,65 раз. При этом в В 2019 г. на фоне замедления темпов экономического роста затормозился и рост энергопотребления в мире (+0,6 %) по сравнению со средней динамикой в +2 %/год в 2000–2018 гг.[1]. Потребление электрической энергии выросло с 10 135 до 22 964TW/ч, то есть, в 2,266 раза. Замедление экономического роста и более умеренные температуры в 2019 г., соответственно, привели к показателям в (+0,7 %) по сравнению со средней динамикой в +3 %/год в 2000–2018 гг.[2]. Тренд роста однако в целом сохранился.

Тенденция экстенсивного увеличения потребления энергии оказалось в прямом противоречии с прогрессирующим уменьшением запасов легко извлекаемых традиционных источников энергии. Возросшая добыча и использование этих источников, усилили негативные последствия для окружающей среды, в т.ч., из-за значительно возросшего количества вредных выбросов (CO_2, метан, и пр.) в атмосферу.

Особой критики заслуживает использование угля, на который, согласно данным Международного энергетического агентства (МЭА), в 2013 г. приходилось 41% мирового производства электроэнергии и 29% всей энергодобычи[3]. Несмотря на широкое разпространение других источников, эта тенденция сохраняется, и доля использования угля к 2019 г. даже немного в

[1]URL:https://yearbook.enerdata.ru/total-energy/world-consumption-statistics.html
[2]URL:https://yearbook.enerdata.ru/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html
[3]МЭА,Часто задаваемые вопросы. Режим доступа: https://www.iea.org/about/faqs/coal

общем показала тенденцию увеличения, главным образом, в Китае, хотя в секторе производства электроэнергии в мире наблюдается небольшое снижение[4].

Чтобы уменьшить эти последствия, были разработаны разного рода политики и мероприятия, направленные на продвижение концепции устойчивого развития, а также ограничительные меры в международном и национальных масштабах, касающихся прежде всего выбросов.

Вступление в силу известного Киотского протокола в качестве дополнительного документа к "Рамочной конвенции ООН об изменении климата 1992 года" (РКИК ООН), является самым ярким примером этой деятельности по масштабам и географическому охвату.

Другая сторона этих политик заключается в стимулировании создания и использовании новых технологий, которые должны удоволетворять нарастающие энергетические нужды, не нанося при этом непоправимого экологического и природного ущерба, а имеющие ярко выраженную тенденцию постепенного вытеснения традиционных ископаемых энергоносителей.

Среди этих технологий лидером являются возобновляемые источники энергии (ВИЭ), которые за последние 20 лет успели занять самостоятельное устойчивое и растущее место в мировом энергобалансе. Только солнечная и ветровая энергия наряду с другими ВИЭ, к 2020 г. достигли 10% долю в мировом балансе производства электроэнергии[5].

Как отмечалось выше, общепризнанно, что использование угля, нефти и других ископаемых источников наносят непоправимый или труднопоправимый ущерб окружающей среде. Но некоторые „зеленые" или альтернативные источники энергии также не всегда являются беспроблемными. Это, в определенной степени, относится и к ядерной энергетике, особенно с точки зрения рисков радиационного загрязнения.

На фоне поиска энергетического баланса, позволяющего удовлетворять стремительно нарастающие нужды в энергии и сохранении природы, нерешенным

[4]URL:http://peakoilbarrel.com/world-coal-2018-2050-world-energy-annual-report-part-4
[5]URL:https://yearbook.enerdata.ru/renewables/wind-solar-share-electricity-production.html

остается ключевой вопрос, связанный с результатами деятельности человека – это резко нарастающее количество разных видов отходов.

В мире ежедневно “производится” их колоссальное количество. По данным Мирового Банка за 2010 г. только объемы твердых бытовых отходов (ТБО) составляли 1,3 миллиарда тонн (млрд. т). К 2025 г. ожидается, что эта цифра возрастет до 2,2 млрд т (в расчете на урбанизированное население)[6,7].

Отходы, в свою очередь, имеют огромный энергетический потенциал, где из 1 кг ТБО можно извлечь тепловой и/или электроэнергии от 300 до 1500 ватт и более. Таким образом, правильное использование отходов, содержащих ВВИЭ, могут играть очень важную роль не только в получении “зеленой” энергии, но и сделать безопасной и природо-сообразной их утилизацию.

Кластер “отходы-в-энергию” (О-в-Э, Waste-to-Energy – W-t-E) давно занял самостоятельное место в мировой экономике и муниципальном управлении. Он постоянно соперничает с сектором рециклирования в рамках программ и способов управления отходами. В ряде случаях рециклирование намного целесообразнее и выгоднее утилизации, а потому все больше поощряется. В то же время даже обычные ТБО не подлежат 100%-му рециклированию.

ТБО являются значительной частью всех отходов, но кроме них, есть и огромные количества других – сельскохозяйственных и промышленных, сточно-бытовых вод (илов и др.) и т.д.

Простое гниение органических отходов на свалках приводит к выделению метана, который, по разным оценкам, примерно в 22-25 раз вреднее выбросов CO_2 в тех же количествах. Часть свалок устроены так, чтобы метан улавливался и использовался как источник энергии, но их пока недостаточно, а сам метод не слишком эффективен.

Неправильная утилизация опасных отходов, в т.ч. медицинских и био-опасных, иногда превышает ущерб даже традиционных ископаемых источников энергии в сравнимых объемах.

---

[6]URL:https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388

[7]URL:https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/Chap3.pdf

Отдельной строкой стоят и другие побочные продукты и явления, которые сами по себе не являются отходами в чистом виде. Здесь можно перечислить, например, выделяемое тепло, доменный газ, избыточное давление, механическое движение, т.е. то, что не участвует непосредственно в выработке энергии из первичных источников.

Хотя нет официально принятого универсального определения для описываемых ресурсов и их классификации (в отличие от ВИЭ), некоторые теоретики и практики называют их вторичными возобновляемыми источниками энергии (ВВИЭ).

Всё больше внимания уделяется разработке методов безопасного преобразования отходов в чистую энергию, экономии ресурсов через энергоэффективность (т.е. уменьшение потребления первичных источников) и использование водорода, а также других газов Однако экономика всех этих прогрессивных технологий изучена пока недостаточно.

Степень научной разработанности проблемы можно охарактеризовать как относительно слабую, и только в отдельных областях доходящую до средней (главным образом в области отходы-в-энергию). Комплексно проблема пока не рассматривалась. Частично причины этого кроятся в отсутствии единого определения ВВИЭ и достаточной и точной информации и статистики по ВВИЭ, приоритетах ВИЭ, неясности четкого разделения систем взаимосвязаности проблематик ВИЭ, ВВИЭ, отходы-в-энергию, и т.д.. Лишь в последние несколько лет ситуация начала постепенно меняться.

Обзор литературы. При подготовке работы были использованы несколько групп документов, данных и публикаций.

Первая группа охватывает труды ученых и практиков, например, академика В.Е. Фортова, члена-корреспондента РАН, профессора д.техн.наук В.И. Салыгина, профессора д.экон.наук С.З. Жизнина, профессора, д.техн.наук В.В. Бушуева, профессора д.экон.наук С.Н. Бобылева, доц. д.экон.наук А.В. Шевелевой, А.Е Копылова, Jeffrey D. Sachs, Nick Hanley, Jason F. Shogren, Shere J., Moya, D.,

Mukherjee A., Fuglsang, K., Pedersen N., John W. Sheffield**,** Stehlik, P., Magdalena Ziolo, Bruno S., Е. Серафимова, В. Петкова и др.

Вторая группа представлена документами международных организаций (ООН, Мирового банка, МЭА), специализированных (МАГАТЭ, IRENA, EUROSOLAR, OECD), официальными документами Европейского союза (ЕС) и Республики Болгария.

Третья группа касается опыта практической работы, приобретенного автором в качестве руководителя компании Quantum Solutions Ltd. (www.quantumsolutions.bg), которая является разработчиком технологий и оборудования переработки органических отходов в энергию, а также голландской Waste4ME B.V. (www.waste4me.com), прямым пользователем этих технологий.

Цель исследования

Основной целью работы является проведение комплексного и детального изучения основных аспектов экономики ВВИЭ в теоретическом и практическом планах. Это включает рассмотрение сути ВВИЭ, анализ их потенциала и эффективности, перспектив развития, механизмов их регулирования, взаимосвязи как внутри всей группы, так и со смежными областями, оценку рынков, инвестиций и тенденций.

Под-целями стали:

- определение роли и места ВВИЭ в системе энергоисточников;
- разработка основых методологических подходов для универсального определения и классификатора(ров) ВВИЭ;
- систематизация существующих и определение возможностей внедрения новых стимулов и методов снижения негативного влияния энергетики на окружающую среду при использовании ВВИЭ;
- выявление роли и потенциала ВВИЭ в обеспечении энергетической и экологической безопасности, достижении целей устойчивого развития (ЦУР) ООН.

Часть приведенных в работе результатов исследования успешно реализуются на практике при создании и оценке бизнес-моделей технологий для

предприятий в области О-в-Э, а также являются источниками информации для выработки национальной и региональной политики Болгарии в области управления отходами и внедрения новых энергетических технологий.

Пример Болгарии для настоящей работы был выбран не случайно. Прежде всего, страна с 01.01.2008 г. является членом Европейского союза. Ей пришлось практически с нуля разрабатывать или адаптировать национальные правила и программы в обсуждаемых областях к директивам ЕС.

В дальнейшем Болгария принимала непосредственное участие в разработке и внедрении новых директив ЕС и одна из первых (среди государств ЕС) достигла заданных целей в рамках Пакета ЕС "20-20-20-2020"[8]), обладая уникальными национальными особенностями энергетики, которые обогащают европейский и мировой опыт.

В то же время, на практике ситуация с переработкой отходов и вредными выбросами в Болгарии - одна из самых острых в ЕС.

Автор не ставил перед собой цель решить проблему внедрения ВВИЭ на примере Болгарии и не претендует на исчерпаемость всего спектра аспектов данной тематики. Скорее сделана попытка аргументированно привлечь внимание к экономическим и другим смежным аспектам проблем энергетики, основанной на использовании ВВИЭ, обосновать, систематизировать и проанализировать их и попытаться сформировать базовые рекомендации для дальнейшего, более полного и научно-обоснованного внедрения и использования ВВИЭ на практике, в т.ч. на основе общепринятых определений и классификаторов.

Для достижения поставленных целей автор поставил и решил ряд взаимосвязанных теоретических, прикладных и практических задач, среди которых:

- систематизировать научные подходы к определению ВВИЭ, критически рассмотреть их и разработать критерии для формирования универсального

[8]Пакет включает Renewable Energy Directive 2009 (2009/28/EC), ETS Amending Directive 2009 (2009/29/EC), the Fuel Quality Directive 2009 (2009/30/EC), the Carbon Capture and Storage Directive 2009 (2009/31/EC) и the Effort Sharing Decision 2009 (406/2009/EC). Цель пакета: 20% увеличениеэнергоэффективности, 20% сокращение выбросов CO_2 и достижение 20% доли ВИЭ в энергобалансе к 2020 г. в рамках Европейского союза.

определения и классификатора(ов), отвечающих современным требованиям, которых можно использовать на практике в качестве критериев для их внедрения;

- исследовать применимые к ВВИЭ существующие экономические теории, а также появляющиеся новые теории и концепции в этой области;
- проанализировать современное состояние и основные тенденции развития ВВИЭ, особенно на фоне возникновения новых технологий;
- выявить потенциал внедрения ВВИЭ в экономику и энергетику на разных уровнях;
- оценить перспективы развития ВВИЭ в условиях межтопливной конкуренции;
- рассмотреть систему и подходы внедрения ВВИЭ в практике разных стран, а также их эволюцию;
- сформировать и предложить практические рекомендации для более эффективного использования ВВИЭ в Республике Болгария (и возможно в Европейском союзе), а также для развития сотрудничества между Россией и Болгарией в этой области;
- в краткой форме сравнить существующие и перспективные технологии для утилизации ТБО и других отходов, в т.ч. на основе работы автора.

Предмет исследования – экономика ВВИЭ[9].

Объект исследования – природа ВВИЭ, их классификация, экономические аспекты использования, с теоретической и практической точек зрения в Европейском союзе (на примере Республики Болгария), а также потенциал и роль ВВИЭ для целей в области устойчивого развития ООН, и оценка их возможностей для обеспечения энергетической и экологической безопасности.

Теоретическая и методологическая база исследования. Теоретическую базу исследования составили труды преимущественно зарубежных (в контексте

[9] Под Экономикой ВВИЭ автор понимает совокупность системы производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг, а также способы наиболее эффективного использования имеющихся ресурсов, связанных с ВВИЭ. Это включает рынки оборудования, услуг, производимую тепловую и электроэнергию и других продуктов, экономию ресурсов, формирование цен и пр. Кроме того, это инвестиции в ВВИЭ, их рентабельность и т.д. Это понимание автора не претендует на официальную формулировку определения термина “Экономика ВВИЭ” как такового.

Болгарии) исследователей проблем ВВИЭ, результаты анализа существующих и новых экономических теорий в области ВВИЭ и ЦУР. Также широко использовались работы специалистов в области энергетики, в т.ч. ВИЭ.

Методологической базой исследования стали общенаучные методы, в частности, экономико-статистические, системный подход, сравнительный и эмпирический анализ, классификация и синтез связанных с ВВИЭ технологий, экспертный опрос и оценки, экстраполяция.

Областью исследования является специальность 08.00.14 – "Мировая экономика", прежде всего тематика п.21 Паспорта специальности: Развитие ресурсной базы мирового хозяйства. Экономические аспекты глобальных проблем – экологической, продовольственной, энергетической. Мирохозяйственные последствия глобальных процессов, пути и механизмы их решения, а также п.7: Международная экономическая взаимозависимость. Обеспечение устойчивого развития национальной и мировой экономики. Стратегии национального экономического развития, и др.

Обзор применяемых технологий имеет только иллюстративное значение и является вспомогательным.

Информационная основа исследования состоит из аналитических, статистических и информационных материалов по ВИЭ и ВВИЭ. Широко использованы положения нормативных актов ЕС и Республики Болгария, данные их официальных организаций и органов, других международных организаций – ООН и ее структуры, в т.ч. МАГАТЭ (IAEA), а также такие как МЭА (IEA), ОЭСР (OECD), МАВЭ (IRENA), ряд неправительственных организаций и т.д.

В работе использованы знания и данные, полученные в НИОКР компанией Quantum Solutions Ltd.

Практическая значимость. В работе систематизированы данные по ВВИЭ и предложены новые подходы к экологическому их использованию. Полученные автором теоретические и практические результаты показали исключительную важность связки "ущерб-польза" и огромного "двойного зеленого" потенциала,

которые связаны непосредственно с ВВИЭ, и которые к настоящему времени, к сожалению, недооценены.

Основные выводы подкреплены практическими обоснованиями и могут служить отправной точкой для дальнейшего анализа и конкретных рекомендаций при разработке программ достижения целей в области устойчивого развития (ЦУР) ООН, “Зеленой сделке” ЕС и других задач на национальном и международном уровне. Результаты исследования могут быть использованы коммерческими структурами в бизнес-проектах, связанных с использованием ВВИЭ и “зеленой” экономики в целом. Работа может стать и предметом диалога общества и бизнеса с государственными структурами в области ВВИЭ.

Основные положения диссертационного исследования, выносимые на защиту:

1. Степень разработки теоретических и практических аспектов, связанных с экономикой ВВИЭ является недостаточной. Отдельные аспекты, такие как О-в-Э более хорошо изучены, $ВВИЭ_{(побочные)}$, только частично, водородная экономика изучается все активнее, но работа по небиологическим газам в целом практически в самом начале, и т.д. Необходимо более углубленное изучение, особенно в их совокупности как отдельная категория.

2. Потенциал ВВИЭ для энергетического баланса полностью не оценен. Предложено обоснование более широкого использования ВВИЭ не только в качестве энергетического компонента, но и как первоочередного средства решения нарастающих экологических проблем.

3. Предлагается вариант универсального определения и классификатора(ров) ВВИЭ, что поможет учитывать и стимулировать внедрение и использование ВВИЭ.

4. Впервые вводится понятие “Двойного зеленого решения” (Dual Green Solution) на основе более полного и полезного использования отходов и ВВИЭ в целом.

5. Проанализированы перспективы применения передовых технологий, прежде всего с экономической и экологической точек зрения.

Научная новизна и практическое применение. Научная новизна представленной диссертации состоит в комплексном исследовании экономических проблем, связанных с ВВИЭ и их практического применения, в том числе, в разработке авторской классификации ВВИЭ, оценки их ключевой роли для достижения ЦУР, обеспечения энергетической и экологической безопасности стран ЕС в условиях межтопливной конкуренции. На данном этапе эти вопросы рассматриваются экспертами преимущественно фрагментарно, часто вне их взаимосвязанности и без достаточной привязки к практике.

Работа также даст необходимые минимальные теоретические и практические основы для бизнеса в области устойчивого использования отходов, энергоэффективности, социально-корпоративной ответственности, охраны окружающей среды, и т.д.

Результаты диссертационного исследования были апробированы на международных научных конференциях, в специализированных изданиях, на практике компаний Quantum Solutions Ltd. и Waste4ME B.V., а также в институционализированных дискуссиях бизнеса с государством в Болгарии по вопросам ВИЭ и ВВИЭ, утилизации отходов, энергобезопасности. 17 июля 2020 г. автор выступил с докладом “Возможности и перспективы сотрудничества Болгарии и России в области вторичных возобновляемых источниках энергии (ВВИЭ)” на Четвертом Международном конгрессе “Альтернативная энергетика и экология. Материалы исследования были использованы в лекциях по курсам “Энергетическая дипломатия и международная энергетическая безопасность” и “Международное сотрудничество в сфере энергетических технологий”, которые преподаются в Международном институте энергетической политики и дипломатии (МИЭП) МГИМО МИД России.

Публикации. Основные выводы данной диссертационной работы были обоснованы, в статьях:

1. Economics of the Secondary Renewable Energy Sources with Hydrogen Generation, опубликованная в *International Journal of Hydrogen Energy,* ISSN: 0360-3199*,* №44 (2019), Elsevier, p.11385-11393 (в соавторстве).

2. Экономика Вторично возобновляемых источников энергии, опубликованная в *Международном научном журнале Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE),* ISSN 1608 – 8298, №31-36, 279-288 (2018), С.51-61 (в соавторстве).

3. Значение вторично возобновляемых источников энергии для целей устойчивового развития. *Казанский экономический вестнике*, ISSN 2305-4212, №4(30), 2017.С.36-42 (в соавторстве).

4. Финансово-экономические аспекты развития возобновляемой энергетики в мире. *Журнал Финансовая экономика,* ISSN 2075-7786. № 4, 2019. С.609-615 (в соавторстве).

5. Финансово-экономические аспекты развития альтернативной энергетики в Республике Болгария. *Журнал Финансовая экономика,* ISSN 2075-7786. 2020. № 7. С.46-49 (в соавторстве).

6. Роля и място на вторичните възобновяеми енергийни източници (ВВЕИ) в системата на енергийната и екологичната сигурност на Република България, на примера на технологията за пиролизна газификация (ТПГ), опубликованная (на болгарском языке) в *Научни трудове, Фондация Национална и Международна сигурност*, 2016, ISSN 1314 – 9105, С.401-406.

Объем и структура диссертации. Общий объем диссертации - 151 страница. В диссертацию в качестве неотъемлемой ее части включены 137 источников литературы, 11 таблиц, 17 рисунков.

Структура работы определена согласно логике исследования и состоит из введения, трех глав, разделенных на 12 рубрик, заключения, списка литературы и приложений.

Во введении обосновывается актуальность темы, ее практическая и теоретическая значимость, цели и задачи, предмет и объект исследования, основные положения, выносимые на защиту, степень научной разработанности темы.

В первую главу включены теоретико-методологические подходы к проблематике ВВИЭ: роль и место в системе энергоисточников, проблемы в

экономической теории, в условиях межтопливной конкуренции, ВВИЭ и концепция устойчивого развития. Здесь автор сделал попытку сформулировать универсальное определение ВВИЭ и предложил свой классификатор ВВИЭ.

Вторая глава посвящена экономике и экономическим механизмам использования ВВИЭ в Европейском союзе и включает общие, организационные, технологические и экономические аспекты использования ВВИЭ, элементы их внедрения, а также их экономические и социально-экономические свойства и результаты.

Третья глава рассматривает экономику ВВИЭ на примере Республики Болгария то есть конкретно применяемые в рамках членства Болгарии в Европейском союзе организационные и финансово-экономические методы внедрения и использования ВВИЭ. Отдельно прописаны возможности сотрудничества в области ВВИЭ между Российской Федерацией и Республикой Болгария.

В заключении формулируются основные выводы диссертации, делаются конкретные рекомендации по внедрению ВВИЭ на практике.

В списке литературы представлены источники, законодательные акты и иные материалы, используемые при работе над диссертацией.

В приложениях содержатся дополнительные иллюстрационные материалы, выборки документов.

ГЛАВА 1.
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМАТИКЕ ВВИЭ

1.1 Определение, виды и место ВВИЭ в системе энергоисточников

На первый взгляд из самого названия ВВИЭ можно заключить, что они являются подкатегориями уже установленной “мегакатегории” возобновляемых источниках энергии (ВИЭ).

Этот подход, на наш взгляд, неверный, с точки зрения устоявшейся практики как в отдельных странах, так и в мире в целом.

Самое распространенное определение ВИЭ содержится в уставе Международного агентства по ВИЭ (International Renewable Energy Agency, IRENA). Согласно этому определению, категория ВИЭ включает энергию солнца, ветра и воды, геотермальных процессов, прилива и отлива, а также биоэнергию[10].

Важно отметить, что в этом определении, наряду с группой источников, основанных на природных явлениях, включена также биоэнергия, основанная на использовании биомассы, и не всегда соответствующая природным явлениям (как остальные ВИЭ). Кроме того, в строгом смысле трактовка понятия “биомасса” отличается от других ВИЭ выделением в атмосферу CO_2 и других вредных газов и выбросов.

При этом следует иметь в виду, что идея создания подобного агентства начала рассматриваться 40 лет назад в рамках Конференции ООН по возобновляемым источникам энергии (КВИЭ ООН), состоявшейся в 1981 г. в Найроби. Само агентство было создано в 2009 г., чему предшествовали серьезные и глубокие обсуждения и переговоры в рамках ООН, группы G-8 и др.

---

[10]Устав Международного агенства по возобновляемой энергии. Режим доступа: URL:www.irena.org/documents/uploadDocuments/Statute/Statute_RU.pdf

Это наложило на определение ВИЭ как исторический, так и “идеологический” отпечаток, в т.ч. некую наследственность базовых пониманий почти полувековой давности, которые все еще должны соотноситься с реалиями сегодняшнего дня, с его динамичным и революционным развитием общества и технологий, в том числе, возобновляемой и “чистой” энергетики. Поэтому в последнее время ряд ученых присоединились к нарастающей тенденции критического рассмотрения этого определения и подходов при его создании.

Очень ярким примером этому является широкая дискуссия о роли водорода и его принадлежности (или не принадлежности) к ВИЭ согласно подходу IRENA, а также о соответствии самого определения реалиям современности на рубеже третьего десятилетия XXI века.

К этой дискусии уже все более активно начали присоединять и все категории небиологических газов для “чистой” или “зеленой” энергетики.

В этих рамках все чаще предлагаются изменения и дополнения к определению IRENA в целом. Так, Бушуев В., и Марченко О., принимая определение IRENA за основу, идут дальше и разграничивают ВИЭ на органические (биомасса суши и водоемов) и неорганические (ВНИЭ), т.е. все остальные возобновляемые ресурсы в определении IRENA[11]. Такой подход, хотя и структурирует дальше определение ВИЭ, не решает полностью вопросы, поставленные и рассматриваемые в этой работе.

Также существует школа мышления, согласно которой, ископаемые источники – это “традиционные”, которые являются невозобновляемыми, а возобновляемые (солнце, воздух, вода, геотермальные, энергия приливов и течений, биомасса, водородная энергетика) – это “нетрадиционные” источники энергии или ресурсы (НВИЭ или НВЭР)[12] .

В других подходах ВИЭ подразделяются на традиционные и нетрадиционные, разделенные на исследованные и доказанные на практике, и

[11]Беляев Л.С., Бушуев В.В., Филиппов С.П. и др. / Мировая энергетика: Состояние, проблемы, перспективы. – ИД “Энергия”, 2007. – С.142.

[12]Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2017 С.19-21

более “экзотические”, такие, как, например, энергия молний, магнитных волн, создаваемых движением автомобилей и т.д..

В этой связи интерес представляет предложение И.Е. Матвеева понимать под термином ВИЭ “источники энергии, постоянно существующие или периодически возникающие под воздействием энергии солнца, тепловой энергии Земли, энергии орбитального движения планет солнечной системы вне зависимости от человека, а также энергоисточники, аккумулирующиеся в результате деятельности человечества и естественных природных реакций”[13].

Это определение достаточно точно и широко отражает суть энергетического ресурса ВИЭ, добавляя к этому и деятельность человека, но только с точки зрения обслуживания целей самого исследования автором в цитируемом источнике. В то же время оно все еще не является достаточно подробным для наших целей, из-за ограничения, например, практического использования в системе стимулирования ВВИЭ, тем более что оно не разграничивает четко категории ВИЭ и ВВИЭ.

Для целей этой работы, определение IRENA тоже не является всеобъемлющим для ВВИЭ, так как оно на практике их не охватывает, хотя и создает некоторые основные рамки, которые можно использовать напрямую или по аналогии. При этом следует учитывать, что само определение ВИЭ IRENA, как отмечалось выше, было создано в предшествующие периоды, когда не было современных технологий и понимания потенциала их использования. Нельзя из-за этого преуменьшать его значение, наоборот, его логику и параметры автор использовал как важные элементы для собственного определения ВВИЭ и их классификатора(ов).

Нет исчерпывающих официальных исследований или свидетельств, как именно определение ВИЭ по версии IRENA создавалось на практике. Допустим, что создатели руководствовались тремя параметрами – “возобновляемость”, “энергетический потенциал” и “углеродная нейтральность”.

[13]Матвеев И.Е. Современный потенциал и перспективы развития западноевропейской энергетики: Дисс. на соиск. уч. степ. канд. экон. наук: 08.00.14. – М., 2013. – С.212.

Но если два первых не вызывают вопросов, то для последнего, особенно в случае с биоэнергией, полное соответствие не всегда очевидно[14].

В рамках настоящей работы предлагается сконцентрироваться на той части дискуссии о возможном универсальном определении, которая имеет непосредственное отношение к ВВИЭ и, что особенно важно, к их экономике, в т.ч. факторам и системе стимулирования.

Распространено мнение, что под ВВИЭ подразумеваются источники, не подпадающие под определение IRENA, и исключаются основанные на других природных явлениях (молнии, тепло, негеотермальное использование тепла вулканов и т.д.), плюс метан угольных шахт и торф, то есть такие, которые многими определяются как медленно возобновляемые источники энергии (МВИЭ).

М.В. Дакалов предлагает включить в группу вторичных возобновляемых источников энергии образуемые “в результате человеческой деятельности (тепло промышленных и бытовых жидких стоков, вентиляционных выбросов, твердые бытовые и прочие отходы, отходы промышленных, сельскохозяйственных и иных предприятий)”[15].

Такой подход, безусловно, имеет свои преимущества, но в нем в одну группу включены как последствия использования любых источников энергии (тепло промышленных и бытовых жидких стоков, вентиляционных выбросов), так и некоторые конкретные источники возможного прямого использования: твердые бытовые и прочие отходы, отходы промышленных, сельскохозяйственных и иных предприятий, (ограничивая или исключая при этом охват биоисточников), хотя жидкие отходы и сельскохозяйственные отходы затрагиваются непосредственно.

Из-за ограниченности объема настоящей работы здесь не делается детальное рассматрение разницы в терминах “альтернативная”, “зеленая” и “чистая”

[14]См. подробнее например: European Environment Agency Scientific Committee. Opinion on Greenhouse Gas Accounting in Relation to Bioenergy. EEA, September 2011.

[15]Дакалов М.В./ Экономические аспекты развития возобновляемых источников энергии в странах ЕС, Специальность 08.00.14 - мировая экономика: Дисс. на соиск. уч. степ. канд. экон. наук, С.26-27. Электронный источник. Режим доступа: URL:http://old.mgimo.ru/science/diss/2015/document269515.phtml

энергия, тем более что сами они также не до конца согласованы до уровня общепринятых дефиниций.

Для целей этой работы, под “чистой” следует понимать углеродо-нейтральную, а под “зеленой” – низко-углеродную энергию в сравнении с традиционными ископаемыми источниками.

По видению автора, определение ВВИЭ должно быть более универсальным и современным, и основываться на рассмотрении нескольких основных направлений.

Первое направление, совершенно естественно, это критерии первичности и вторичности. Отметим, что, в принципе, в науке Солнце считается первичным источником энергии. Однако, из-за преобладающего прикладного характера данной работы, акцент ставится на практических проявлениях и соотношениях первичности и вторичности на уровень ниже, в необходимой степени учитывая и определение IRENA.

Первичными, с указанной оговоркой, совершенно справедливо можно считать все типы источников, перечисленных в определении IRENA, но с некоторой условностью по отношению к биоэнергетическим источникам.

Добавить сюда водород, пожалуй необязательно по мнению многих исследователей и практиков, т.к. для его добычи нужно как соответствующее сырье, так и дополнительная энергия. Но по своей сути водород является полностью (вторично) возобновляемым ресурсом, как и вода, хотя самостоятельно в природе не существует, а только как часть молекулярных соединений.

Ко вторичным, таким образом, можно действительно применить в целом подход М. Дакалова. При этом необходимо включить подкатегории и обогатить список, что как ниже будет обосновано, имеет конкретное практическое применение.

Так, использование побочных продуктов в рамках мер и программ усилениязнергоэффективности или напрямую (например выделяемое тепло, которое не используется в процессе выработки энергии), выделялись бы в

отдельную подгруппу ВВИЭ и соотносились бы с возобновляемостью и вторичностью.

Отдельно стоит вопрос о возобновляемости, с точки зрения неисчерпаемости. Считается совершенно справедливо, что традиционные ВИЭ являются неисчерпаемыми именно благодаря своей возобновляемости.

В то же время сами ВВИЭ на практике имеют огромный собственный энергетический потенциал, который ежедневно обновляется и сравним с долей некоторых отдельных категорий ВИЭ. Включение в определение ВИЭ биомассы по версии IRENA также свидетельствует о корректной постановке вопроса. К тому же, как отмечается в отдельных частях данной работы, генерация отходов представляет собой неменьшую опасность для экологии, чем использование традиционных углеводоров.

Выход на правильное понимание и дефиницию ВВИЭ важен и для более детального сравнения некоторых способов извлечения энергии из отходов, появляющихся в результате жизнедеятельности человека, работы промышленных предприятий, а также повышения их эффективности с помощью побочных продуктов при получении энергии.

По мнению автора, современное, всеобъемлющее определение ВВИЭ и их классификация могут выглядеть следующим образом:

Авторское определение ВВИЭ. “ВВИЭ” – это источники и продукты:

- прямого или опосредственного результата человеческой деятельности, или
- прямого или опосредственного результата жизненного цикла флоры и фауны, не представляющие чистую, первичную биомассу, а также
- не являющиеся ископаемыми углеродными источниками, но имеющими извлекаемый энергетический потенциал.”

При этом, надо учитывать, что Согласно Директиве 2009/28 ЕС, Евросоюз принимает за биомассу все “биоразличимые субстанции”, в т.ч. и от очевидных отходов. Одно из толкований этого определения, однако, позволяет относить к ВИЭ только чистую биомассу. Такое толкование оправдано на фоне снижения воздействия на окружающую среду, прежде всего вредных выбросов, но

находится в противоречии с логикой, что отходы есть отходы и в плане подчиненности связи первичности и вторичности, которая присутствует в подходах ряда ученых и исследовательских организаций к этому вопросу. Надо отметить также, что зачастую отходы сельскохозяйственной деятельности или коммунальные могут содержать и биомассу, на практике неотделимую от других отходов. Биомасса также может быть загрязнена другими веществами, а бумажные и древесные отходы – красками, лаками и т.д. Такой тип отходов нельзя считать биомассой, подпадающей под определения IRENA и ЕС; их скорее надо рассматривать как условно “нечистая” биомасса и как часть ВВИЭ.

Данная работа рассматривает вопросы ВВИЭ в рамках ЕС, а цель автора попытаться создать универсальное определение. Поэтому автор предпочитает придерживаться более ограниченного определения ВВИЭ, т.е. без учета “чистой” биомассы, но, в то же время надо отметить, что в более общей дискуссии следует учитывать и “чистую” биомассу. Важно понимать также, что есть технологическая цепочка, в которой из агрокультур делается биогорючее, но все равно остаются отходы, которые можно экологически использовать только через вторичную и третичную обработку. Иными словами, эти отходы превращаются в ВВИЭ при их последующем использовании. Эта цепочка становится даже длиннее, если учитывать, например, растительные отходы (солома), которые проходят утилизацию в биоэнергию, а полученные при этом вторичные отходы позволяют получить дополнительную выгоду, в т.ч. энергетическую (например, через газификацию остаточного биоугля – biochar).

Также обстоит дело и с отходами в виде пищевого масла, которое загрязнено при его использовании для приготовления пищи, подсолнечного масла (которое в процессе изготовления не всегда удается превратить в пищевой продукт требуемого качества), и их нужно утилизировать; некондиционными биогорючими. В последних случаях эти ВВИЭ можно отнести как к жидким

промышлленным и/или бытовым отходам. В пользу подхода автора говорит и определение биомассы в законодательстве США[16], а также опыт России и Китая.

Дескриптивный классификатор ВВИЭ может выглядеть следующим образом, подразделенный на виды и типы.

Виды ВВИЭ:

- отходы;
- побочные и сопровождающие явления;
- производные.

Отходы подразделяются на твердые и жидкие коммунальные отходы, в т.ч. некоторые сточные и бытовые воды (Приложение 1), отходы промышленных, сельскохозяйственных и иных предприятий или деятельностей.

Побочные и сопровождающие явления – тепло промышленного производства и бытовой деятельности, тепло промышленных и вентиляционных выбросов, механическое побочное движение, создание электромагнитных полей, избыточное давление или вакуум, и подобные.

К производным ВВИЭ можно отнести продукты и результаты дальнейшей переработки продуктов органического происхождения, в т.ч. водород, биоводород, CO_2 и другие не-биологические газы, как правило без или с минимальным выделением энергии в процессе в качестве ведущего компонента, и которые изпользуются впоследствии напрямую или как прекурсор для разного рода более продвинутого поколения энергоисточников.

По типам ВВИЭ могут разделяться по:

- сложности;
- степени углеродной нейтральности;
- готовности к применению.

Рассмотрим эту классификацию более подробно.

ВВИЭ следует подразделять по сложности на простые и сложные, в зависимости от условий и возможностей их использования. Например, сжигаемое

[16] https://ofmpub.epa.gov/sor_internet/registry/termreg/searchandretrieve/glossariesandkeywordlists/search.do?details=&glossaryName=AgSTAR%20Handbook%20Glossary

напрямую горючее типа Refuse-Derived-Fuel (RDF) или ТБО в инсинераторах и биокотлах является простым ВВИЭ, а водород, полученный через отдельный технологический процесс – сложным. Сложными ВВИЭ также будут: синтез-газ из твердых бытовых отходов или от RDF методом пиролиза или газификации (при этом выделяемое тепло будет простым источником), который можно использовать в дальнейшем в ДВГ, турбинах, горелках, или сохранять в компрессированном виде; все типы биогорючего, полученные утилизацией не напрямую из чистой биомассы; и т.д.

На Рисунке 1. показаны основные виды простых и сложных ВВИЭ в результате использования разных процессов воздействия.

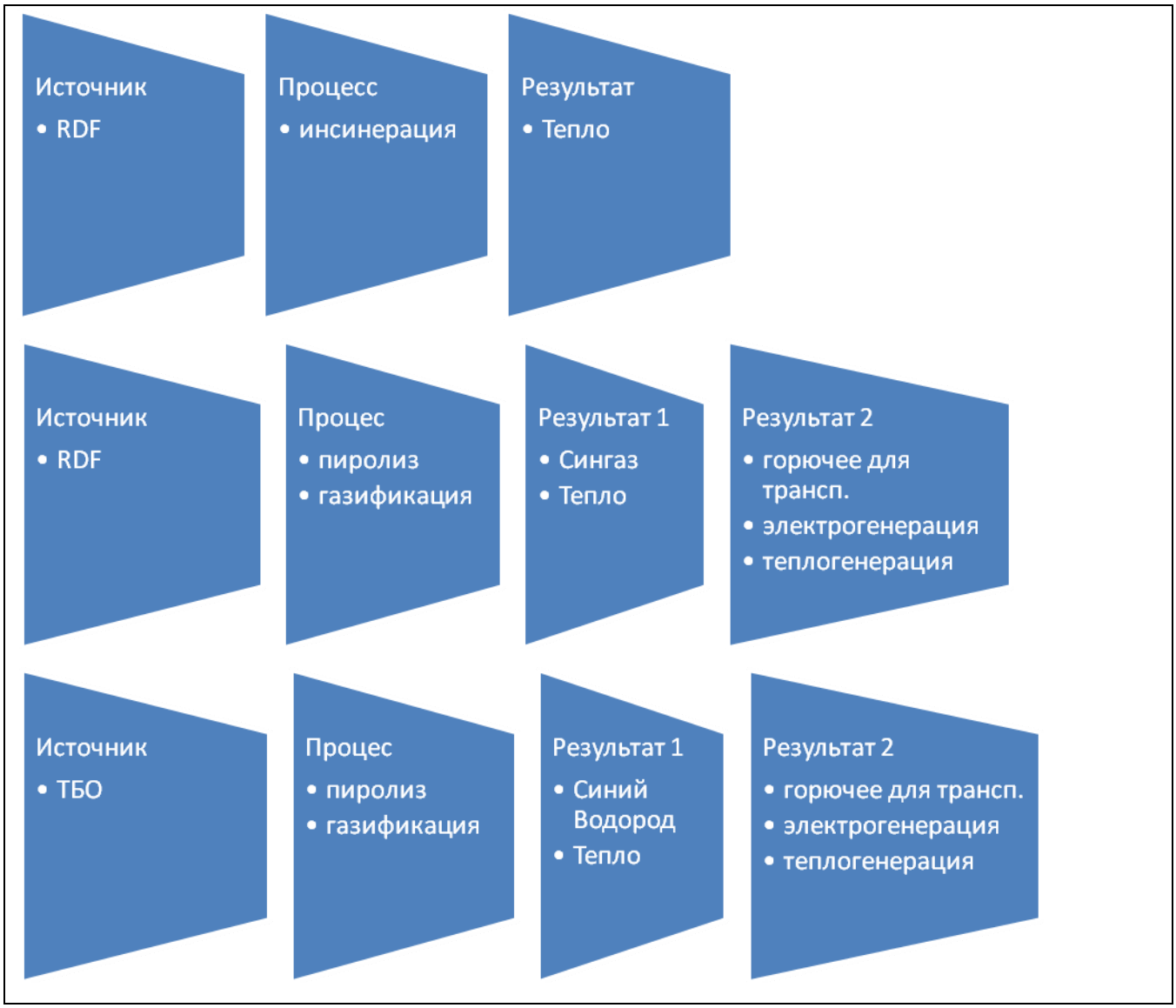


Рисунок 1 – Простые и сложные ВВИЭ и их проявление

Источник: подготовлено автором по результатам исследования.

В предлагаемом подходе ВВИЭ подразделяются по степени их углеродной нейтральности и отсутствию/наличию других вредных выбросов. Так, водород при прямом использовании является углеродно-нейтральным, если при его производстве используются только ВИЭ или ядерная энергия.

Синтез-газ, полученный пиролизной газификацией или улавливаемым свалочным газом (в т.ч. и от “нечистой” биомассы), может выделять CO_2 и другие вредные выбросы при горении, но они намного меньше в сравнении с выбросами от традиционных ископаемых источников. Однако, надо иметь в виду, что при использовании чистой биомассы выделяемое количество CO_2 равно примерно тому объему, который был поглощен в результате фотосинтеза. Объем таких выбросов и их характеристики, как правило, ниже допустимых в ЕС и сравнимы с данными от природного газа. Такие продукты и носители являются углеродно-нейтральными или низкоуглеродными.

Технологии улавливания CO_2 и его захоронение могут считаться в многих случаях даже углеродно-негативными.

По степени готовности к использованию ВВИЭ можно разделить следующим образом: сжигаемые ТБО, побочное движение, выделяемое тепло, как правило, “ВВИЭ непосредственного использования” при переработки, а синтез-газ, биогаз свалок или водород – “комбинированного”, так как позволяют прямое применение или хранение и транспортирование.

Таким образом, по представленным видам и типам ВВИЭ, и их соотношениям предложен классификатор, который представлен в Таблице 1.

Таблица 1 – Классификатор вторичных возобновляемых источников энергии (ВВИЭ) по их видам и типам (дескриптивный)

Виды | Типы ⇨	Сложность		Углеродная нейтральность		Готовность использования	
	Простые	Сложные	Низко-углеродные	Полностью нейтральные	Непосредственного использования	Комбинированного использования
ОТХОДЫ						
ПОБОЧНЫЕ						
ПРОИЗВОДНЫЕ						

Источник: разработано автором.

Используя данный дескриптивный классификатор, можно достаточно просто создать систему четкого подразделения ВВИЭ с определением их месторасположения в зависимости от основных показателей, что значительно облегчает не только упорядочивание статистических данных, но и дает возможность более точного анализа и прогноза на основе общих критериев и более понятной и точной параметрической базе, а также развития основы стимулирования их внедрения и использования.

Предложенную систему классификатора можно также использовать для сравнения отдельных ВВИЭ, что очень важно при выборе определенной технологии и источников сырья. Более подробно о возможностях практического использования классификатора будет сказано в Главе 2.

Более полное понимание роли и значения ВВИЭ, основных аспектов их внедрения и использования можно получить при помощи краткого сравнительного анализа соответствующих подходов и применяемых технологий[17].

Одним из основных критериев сравнения должна быть степень влияния ВВИЭ на природу в сравнении с ВИЭ. Принято считать, что ВИЭ не имеют негативного влияния на окружающую среду и людей. Для понимания преимуществ и недостатков ВИЭ следует, однако, детально рассмотреть их основные характеристики. Например, солнечная энергия. Она используется как правило двояко – нагреванием специальных панелей с целью аккумулирования тепла либо преобразованием солнечного света в электричество с помощью фотоволтаичных (PVs) технологий. Иногда обе эти технологии сочетаются, при этом нагревание и возможное преобразование теплоэнергии является добавочным, что говорит о его вторичности, в зависимости от особенностей конструкции солнечной установки.

Есть также примеры применения гелиотермальной технологии, когда энергия солнца концентрируется и используется для работы парогенераторов. В конце 1980-х г.г. эффективность фотовольтаиков не превышала 15%, а

[17]См. также: Жизнин С.З., Василев С. Значение вторично возобновляемых источников энергии для целей устойчивового развития // Казанский экономический вестник №4(30). – 2017. – С.36-42.

инвестиции на 1 MW электричества составляли несколько миллионов долларов США ($ млн). Эти цифры в настоящее время соответственно: от 46% на 2020 г. и до над 50% в краткосрочной перспективе и менее $1 млн инвестиций на 1 MW отдаваемой мощности.

Технологии использования энергии солнца имеют и недостатки. Во-первых, это ограниченность по времени и месту. Хотя уже не все PVs-технологии требуют прямого солнечного света, всё же их эффективность заметно падает при его недостаточности, например, в условиях облачности. Ночью эти технологии неприменимы, а системы аккумулирования энергии пока не достигли необходимой эффективности, что создает проблемы с диспетчеризацией и поддержанием энергетического баланса и устойчивости в сети.

Для солнечных технологий необходимы огромные площади под солнечные парки (размер панелей и инфраструктуры для производства 1 Квт/ч на сегодняшний день находится в пределах 5-10 $м^2$), земля под которыми будет заслонена от солнца, что меняет баланс микроорганизмов в почве, а также влияет на изменение флоры. Эти последствия пока не до конца изучены.

Аналогичная ситуация с ветряными и гидросооружениями. В последнее время все чаще результаты исследований дают повод утверждать, что вторичные вихревые потоки ветрогенераторов влияют не только на миграцию птиц, но и на климат в целом, так как нарушаются естественные воздушные потоки и атмосферное давление, а гидрогенерация часто усугубляет баланс водных ресурсов, что приводит в отдельных случаях к засухе.

В получении биотоплива также не все однозначно, особенно если учесть, что оно, в основном, производится из сельскохозяйственных культур, которые можно направлять в особо бедные страны для борьбы с голодом и развития животноводства. Кроме этого, после переработки такого сырья все равно остается много отходов, утилизация которых увеличивает инвестиционные расходы, а некоторые (например, гниение), если их не контролировать, выделяют парниковые газы, что, в совокупности, оказывает негативное воздействие на

природу, не считая при этом обработку гербицидами и удобрениями, и попадание последних в энергоресурсы и отходы.

Огромным минусом подавляющего количества видов ВИЭ (в т.ч. частично и для некоторых отдельных ВВИЭ, где конечная энергия зависит от калорийности первичного сырья или работе первоисточника), являются “спорадичность”, “непостоянство” или “цикличность” произведенной на их основе энергии, что особенно заметно на энергоисточниках, использующих энергию солнца, ветра и частично воды.

Такая неритмичность требует значительных резервных мощностей в рамках даже локальных систем. С другой стороны, ВИЭ и ВВИЭ пока немогут предоставлять значительную часть необходимой энергии в силу своей сравнительно небольшой мощности и относительно высокой инвестиционной цены на МВт/ч.

Считается, что ВИЭ являются полностью углеродно-нейтральными, но это не совсем и не всегда так. Есть ряд исследований, показывающих и сравнивающих углеродный отпечаток отдельных источников энергии.

Так, например, электронная исследовательская платформа CarbonBrief приводит следующие цифры: в среднем за весь “жизненный цикл” выбросы АЭС составляют 4 гр эквивалента CO_2 на Кв/ч (gCO_2e/kWh). Углеродный “отпечаток” фотовольтаиков равен соответственно 6 граммам CO_2 на Кв/ч ($g\ CO_2e/kWh$), а для ветряных парков этот показатель такой же, как и у АЭС. Биоэнергия соответствует 98 граммам. Это, конечно, намного ниже, чем показатели по углю, даже для наиболее современных систем, включающих отбор и захоронение части CO_2[18]. При этом учитываются не только сам углеродный “отпечаток” при выработке энергии, но и при строительстве, транспортировке и пр. (Рисунок 2).

[18]URL:https://www.carbonbrief.org/solar-wind-nuclear-amazingly-low-carbon-footprints

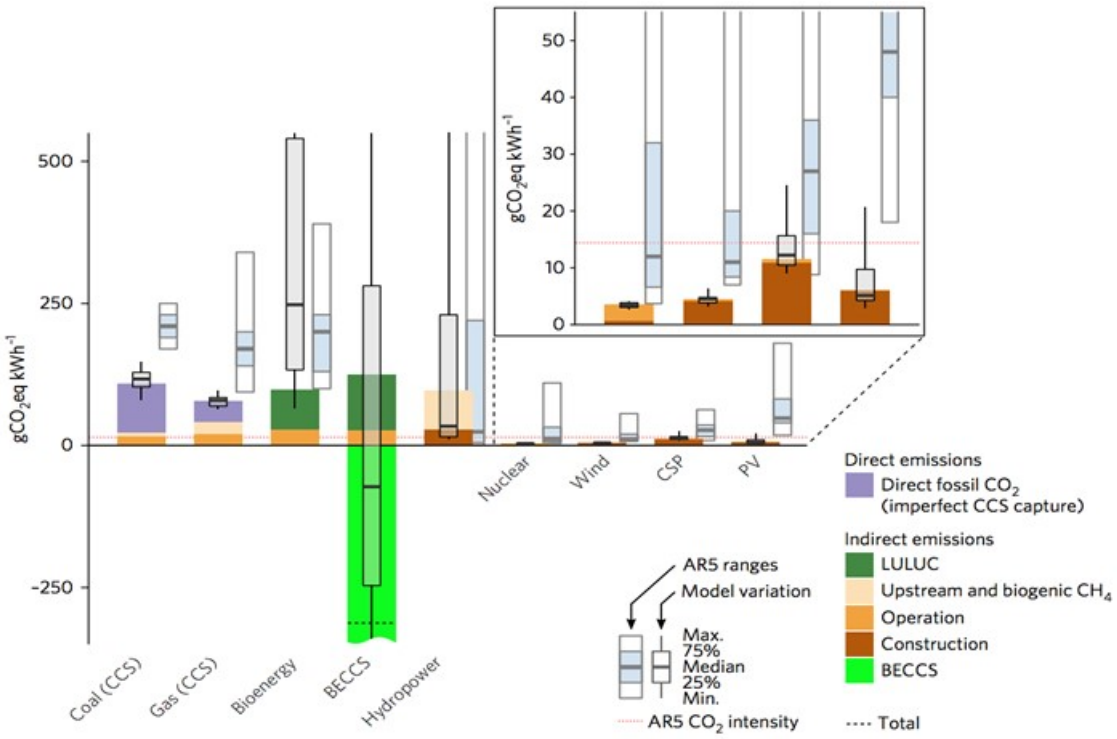


Рисунок 2 – Выделение CO_2 для различных источников энергии

Источник: CarbonBrief[19]

Таким образом, при определении “плюсов и минусов” какой-либо технологии необходим всесторонний (холистический) анализ факторов и их влияние на устойчивость развития.

Что касается использования ВВИЭ, то самыми распространенными на данный момент являются установки и сооружения на основе термических процессов сжигания или инсинерации отходов органического происхождения. На практике это своего рода тепловые электростанции (ТЭС), где отходы используются как частично вторичное горючее, или сооружения, работающие по принципу ТЭС. Этот способ действительно относительно недорогой, превращающий отходы в энергию с низким коэффциентом полезного действия (КПД)), но не решающим проблемы выбросов парниковых газов.

Более новые инсинераторы используют ещё и технологии, подобные частичной газификации, но также нуждаются в сложных и дорогих системах очистки выбросов и кроме этого, производят ряд новых отходных материалов,

[19] URL:https://www.carbonbrief.org/solar-wind-nuclear-amazingly-low-carbon-footprints

например, золу, требующих депонирования или иной утилизации. Как правило, использование инсинераторов для уничтожения био-опасных отходов не рекомендуется или требует очень крупных вложений.

В таблице 2 представлены удельные выбросы вредных газов (g/KWh) в процессе инсинерации и при сжигании угля.

Таблица 2 – Выбросы вредных газов при инсинерации отходов и сжигании угля, ,g/KWh

	Инсинерация	уголь*
CO2	1335,33	1020,13
SO2	0,36	5,9
NOX	2,45	2,72

*надо добавить и выбросы при добыче

Источник: Wilson, Williams, Liss, & Wilson [20]

Отметим, указанные выбросы CO_2 при сжигании угля не учитывают выделение диоксида углерода при добыче и транспортировке, что на практике сближает инсинерацию с использованием угля по этому показателю. По другим двум параметрам инсинерация превосходит уголь.

Для улучшения сгорания и серьезного уменьшения вредных выбросов при инсинерации иногда применяют плазменные технологии. Хотя этот метод более экологичен, основная проблема его в том, что он эндотермичен по своему характеру и требует очень много расходов на внешнюю энергию, которая значительно превышает полученную. Частично это можно компенсировать принудительным добавлением кислорода (т.н. квази-плазменая технология), но это значительно снижает безопасность процесса и удорожает инвестиции.

Заметными преимуществами перед сжиганием и инсинерацией обладают различные технологии газификации отходов. Сюда входят биогазовые анаэробные процессы, высокотемпературная газификация, пиролиз и пиролизная газификация, быстрый пиролиз (жидких масел) и др. Каждая из них имеет свои достоинства и недостатки.

[20]Wison, B., Williams, N., Liss, B.& Wilson B. A Comparative Assessment of Commercial Technologies for Conversion of Solid Waste to Energy // (October 2013) EnviroPower Renewable, Inc.

Наиболее перспективная технология на данный момент – это пиролизная газификация, но объемы переработки для установок такого типа пока не превышают несколько тонн в час. Однако, с помощью этой технологии можно газифицировать любые отходы органического происхождения, а полученный газ (сравнимый с биогазом и природным газом) сразу превращать в электричество и тепло, а также сжижать или компримировать (сжимать) его с выделением сжиженного углеродного газа (СУГ) и метана для последующего хранения и использования. Размеры установок пиролиза позволяют их применять и в качестве мобильных/модульных решений для децентрализованных систем энерго- и теплоснабжения. Технология пиролизной газификации дает возможность также перерабатывать жидкие органические отходы, в т.ч. нефтешлам и другие некондиционные топлива, использованные, технические, пищевые масла самостоятельно или в комбинации с ТБО (Приложение 2)[21].

Что касается выбросов вредных газов, то не все технологии одинаково эффективны. Как видно из Рисунка 3, газификация имеет меньшие выбросы CO_2 по сравнению с другими популярными методами.

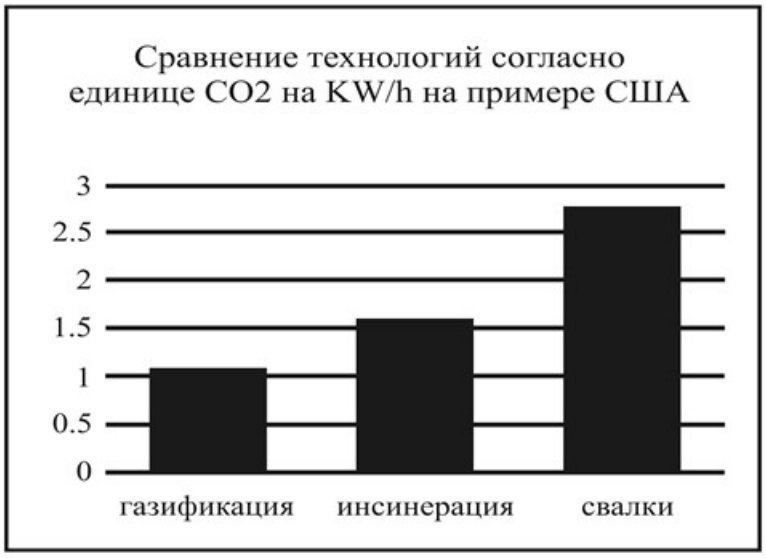


Рисунок 3 – Влияние различных технологий на выбросы CO_2

Источник: Wilson, Williams, Liss, & Wilson[22].

[21]См также: Towards a better exploitation of the technical potential of waste-to-energy, European Union, 2016. Электронный источник. Режим доступа: URL: http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104013/wte%20report%20full%2020161212.pdf

[22] Wison, B., Williams, N., Liss, B. A Comparative Assessment of Commercial Technologies for Conversion of Solid Waste to Energy, // (October 2013) EnviroPower Renewable, Inc.

Согласно Рисунку 3, применяемые широко сегодня в мире свалки с улавливанием газа - не самый подходящий способ, с точки зрения выбросов. Данные приведены для США, но они подтверждаются практикой и в других регионах мира и до сегодняшнего дня как соотношение, тем более, что, как отмечено выше, гниение отходов с неполным улавливанием газа наносит значительно больший ущерб. С другой стороны, свалки являются данностью и их надо постепенно ликвидировать, при этом улавливание газа смягчает экологические последствия и может генерировать добавочную энергию.

Большое распространение получили и различные технологии для получения биогаза, биодизеля и других биогорючих, например, биоэтанола, и биобутанола. Наряду с преимуществами, как было отмечено, эти продукты и технологии их получения имеют и свои недостатки.

С точки зрения выбросов, наиболее перспективно использование биогорючих по линии биоэтанола, биобутанола и биокеросина, в т.ч. некоторых из них в авиации, самостоятельно или в качестве добавки.

Здесь коротко надо отметить и роль водорода. Водородные технологии бесспорно имеют большое будущее, особенно из-за возможностей транспортировки (хотя пока только в смешанном виде с природным газом), даже по сегодняшным газопроводам, а также благодаря их низко- и углеродно-нейтральным параметрам. Водород неисчерпаем и имеет очень высокую энергетическую стоимость. Его можно применять как в качестве непосредственого горючего для двигателей внутреннего сгорания и турбин, так и основы для работы топливных элементов. Современные технологии еще не полностью эффективны и безопасны, но темпы их развития дают основание надеяться, что они найдут более широкое применение уже в следующем десятилетии. Для получения водорода используются несколько технологий, но все они очень энергоемки. При этом важно, чтобы используемая для его получения энергия и результаты, была как минимум низко-углеродными (с или без улавливанием CO_2), а лучше всего на базе ВИЭ или от АЭС. В противном

случае использование водорода в новых условиях теряет в перспективе большинство своих преимуществ.

Незаслуженно обходят стороной возможности других небиологических газов. Здесь есть ряд наработок, предполагающих использование CO_2 для генерации энергии и создания новых источников[23]. Это не только дополнительная ресурсная база, но и сокращение или нейтральное использование самого CO_2, наряду с традиционными системами улавливания и сохранения CCS (Carbon Capture and Storage).

До недавнего времени считалось, что использование CO_2 для создания энергетических источников неперспективно из-за запредельно высоких цен его получения. Так, например, выделение 1 тонны CO_2 из воздуха (т.н. Direct Air Capture, DAC) для производства топлива стоило в прошлом около $600. За несколько лет технологическое развитие позволило сократить его до менее $100 к 2018 г., снизив при этом цену за 1 л получаемого топлива до $1[24]. Это пока еще очень высокая себестоимость, по сравнению с традиционными источниками, но тенденция очень показательна, тем более, что DAC далеко не единственная технология, используемая НИОКР на данный момент.

Особенно перспективна связка “зеленого” водорода и CO_2 для создания т.н. “syncrude” (синтетическое сырье) как основы для производства синтетических горючих, в т.ч. для авиационного топлива. Такой метод будет серьезным конкурентом биогорючим и другим ВИЭ. CO_2 все шире используется для создания новых материалов и продуктов (Рисунок 4).

[23]См.например: URL: https://phys.org/news/2018-03-co2-usable-energy.html
[24]См напримерURL: https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351(18)30225-3

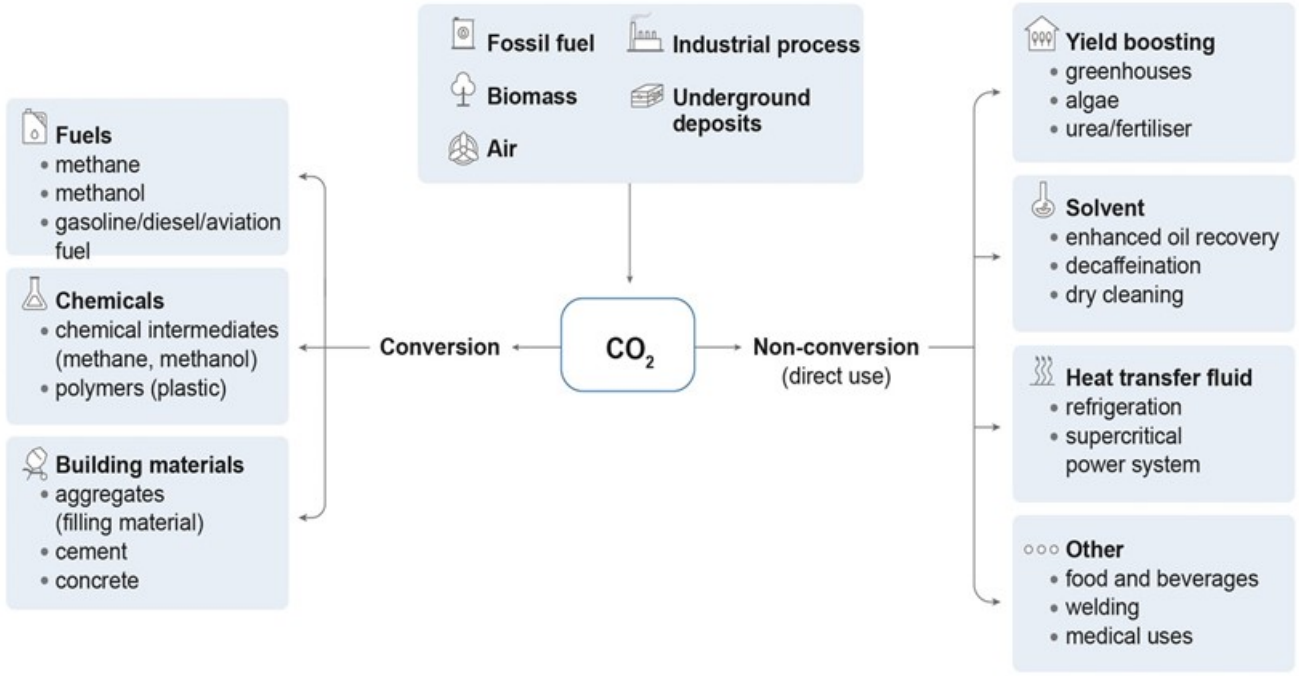


Рисунок 4 – Сферы применения CO_2

Источник: IEA 2019[25]

Хотя эта деятельность не относится к сфере энергетики, однако предоставляет дополнительные возможности уменьшения CO_2 в атмосфере, создавая при этом дополнительные блага и являясь своего рода “двойным зеленым решением”.

1.2 Проблемы ВВИЭ в экономических теориях

Как и все другие источники энергии ВВИЭ подчиняются основным экономическим законам и в отдельных случаях могут рассматриваться как разного рода экономические категории.

Прежде всего, ВВИЭ являются продуктами, специфика которых в том, что часто от них нет очевидной пользы или они не являются каким-то общим благом, а даже наоборот, особенно если они относятся к опасным, нерециклируемым или трудно используемым отходам. Однако, как было отмечено, современные технологии позволяют трансформировать большинство из них в полезные

[25]Putting CO2 to use, IEA 2019 URL:https://www.iea.org/reports/putting-co2-to-use

продукты, превращая в полноценное благо, удовлетворяющие потребности в энергии и других необходимых продуктах, и одновременно отвечая интересам человека, сохраняя экосистему.

Применение технологий с использованием ВВИЭ, таким образом, является одновременно и технологическим процессом, и услугой, представляющих совокупный хозяйственный процесс. Разработку и внедрение технологий использования ВВИЭ для получения энергии можно рассматривать как тесно связанный и с другой экономической категорией – инновацией.

На основании вышеизложенного можно допустить рассмотрение как самих ВВИЭ, так и их применения в качестве конкретных, хотя и в некотором роде специфичных самостоятельных экономических категорий или их совокупности, которые подчиняются экономическим законам.

Из-за частой необходимости дополнительного стимулирования (как уже говорилось) именно правильное использование ВВИЭ, априори, за незначительными исключениями, автоматически устраняют те экономические теории, которые основываются только на чистых рыночных отношениях. Поэтому основное внимание тем из них, которые допускают внешнее вмешательство в той или иной форме.

На первом месте стоит неоклассическая школа экономического мышления, особенно ее либеральное течение. Именно это течение более склонно, чем консервативное, не отвергать в принципе некоторые внешние ограничения на свободный рынок и допускать вмешательство, чтобы лучше распределить ресурсы. Либеральное течение неоклассической экономической школы признает возможность провалов рынка (market failure), чисто рыночных отношений и легче допускает государственные интервенции в некоторых секторах[26]. Относительно последнего хотелось бы подчеркнуть,что одна из главных причин здесь – именно ограниченность ресурсов, что вносит серьезные коррективы в общую модель функционирования всего процесса, в т.ч. в распределение и доступ к ресурсам.

[26]Копылов А.Е. Экономика ВИЭ. – М.: Грифон, 2015. – С. 140.

Неокейнсианская школа, со своей стороны, предлагает в принципе больше возможностей для корректирующих рынок факторов экономического развития. Через ее призму уже можно напрямую рассматривать меры стимулирования при внедрении ВВИЭ, то есть преференциальные (выше рыночных) цены на энергию из ВВИЭ, гарантированные государством, налоговые и тарифные ослабления, государственное субсидирование НИОКР и конкретные инвестиции для использования и внедрения ВВИЭ.

Ряд иследователей, изучая ВИЭ в экономических теориях, вполне обоснованно обращаются к рассматриваемым теорией А. Пигу внешним эффектам или экстерналиям, анализируют аспекты инновационного подхода к теории экономического развития Й. Шумпетера и др.[27] .

В большой степени можно отнести изложенное и к ВВИЭ, ввиду их относительной схожести с ВИЭ. При этом надо иметь в виду, что некоторые технологии использования ВИЭ (более редко, но с тенденцией увеличения) и ВВИЭ (относительно более часто) иногда вполне могут работать на условиях, близких к чисто рыночным, с минимальным или нулевым внешним вмешательством, на принципах саморегулирования рынка или предоставлении услуг другим секторам. Так, например, цена уничтожения (в т.ч., упаковка, транспорт, оплата самой услуги и т.д.) одного кг биологически опасных отходов в Болгарии – около 1 евро. Организация переработки таких отходов установкой мощностью 100 кг/ч в тепло и газ, работающей 7500 ч в год (с учетом регламентных работ и т.д.), будет приносить доход 750 тыс. евро в год без возможных добавочных доходов от производства электроэнергии и тепла. Учитывая средние CAPEX и OPEX в секторе управления опасными отходами, инвестиции в Болгарии могут быть возмещены через 2-3 года, без учета дополнительных доходов от производства электроэнергии и тепла, реализируемых даже по рыночной, а не по преференциальной цене.

[27]Копылов А.Е. Экономика ВИЭ // Грифон, Москва, 2015 г, стр.147.

В проектах ВИЭ срок окупаемости обычно 6-9 лет, при преференциальных ценах на электричество или других стимулах[28].

Важно особо подчеркнуть, что в условиях межтопливной конкуренции, ВИЭ и ВВИЭ могут все еще пока проигрывать традиционным источникам даже при сравнимой цене и затратах благодаря установленным традициям, цепочкам снабжения, преобладающим и более привычным технологиям, системам их обслуживания (Приложение 3).

Отдельного рассмотрения заслуживает и утилизация, например, негодного для рециклирования отхода, известного как Refuse-Derived-Fuel (RDF или топливо из твердых отходов (ТТО)), часто называемое “отходом отходов”.

В Болгарии его пока охотно берут ТЭС и цементные заводы бесплатно с целью утилизации в качестве дополнительного горючего либо закапывают на свалках за символическую оплату. В то же время в странах Западной Европы – Голландии, Германии, Италии и других – его безопасное депонирование или переработка стоит от 70 до 215 евро за тонну (в зависимости от морфологического состава и класса опасности), а штрафы за незаконное депонирование превышают эти цифры в разы. Такой “разброс” создает экономическую трансграничную нишу, которая не является в конечном итоге позитивной.

Наряду с чисто практическими, экономическими и финансовыми измерениями, в этой работе четко выделено следущее.

Философская и экономическая концепции использования ВВИЭ, в отличие от ВИЭ, основаны на конкретной необходимости, прежде всего, устранение или серьезное сокращение и ограничение результатов деятельности человека, которая наносит вред окружающей среде, а также оптимальном использовании побочных продуктов, результатов и процессов, чтобы получить экологически безопасную и возобновляемую энергию и сократить требуемые первичные ресурсы в целом.

Это требует более широкого подхода к экономической теории, которые бы более полно отражали взаимосвязь экономики, энергетики и экологии.

[28]URL:https://www.renewableenergymagazine.com/pv_solar/european-payback-times-for-solar-power-fell-20190221

Недостаточная применимость классических теорий в новых условиях привела к возникновению новых подходов и учений.

Среди них центральное место заняли такие работы, как Экономика окружающей среды (Environmental economics), Экологическая экономика (Ecological economics), Экономики глобального потепления (Global warming economics), и др. Самой полной и всеохватной из них однако является Экономика природопользования.

Экологическая экономика (ЭЭ) на практике является междисциплинарной областью науки, исследующая, как предмет, взаимосвязь экономических и экологических систем. Ее цель – найти устойчивые решения и их обоснование и превратить деструктивные противоречия экономики и экологии в гармонично развивающуюся модель[29].

Теория ЭЭ не возникла на пустом месте. У ее истоков можно разглядеть постулаты неоклассической и ресурсной экономических теорий, которые связаны не только с воздействием на окружающую среду, но и с экологией в целом. В теории ЭЭ в качестве центрального рассматривается справедливое распределение и доступ к ресурсам для разных регионов и групп населения, а также их передача новым поколениям.

Большое внимание уделяется также лимитированием потребления не только с точки зрения финансов, а в их совокупности с природной ограниченной пропускной способностью экосистемы и физическими законами. При этом человек с его потребностями и деятельностью является только одной из основных категорий, а не центральной или доминирующей[30].

Особый интерес для нашего исследования представляет экономика окружающей среды (Environmental Economics). В ее основе лежит постулат о провале рынка эффективного распределения имеющихся ресурсов, а также

[29]URL:https://web.archive.org/web/20081031133858/http://www.ima.kth.se/utb/mj2694/pdf/Bergh.pdf
[30]David Pearce (2002) "An Intellectual History Of Environmental Economics", Annual Review of Energy and the Environment 2002, 27:57–81.

эффект экстерналий – решения одной группы людей, которые напрямую затрагивают интересы других[31].

Экономика окружающей среды (ЭОС) также рассматривает ряд мер коррекции установленных экстерналий, схожих со стимулированием ВИЭ, применимым частично и к ВВИЭ.

Для нашего исследования важны концепции экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ) и экономики ноль-отходов (ЭНО), которые, хоть и не самостоятельные теории, однако, по сути своей, они – политики и практики.

В основе ЭЗЦ/ЭНО – возведение в конечную цель полного возобновления ресурсов, и здесь она является антиподом традиционной линейной экономике, основанной на создании, пользовании, захоронении отходов. ЭЗЦ также лежит в основе концепции и политики использования отходов в рамках ЕС.

На всех уровнях экономическая модель использования ВВИЭ должна основываться на достижении и поддержании баланса возрастающей потребности в энергии с предотвращением ущерба для экосферы и социосферы в краткосрочном и долгосрочном планах, основываясь при этом на социально приемлимых расходах.

В этом плане наиболее подходящим является использование Экономики природопользования, в которой интегрально рассматриваются вопросы как экономической, так и в ряде случаев и внеэкономической оценки (напр. определение экологической, здравоохранительной, социальной, и т.д. ценности природного ресурса, обычно не выражаемой в экономических или прямых монетарных показателях) использовния природных ресурсов, а также их нерациональное использавание, в т.ч. и ущербы от загрязнения среды.

В отличие от других источников энергии, как уже отмечалось ВВИЭ имеют уникальный характер, а их правильное использование имеет “двойное зеленое” значение для достижении такого баланса.

Таким образом, применение ВВИЭ должно быть одним из основных элементов в энергетическом миксе и энергобалансе, а также одинаковой,

[31] Hanley, N., J. Shogren, and B. White (2007). Environmental Economics in Theory and Practice, Palgrave, London 459 p.

равнопоставленной в функциональном плане природоохранной мерой широкого воздействия.

При этом, на глобальном уровне экономическая модель ВВИЭ представляется менее четкой из-за расхождений в подходах крупных развитых и развивающихся государств и невозможности после Киотского протокола прийти к новой универсальной договоренности, которая привела бы к более масштабному использованию ВИЭ и ВВИЭ всеми участниками, несмотря на все усилия при подготовке Парижского Саммита и попытках согласовать новое глобальное Соглашение по климату. В ноябре 2021 г. в Глазго состоится 26-я Конференция стран участниц, где возможно будут решены экономические и финансовые вопросы достижения целей Парижского соглашения (пункт 6 Соглашения).

На национальном и в некоторых случаях на региональном уровнях (особенно в рамках Европейского союза), рассматриваемая экономическая модель уже в определенной степени имеет систему стимулов внедрения некоторых ВВИЭ. При этом, эти стимулы применяются только в том сегменте, где иное использование отходов невозможно или нецелесообразно (например, в плане невозможности рециклирования или применения политик ЭЗЦ и т.д.).

Рассматривая экономическую модель в странах ЕС надо иметь в виду, что применение ВВИЭ в ряде случаев не только положительно воздействует на окружающую среду, но часто способствует получению дополнительных прямых доходов, например, от утилизационных сборов (gate-tax и другие) и продажи полученной энергии, в том числе, в определенных случаях по преференциальным ценам, а также возможной премии за когенерацию.

Примерно так же выглядит и экономическая модель на нижних уровнях – областных, муниципальных, районных и т.д.

На уровне производственной единицы модель заметно приближается к типичным бизнес-моделям, которые учитывают CAPEX/OPEX, расходы, налоги, акцизы, цены на услуги утилизации, продажную цену переработанного продукта, преференции, облегчения и т.д. Более подробно об этом - см. в Главе 2.

Анализируя экономическую модель ВВИЭ, надо иметь в виду и объемы их переработки, скорость возникновения и оборота, потребности в энергии на местах, а также общую конкурентность и взаимодополняемость с другими низкоуглеродными или углеродно-нейтральными источниками энергии и, конечно, с традиционными ископаемыми источниками.

1.3 ВВИЭ в условиях межтопливной конкуренции

Изобилие предложений на рынке различных видов энергоносителей создает естественную конкуренцию. Её основой является, с одной стороны, конечная выгода и возможность использования различных энергоносителей, а с другой, затраты на строительство генерирующих мощностей, добычу для отдельных видов необходимых энергоносителей, производство, хранение (если нужно), доставку конечному потребителю, а также налоги, акцизы и другие сопутствующие платежы и расходы.

На практике цена добычи и производства (т.е. основные расходы) до недавнего времени были обратно пропорциональны степени негативного воздействия на природу. Так, например, наиболее дешевый традиционный источник энергии – уголь – больше всего загрязняет атмосферу выбросами, а природу – остаточной золой и другими типами пыльных частиц (в совокупности до 20% и выше от первичных объемов). После внедрения ВИЭ и развития их технологий (что их удешевило) картина медленно стала меняться в обратную сторону.

Однако, некоторые “зеленые” технологии все еще требуют, как и раньше, более высоких первоначальных инвестиций, а их внедрение иногда может оказывать неблагоприятное воздействие на окружающую среду, что в свою очередь могут понадобиться дополнительные расходы на предотвращение рисков и неблагоприятных последствий.

При сравнении расходов на внедрение и использование различных источников энергии очень часто получают взаимно противоречащие выводы и

результаты, в основном, из-за различных методов измерений параметров и учета данных.

Так, например, если инвестиционные расходы на создание ВИЭ выше таковых на традиционные энергоисточники с ископаемым топливом, то для ВИЭ (кроме биомасссы) расходы на сырье практически равны нулю. Это означает, что кривая расходов и, соответственно, стоимость произведенной энергии на единицу мощности будут резко падать во времени после первоначального резкого роста. Кривая стоимости энергии традиционных источников будет более плавной за весь цикл жизни.

Чтобы избежать противоречий и обеспечить реальную оценку, применяют разные способы. Самый распространенный – на основе так называемой нормированной стоимости электроэнергии от различных источников на весь период жизненого цикла (Levelized cost of energy - LCOE)[32,33]. Этот способ, хоть и является ключевым, не универсален и не раскрывает полную картину. Например, он не учитывает применения источников энергии для других целях, в частности, уголь в металлургической промышлености безусловно пока еще является самым дешевым. Также не учитываются возможные флуктуации цен на сырье и другие эксплуатационные расходы за весь цикл, который обычно охватывает десятилетия.

Часто при сравнении различных источников энергии на базе LCOE данные берутся для вновь создаваемых мощностей с использованием новых технологий. В то же время при эксплуатации применяется огромное количество старых установок с устаревшими технологиями[34]. К ним обычно предъявляют дополнительные требования, и к цене производимой единицы энергии добавляется стоимость выбросов CO_2, что делает их менее конкурентными.

Применение предпочтительного для бизнеса подхода, основанного на – “цена-выгода” (cost-benefit) анализе, на первом этапе дает более точную картину.

---

[32]URL:http://www.renewable-energysources.com

[33]URL:https://public.tableau.com/profile/mitchtobin#!/vizhome/LazardLCOEFeb62014/Dashboard7

[34]Жизнин С.З., Василев.С. Экономика ВВИЭ // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE), 1608 – 8298. 2018. – №31-36, 279-288. – С.55-56.

Однако, этот метод базируется обычно на данных определенного случая, а потому не позволяет обобщить и получить точные результаты.

Сравнение инвестиционных расходов также не дает полной картины, так как стоимость энергии зависит от стоимости сырья и других расходов. Однако подобное сравнение важно для оценки возможностей рынка и скорости осваивать новые технологии – большие первоначальные затраты обычно являются барьером и уменьшают конкурентноспособность.

Как отмечалось, определенное влияние на процессы межтопливной конкуренции имеют такие факторы как консервативность потребителей, привычность к существущим решениям, развитость инфраструктуры их обслуживания, уже приобретенное оборудование и т.д., однако, инвестиционные расходы и цена исходного сырья имеют и будут иметь самое большое значение.

С другой стороны, если учитывать стоимость возмещения ущерба, наносимого окружающей среде и человеку, и включить его в цену, это сделает преимущества традиционных источников далеко не очевидными.

С развитием альтернативных технологий традиционные источники дополнительно теряют определенную конкурентноспособность, а изменения в общественном восприятии вообще могут сделать их неприемлимыми для больших групп населения, а значит на политико-экономических процессы.

Введение же квот на выбросы (и необходимость в ряде случаях покупать дополнительные их объемы) дополнительно делает некоторые сектора с загрязняющими атмосферу и природу технологиями еще менее конкурентноспособными даже в краткосрочном плане.

Часто недооцененным остается и другой важный аспект в межтопливной конкуренции, основанный на оптимальности некоторых источников в определенной сфере. В частности, уголь, например, дешевле нефти, но уже давно не используется на транспорте.

Сейчас активными темпами расширяется внедрение новых типов газомоторных, электрических, водородных двигателей. Пока они не могут оказать реальную конкуренцию работающим на бензине, дизельном топливе,

компрессированном метане или сжиженном природном газе. Кроме того, еще не исчерпаны проблемы надежности, длины пробега, разветвленной системы заправок, поэтому новые низко- или нейтрально-углеродные технологии считаются невыгодными. Тем более, никто не поручается, что, например, электрический автомобиль зарядил свои батареи от “чистого” или “зеленого” первоисточника. С другой стороны, налицо тенденция постепенного изменения ситуации в пользу новых типов двигателей.

То же самое относится и к водороду, производство которого требует большого количества энергии – в идеале “чистой”, “зеленой” или ядерной. К сожалению, надо отметить, что “чистая” и “зеленая” энергия пока не имеют в совокупности избыточного потенциала, чтобы быть исключительным источником для массового производства водорода.

Что же касается использования ядерной энергии, то здесь надо учитывать и влияние антиядерных лоббистких и социальных групп, чьи мнения в разной степени учитываются политиками. Например, Австрия высказывается против АЭС и ядерной энергетики как таковой, хотя в использовании медицинской радиологии и промышлености, страна в первых рядах, и штаб-квартира МАГАТЭ находится в Вене. Германия тоже отказалась от своей программы атомной энергии с ускоренным переходом на ВИЭ, несмотря на огромные затраты по закрытию АЭС и цены на ВИЭ.

Другой наглядный пример – использование биогорючего в авиации. Современные типы такого горючего не позволяют полностью заменить ими традиционный керосин, прежде всего из-за того, что это горючее не доказало на практике полную надежность в сравнении с применяемыми сейчас авиагорючими. А вот добавить к ним биогорючее в небольших пропорциях в целях экономии и улучшения экологии – такое успешно практикуется.

Совершенно очевидно, что лишь вопрос времени, когда усовершенствование технологий и использование новых типов горючего начнут вытеснять традиционные носители, в том числе, и на чисто рыночных условиях. Так, например, инвестрасходы на единицу мощности, получаемые от ветряных

установок, уже вплотную подходят к угольным электростанциям, а иногда и превосходят их благодаря дешевой технологии и бесплатному сырью. Тут же надо отметить, что ветер сам по себе, опять таки, не является постоянной величиной, что автоматически ставит под сомнение его использование как источника, лишь только в обязательном сочетании с другими в общем миксе и с очень ограниченной воможностью в качестве резервной мощности. Часто не учитывается также производство тепловой энергии на традиционных ТЭС, хотя это дополнительная выгода.

Ядерная энергия тоже имеет ограничения. Ядерный реактор, даже самый современный, не может работать в режиме “включен-выключен” (on-off) по желанию оператора. Есть долгий и сложный цикл плавного снижения и увеличения мощности реактора (нарушения, связанные с этими процессами, привели к Чернобыльской трагедии), что не делает ядерную энергию, в т.ч. и по другим причинам, универсальным средством, а скорее неотъемлемой, ключевой частью правильного, устойчивого микса энергоисточников.

Применение ВВИЭ в условиях межтопливной конкуренции тоже связано с вопросом повышенных уровней инвестиций, как и ВИЭ, но в отличие от них, решают двойную задачу. По этой причине имевшие прямое отношение к производству энергии путем утилизации отходов должны рассматриваться вне межтопливной конкуренции, а скорее, в плане дополнительной выгоды, которую невозможно получить иными способами.

Введение в практику энергогенерации экологических корректировок и требований к энергоэффективности значительно меняют облик межтопливной конкуренции, придают ей дополнительное измерение, учитывающее не только бизнес-модель с её соотношением затраты-прибыль, но и стоимость возмещения ущерба, уменьшая, при этом, преимущества традиционных источников.

С этой точки зрения, а также своему двойному назначению, $ВВИЭ_{(отходы)}$ и $ВВИЭ_{(производные)}$ занимают особое место в новой парадигме межтопливной конкуренции, а $ВВИЭ_{(побочные)}$, со своей стороны, ещё влияют на источник,

придавая ему преимущества, в сравнении с другими, в зависимости от эффективности употребления побочной энергии и явлений.

Важное значение для оценки роли и места ВВИЭ в межтопливной конкуренции имеет и вопрос изменения цен на нефть. Здесь надо отметить, что согласно историческим данным, приведенным внизу (Рисунок 5) колебания цен на нефть особо не отражались на ключевые ВИЭ (солнечные и ветряные).

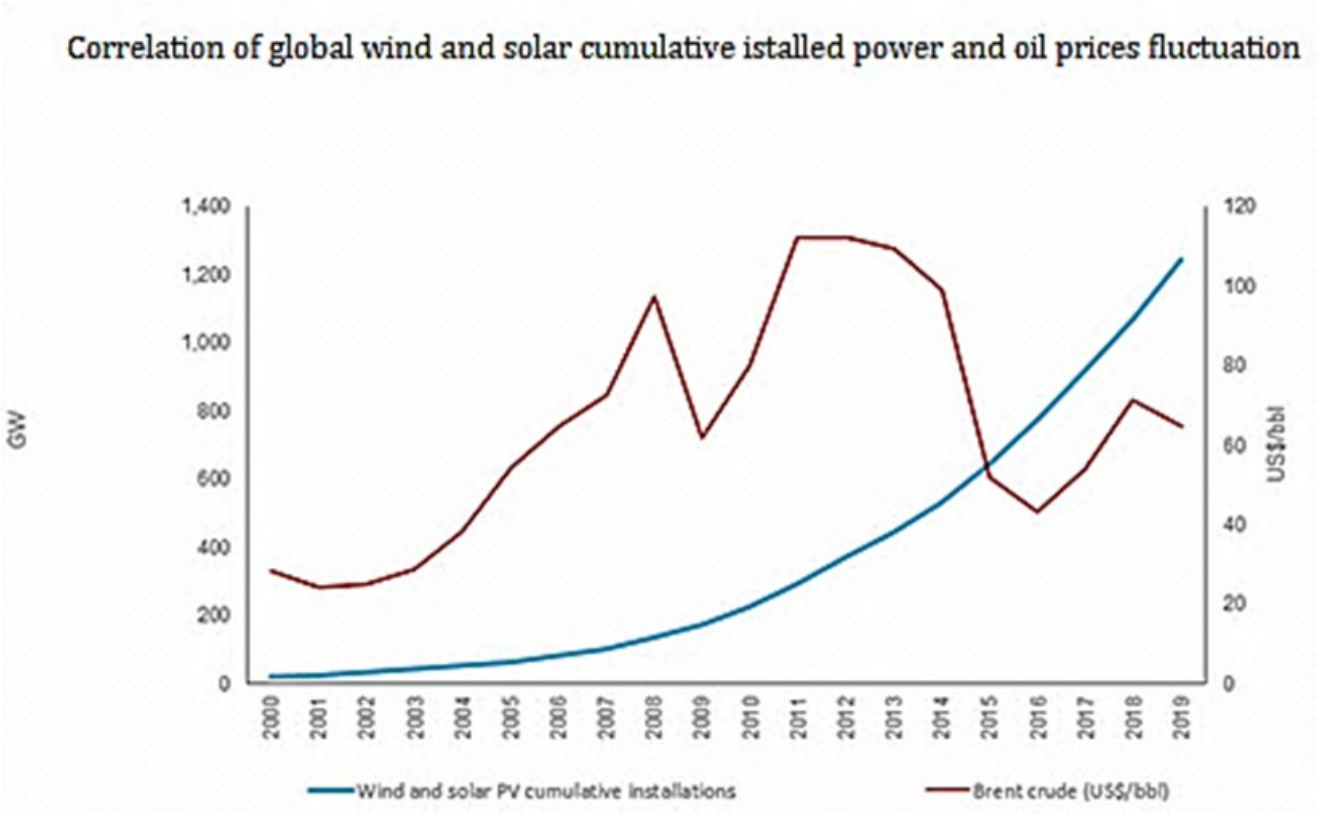


Рисунок 5 – Цены на нефть и общее количество ВИЭ на базе солнца и ветра

Источник: WoodMacKenzie[35]

При этом надо иметь в виду, что на практике ВИЭ используются для электрогенерации, а нефть – в основном для транспорта и химической промышленности, и напрямую они не пересекаются.

С другой стороны, ВИЭ, в том или ином случае, пока что все еще зависят от льготных условий их внедрения и эксплуатациив рамках бюджетов. Чем меньше цена на нефть, тем меньше их пополнение за счет налогов и акцизов на горючее и связанные с ним сферы.

[35]URL:https://www.woodmac.com/news/opinion/could-clean-energy-be-the-winner-in-the-oil-price-war/

Низкая цена бензина и дизеля, в свою очередь, не увеличивает долю электромобилей на рынках.

Аналогично дешевая нефть не способствует более широкому использованию биогорючих.

Относительно ВВИЭ цены на нефть (и газ, в т.ч. СПГ) также имеют определенное, хотя и разнонаправленное, влияние. Если они низкие, то производство пластика и других материалов становится дешевле, чем их рециклирование. Это неизбежно становится предпосылкой для увеличения доли отходов, а значит и потребности в утилизации, в т.ч. и ВВИЭ. Удешевление же газа (в результате его привязки к нефтяным ценам или по состоянию рынка), как источника для тепло- и электрогенерации, будет сильнее конкурировать с их производством за счет ВВИЭ.

Уменьшение доходности за счет продажи нефти по низким ценам также негативно будет отражаться на инвестиционном потенциале для НИОКР и внедрения ВВИЭ в целом.

Более высокие цены на нефть, наоборот, сделают более весомыми преимущества биогорючего, ВВИЭ, а также увеличат долю электромобилей.

Зависимость между ценами на нефть и использованием “зеленых” источников, как отмечалось, не является линейной. Во многих государствах есть различного рода требования, по которым ту или иную “зеленую” энергию надо выкупать полностью и в первую очередь. Это ставит традиционные источники в неблагоприятное положение гарантирующих мощностей по остаточному принципу. При низких ценах на нефть это может значительно снизить возможности реинвестирования в добычу и производство традиционных источников.

1.4 ВВИЭ и устойчивое развитие

Концепция устойчивого развития (УР) была утверждена Генеральной Ассамблеей ООН в 1987 г. и стала применяться в той или иной степени, на

национальном уровне во всех государствах её членах. В ее основе, среди прочих, лежит ответственное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды в условиях нарастающей эксплуатации этих ресурсов для обеспечения потребностей людей, с одной стороны, и ограничения их количества, а значит, и негативного воздействия на природу, с другой.

На основе Концепции были разработаны семнадцать конкретный целей, изображенных на рисунке 6 (в виде графического изображения) и Таблице 3 (развернутое описание).



Рисунок 6 – Цели устойчивого развития

Источник: ООН[36]

[36]URL:https://sustainabledevelopment.un.org

Таблица 3 – Цели в области устойчивого развития (развернутое описание)

1. Повсеместная ликвидация нищеты во всех её формах
2. Борьбы с голодом, обеспечение продовольственной безопасности, улучшение питания и содействие УР сельского хозяйства
3. Здоровый образ жизни и благополучие для всех в любом возрасте
4. Всеобщее справедливое качественное образование и поощрение обучения на протяжении всей жизни
5. Гендерное равенство и расширение прав и возможностей женщин и девочек
6. Рациональное использование водных ресурсов и санитария для всех
7. Доступ к недорогостоящим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии
8. Содействие неуклонному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе
9. Создание прочной инфраструктуры, всеохватная и устойчивая индустриализация и внедрение инноваций
10. Снижение неравенства внутри стран и между ними
11. Открытость, безопасности, жизнестойкости и устойчивости городов и населенных пунктов
12. Рациональные модели потребления и производства
13. Срочные меры по борьбе с изменением климата и его последствиями
14. Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития
15. Защита, восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, управление лесами, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять деградации земель и утраты биологического разнообразия
16. Построение миролюбивых и открытых обществ в интересах устойчивого развития, обеспечение доступа к правосудию для всех и создание эффективных, подотчетных и основанных на широком участии учреждений на всех уровнях
17. Достижение устойчивого развития и активизация глобального партнерства в этих целях

Источник: ООН[37]

[37]URL:http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals

Наиболее емкое, краткое и получившее самое широкое распространение определение устойчивого развития дано Всемирной комиссией по окружающей среде и развитию (WCED), более известной как “Комиссия Брундтланд” – по имени ее председателя Гру Харлем Брундтланд. Сама комиссия была создана в рамках ООН в 1983 году “в связи с быстрым ухудшением окружающей среды, человека и природных ресурсов и негативных последствий экономического и социального развития”[38].

Согласно этому определению, “устойчивое развитие – это развитие человечества, при котором удовлетворение потребностей настоящих поколений осуществляется без ущерба для будущих поколений; управляемое сбалансированное развитие общества, не разрушающего своей природной основы и обеспечивающее непрерывный прогресс цивилизации”[39].

Для мониторинга процессов и прогресса, связанных с устойчивым развитием разработаны и применяются множество индикаторов. Только в областях, имеющих отношение к производству и использованию энергии, таких индикаторов тридцать. Они распределены между тремя сферами концепции устойчивого развития – социальной, экономической и экологической[40] и касаются всех источников энергии.

В идеале, для целей в области устойчивого развития необходима такая энергетическая система, которая обеспечивала бы достаточное количество требуемой и доступной энергии, и в то же время не наносила бы невосполнимого ущерба экосистеме.

Как уже отмечалось, основным препятствием для достижения этого является социальное противоречие, с одной стороны, доступности цены и экосообразности, с другой, особенно на фоне уменьшения запасов

---

[38]Brundtland Commission. Электронный источник. Режим доступа: URL:https://simple.wikipedia.org/wiki/Brundtland_Commission

[39]UNGA A/42/427, а также WCED (World Commissionon Environmentand Development), 1987. *Our Common Future.*Oxford, UK: Oxford University Press

[40]Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, by IAEA, UNDESA, EUROSTAT, EEA, IAEA Publications, Vienna 2005, pp.11-15

легкоизвлекаемых энергоносителей. В условиях рыночной экономики межтопливная конкуренция сама по себе не способствует формированию подобной энергетической системы. Если не принять меры, предотвращающих или компенсирующие негативные тенденции и ставящие во главу угла экологию, цели в области устойчивого развития никогда не будут достигнуты.

С другой стороны, как отмечалось, “чистые” и “зеленые” технологии в силу пока все еще высокой стоимости и издержек, а также относительно малой мощности, не позволят превратить их в реальную преобладающую альтернативу.

Традиционные источники, хотя и с заметным переструктурированием на данном этапе в сторону более “щадящих” (т.е. условно “от угля к газу и ВИЭ”), все-таки в обозримом будущем (10-20 лет как минимум) сохранят главенствующую роль в энергобалансе, постепенно уступая место возобновляемым.

Развитие ядерной энергетики и переход на более безопасные виды топлива и процессы, с точки зрения рисков радиационного заражения, в ближайшую перспективу предоставят новые возможности и оптимизирование системы энергоснабжения. Тем более, что ядерная энергетика, наряду с природным газом, являются пока наиболее эффективными источниками резервных мощностей[41].

В то же время энергию (электричество и тепло), производимую крупными энергообъектами, надо доставлять до конечного потребителя. В ряде случаев создание инфраструктуры, например, ЛЭП и теплотрассы, в отдаленных или малопотребляющих точках нерационально. Здесь лучше искать локальные решения, где комбинация “чистых” и “зеленых” источников может стать эффективной альтернативой.

Не на последнем месте стоит и феномен резко нарастающих объемов отходов. Использование технологий по их переработке в энергию помогут одновременно решить энергетические задачи и сохранить природу.

[41]Жизнин. С., Тимохов В. Ядерные аспекты энергетической дипломатии: Монография. М.: Издательство МГИМО-Университет, 2017. – 267 с.ISBN 978-5-9228-1656-4, с.177-195

Огромное значение для устойчивого развития (УР) имеет и увеличение энергоэффективности, снижение потребности в энергии, а также утилизация побочных продуктов промышленности и быта, например, использование вентиляционного тепла в дополнение к технологиям ко- и тригенерации.

Таким образом, можно сделать вывод, что синергия в данном случае будет заключаться в точном подборе типов, структуры и масштабов сочетания (“микса”) отдельных видов энергоисточников и мер повышения энерегосбережения.

При этом необходимо учитывать географию, инвестрасходы, энергопотребление и т.д.[42], чтобы обеспечить беспроблемное нарастающее замещение ископаемых энергоисточников более “чистыми” и “зелеными”. Этого можно достичь, упрощая и удешевляя внедрение этих источников, сочетая производство энергии и переработку отходов. Важное также повышение энергоэффективности производства (у источника), инфраструктуры ее передачи, а также у конечного потребителя, сокращая объемы первоначально требуемой энергии.

Сам этот процесс неизменно требует определенного внешнего вмешательства для ограничения использования ископаемых источников энергии и внедрения более безвредных.

На различных уровнях – от глобального (Киотский протокол и Парижское соглашение), регионального (Европейский союз) и локального (на уровне суб-регионов и государств) – на практике уже применяются ряд финансовых и регулятивных мер, корректирующих негативные аспекты межтопливной конкуренции. Более подробно об этом будет в Главах 2 и 3.

Важная роль и место ВВИЭ, особенно при растущем количестве отходов, очевидны и альтернативы в обозримом будущем не будет. В первую очередь, это весьма важно для сохранения окружающей среды от дальнейших загрязнений.

В то же время, как отмечалось, появились решения о возможности замещения энергоемких (например эндотермических) технологий утилизации

[42] Жизнин С.З. Основы энергетической дипломатии. – М.: Издательство МГИМО-Университет, 2013. – С.9-14.

энергогенерирующими мощностями (в т.ч. экзотермическими), что несомненно является дополнительными преимуществами. Это делает ВВИЭ эффективным средством, которое можно успешно использовать в качестве одного из важных инструментов достижения целей в области устойчивого развитие ООН.

При этом, внедрение ВВИЭ поможет не только конкретным целям УР, непосредственно связанных с энергетикой и экологией (цели 7 и 13), но и будет иметь позитивный эффект и способствовать воплощению других целей в области устойчивого развития.

Так, например, инвестиции в секторе использования ВВИЭ создадут дополнительные рабочие места, увеличат ВВП и сделают реальной цель 1 – ликвидацию нищеты.

Некоторое смещение фокуса использования биогорючего в сторону ВВИЭ поможет цели 2 – борьба с голодом.

Утилизация в чистую энергию отходов и загрязнителей имеет непосредственное отношение к цели 6 – чистая вода и санитария.

НИОКР, связанный с ВВИЭ, органично вписывается в цели 9 и 11.

Внедрения ВВИЭ сможет напрямую привести к новым партнерствам для достижения целей в области устойчивого развития – цель 17.

Выводы по первой главе

- ВВИЭ имеют весьма значимый энергетический потенциал, а их правильное использование и утилизация делают их “двойными-зелеными решениями” (ДЗР, Dual-Green Solutions - DGS).
- По сравению с некоторыми ВИЭ, основные ВВИЭ имеют определенные преимущества, позволяющие их постоянно использовать, в отличие от цикличности при использовании ВИЭ – ветра, солнца, энергии приливов и т.д. Таким образом, ВВИЭ сами по себе могут стать главным элементом для создания резервных мощностях и устойчивой энергосистемы.

- ВВИЭ имеют ключевое значение для ЦУР, гармонично воплощая средства получения неисчерпаемой на практике “зеленой” или “чистой” энергии, с одной стороны, и предотвращая нарастающее загрязнение окружающей среды правильной утилизацией текущих и уже депонированных отходов, с другой.

- Использование ВВИЭ, подпадающие под авторское определение самостоятельно или вместе с мерами повышения энергоэффективности (ко- и тригенерация, санирование в строительстве, уменьшение затрат при транспортировке электричества и тепла, и т.д.), напрямую будет уменьшать потребности как в первичных традиционных энергоисточниках, так и в ВИЭ.

- Применение ВВИЭ, наряду с ВИЭ, все больше будет влиять на формирование новой модели межтопливной конкуренции, где комбинация таких факторов, как удешевление новых технологий и создание позитивных и/или негативных стимулов, приведёт к постепенному вытеснению традиционных энергоисточников. Поэтому следует ожидать, что в ближайшем будущем основная конкуренция, особенно в Европе и США, сместится и будет между возобновляемыми (ВИЭ) и остальными альтернативными (нетрадиционными) источниками. Этому будут способствовать и новые технологии, например, связка “зеленого” водорода и улавливаемого CO_2.

ГЛАВА 2.
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВНЕДРЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВВИЭ В ЕВРОПЕЙСКОМ СОЮЗЕ

2.1 Организация, технология и экономика использования ВВИЭ

Европейская комиссия и Европейский союз в работе с ВВИЭ пока не имеют интегрированной структуры и единой регуляторной базы, сравнимой с существующими по ВИЭ.

Независимо от этого, общий подход намечен – это изучение основных направлений и базовых документов, их определяющих и регулирующих.

Безусловно, центральное место в политике ЕС по использованию ВВИЭ занимает тематика отходы-в-энергию (Приложение 4). В отличие от политики внедрения и использования ВИЭ по классификации IRENA, здесь упор делается, в первую очередь, на концепциях и философии экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ) и экономики ноль-отходов (ЭНО), о которых говорилось в Главе 1. Логика этого подхода достаточно ясная и целенаправленная.

В рамках преобладающей сегодня модели линейной экономики жизненный цикл продукта начинается с его добычи или производства, а дальше – коммерциализация, использование и утилизация (выбрасывание/депонирование).

Модель линейной экономики в условиях ограниченных ресурсов неустойчива, в отличие от модели экономики замкнутого цикла, делающей упор на повторном использовании, регенерации ресурсов и сведении до минимума генерации и отложения отходов, что несомненно является реальной и намного более выигрышной альтернативой.

Кроме очевидной экологической выгоды, эта модель предоставляет и ряд экономических и социальных преимуществ.

На Рисунках 7 и 8 схематически представлены диаграммы сравнения циркулярной, линейной и экономики замкнутого цикла.

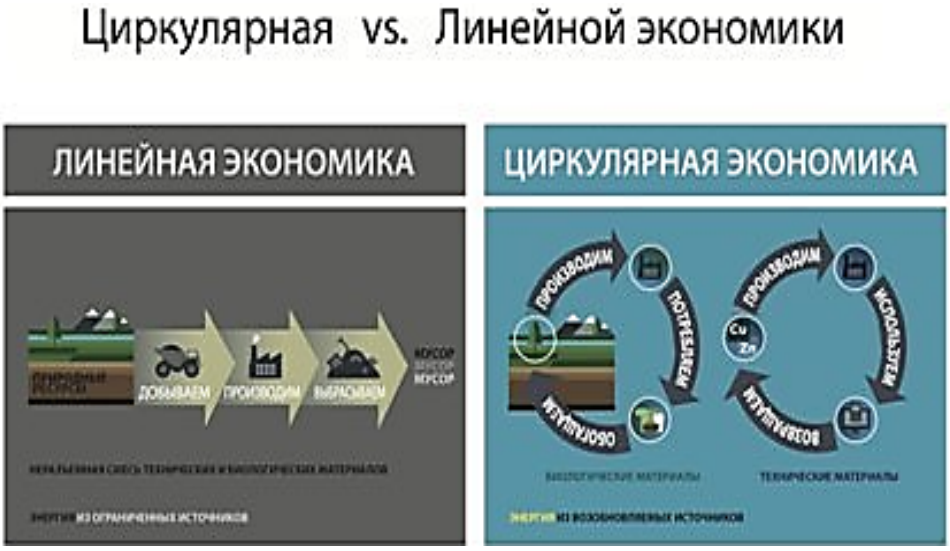


Рисунок 7 – Сравнительная диаграмма альтернативных экономик

Источник : Ellen McArthur FoundationReport 2014[43].



Рисунок 8 – Диаграмма экономики замкнутого цикла

Источник: СИБУР[44]

[43]URL:https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf)

[44]URL: https://www.sibur.ru/about/products/production/test.php

Впервые модель экономики замкнутого цикла была предложена ученым Вальтером Стахелем, который в 1976 году по заказу Европейской комиссии впервые очертил параметры ЭЗЦ в специальном докладе. Основные его выводы и предложения были опубликованы позже в виде монографии “Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy”[45]. Впоследствии Фонд “Эллен Маккартур” заказал известной консалтинговой компании “Макензи и Ко” доклад “Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition”[46].

Доклад получил широкую огласку и подробно рассматривался на многих международных форумах и форматах, в т.ч. в рамках ООН, Всемирного экономического форума (ВЭФ) и, конечно, в Европейском союзе.

В нем, опираясь на многочисленные исследования и моделирования трендов, утверждалось, что подходы ЭЗЦ только в промышенном секторе страны ЕС помогут сэкономить 630 миллиардов долларов США ($ млрд) к 2025 году, без потери рабочих мест при развитии таких секторов, как НИОКР, рециклирование, обновление/ремонт, повторное использование, управление процессами.

На основе этого доклада 2 декабря 2015 г. Европейская комиссия Европейского союза (ЕК/ЕС) приняла “План действия в области экономики замкнутого цикла”[47]. Он предусматривал широкую трансформационную программу, направленную на выполнение обязательств в рамках “Повестки устойчивого развития к 2030 год”[48] и принятых в 2018 г. При этом предусматривался потенциал для экономического роста путем перехода на устойчивое потребление и производство. Сама повестка в рамках ЕС включала достижение следующих основных целей:

- минимум на 40% сократить выбросы парниковых газов (по сравнению с уровнями 1991 г.);

---

[45]"Cradle to Cradle | The Product-Life Institute". Электронный ресурс. Режим доступа: URL: http://www.product-life.org/en/cradle-to-cradle

[46] URL:https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf)

[47]Closing the loop—An EU action plan for the circular economy, COM (2015) 614 final, Режим доступа: URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614

[48]URL:https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en

- минимум на 32% увеличить долю возобновляемой энергии;
- повысить энергоэффективность не менее, чем на 32.5%.

План также призывал к быстрому принятию и началу имплементации пакета нормативных актов, которые способствовали бы его исполнению.

В результате были обновлены и приведены в соответствие с этими документами существующие нормативные акты и разработаны новые программы работы с отходами.

В этом плане, по своему характеру Европейское законодательство по отходам имеет рамочный характер и согласуется со смежными сферами. Оно устанавливает, помимо прочего, общие принципы, определения, требования и рекомендуемые практики обращения с отходами, более детально описывает работу с опасными или сцецифическими отходами, их транспортировку, импорт/экспорт и т.д.

Центральное место в этом рамочном законодательстве занимает Директива 2008/98/ЕС от 19.11.2008 г. “Об отходах и замене некоторых Директив”[49]. В ней записано, что “Основной задачей любой политики обращения с отходами является минимизация негативного воздействия образования отходов и обращения с ними на человеческое здоровье и окружающую среду. Кроме этого политика обращения с отходами направлена на уменьшение расходования ресурсов и поддержку практического применения иерархии отходов”.

Сама “Иерархия управления отходами”, основанная на приоритетных направлениях, описанных в статье 4 Директивы 2008/98/ЕС, обычно в виде пирамиды (Рисунок 9).

[49]URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098

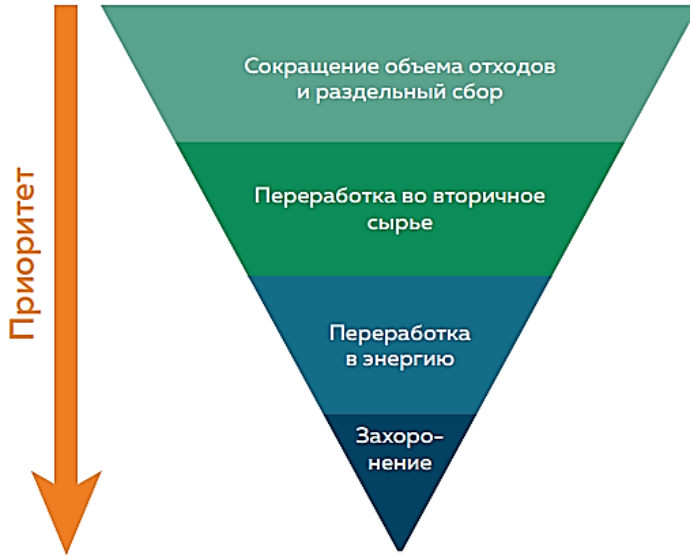


Рисунок 9 – Иерархия управления отходами

Источник: Директива ЕС по отходам 2008 г.

Из текста Статьи 4 и пирамиды Иерархии отчетливо видно стремление на уровне ЕС снизить захоронение вплоть до нуля. К сожалению, это пока ни одному государству не удалось, хотя Германия, Австрия, Бельгия, Голландия, Дания, Швеция и Финляндия достаточно близко подошли к этой цели при средней доле захоронения по ЕС до 23% – по данным Евростата (см. рисунок 10 ниже). Амбиции ЕС – довести долю захоронения к 2030 г. в среднем по ЕС до 10%.

Снижение доли захоронения упирается в ряд причин, прежде всего объективных. Среди них – невозможность рециклирования или повторного использования некоторых отходов, особенно содержащих токсичные и опасные компоненты или уже рециклированных несколько раз и утративших основные качества.

В Директиве 2008/98/ЕС также заложены и другие конкретные цели. Статья 11 закрепляет положения, что к 2015 г. система раздельного сбора, по крайней мере, касательно бумаги, пластмассы, стекла и металла, должна быть введена в практику всех стран. К 2020 г. подготовка к повторному использованию и переработке отходов – бумаги, металла, пластика и стекла, генерированных домашними хозяйствами и других, схожих с отходами домохозяйств потоками,

должны быть как минимум 50% по весу, а неопасных отходов строительства и сноса, за исключением естественных материалов – 70% по весу.

И хотя первая цель не была достигнута в рамках ЕС даже к 2019 г., в основном, в Восточно-европейских государствах, то есть достаточно оснований ожидать, что остальные две цели имеют все шансы быть исполненными по Европейскому союзу в среднем, хотя и не для каждого государства.

Директива также обязывает государства-члены ЕС на национальном уровне поощрять и организовать раздельный сбор масел, с их последующей переработкой или утилизацией, и органических отходов для компостирования или биоразложения (статьи 21 и 22).

По этим целям точной информации нет, но, скорее всего, ситуация обстоит как и с отдельным сбором отходов. Так, например, если в Германии, Австрии, скандинавских странах запрещено выбрасывать даже масло использованное в общественом питании и есть система его отдельного сбора и последующий обработки, то в Восточно-европейских странах это применимо скорее только к машинному и автомобильному маслам, и то не в полной мере.

Ситуация по исполнению Директивы 2008/98/ЕС на 2018 г. представлена на рисунке 10.

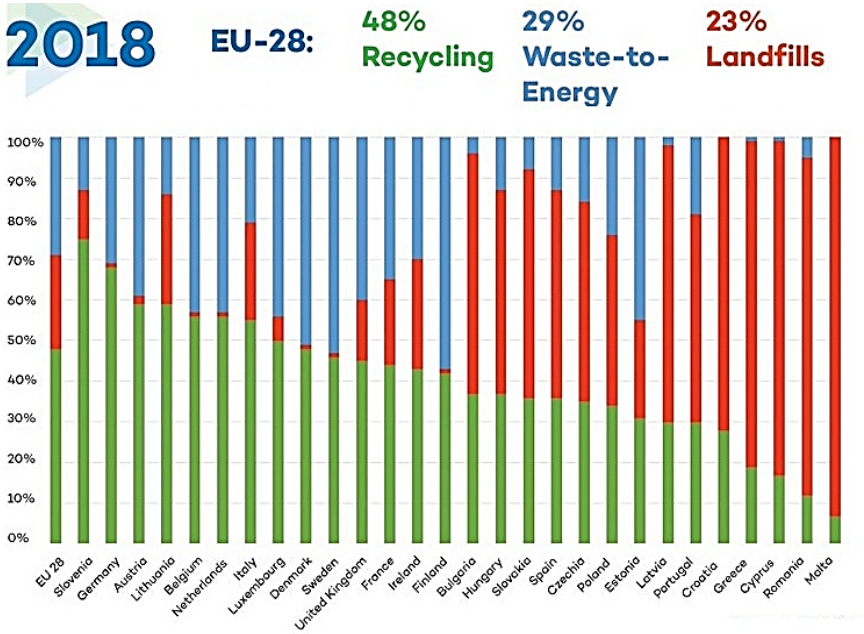


Рисунок 10 – Ситуация по исполнению Директивы 2008/98/ЕС– 2018 г.

Источник: Евростат, 2019

Важное значение для понимания подхода ЕС к ВИЭ в расширенном измерении (с многочисленными отходами и биомассой), в определенной степени относящимися и к ВВИЭ, имеет Директива 2009/28/ЕС от 23.04.2009 г. о мерах поощрения использования энергии из возобновлямых источников и отменяющая Директивы 2001/77/ЕС и 2003/30/ЕС[50].

Ключевые вопросы преобразования отходов в энергию (О-в-Э) затрагиваются в документах ЕС “Waste Incineration Directive”, WID, Directive 2000/76/EC (сейчас они уже являются частью документа “The Industrial Emissions Directive”, (IED) 2010/75/EU, который задает параметры и требования к заводам по О-в-Э), а также BREF (Best Available Techniques Reference), содержащий набор лучших применимых технологий[51].

Изложенное показывает со всей очевидностью, что если условно отделить уменьшение захоронений отходов, наряду с мерами по сокращению их объемов и раздельного сбора, а также переработку во вторичное сырье, все более важное значение в концепции ЕС, основанной на “Йерархии отходов”, приобретает превращение остаточных отходов в энергию.

Тогда увеличение доли и требований к мощностям О-в-Э будет прямо пропорционально уменьшению доли захоронений и обратнопропорционально мерам по предотвращению отходов, увеличению доли рециклирования.

Это чётко отражено в докладе Европейской конфедерации заводов по выработке энергии из отходов (CEWEP) представленном в конце 2019 г. широкому кругу европейских политиков, бизнес-лидеров и ученых. Согласно выводам доклада, даже при выполнении всех целей ЕС по переработке отходов во вторичное сырье к 2035 году Европа будет производить около 142 млн. тонн остаточных отходов. Сегодняшний потенциал заводов по выработке энергии из отходов – не более 100 млн. тонн, что создает дефицит мощностей более 40 млн. тонн. Эти цифры не отражают уже существующие объемы отходов,

[50]URL:https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0028
[51]URL:https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2019.312.01.0055.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2019%3A312%3ATOC

подлежащих уничтожению тем или иным способом, в том числе, и превращением в энергию.

CEWEP предлагает также свою “дорожную карту”, в т.ч. и для решения данной проблемы, которая выражает мнение определенных групп экспертов и практиков в рамках ЕС[52].

В принципе есть более распространенное суждение, по которому все неподлежащие рециклированию отходы органического характера и некоторые другие можно инсинерацией переработать в энергию. К нему присоединяется и CEWEP по вполне понятным причинам.

Полностью согласиться с таким подходом нельзя.

Во-первых, инсинераторы непригодны для работы, например, с отходами, содержащими даже небольшое количество PVC (поливинилхлорид), который в недалеком прошлом и сегодня широко используется. PVC-отходы постоянно увеличиваются из за подмены пластиковых изделий, которые его содержат или сделаны целиком из него, как, например, очень популярные до недавнего времени водопроводные трубы. Выделяемый при его термической обработке хлор в контакте с воздухом и влагой превращается в очень агрессивную субстанцию, разрушающую конструкции инсинераторов и выходящую в атмосферу в виде опасных выбросов.

При инсинерации, как уже отмечалось, в отличие от некоторых других методов и технологий (пиролиз, газификация, и т.д.), выделяются также достаточно диоксинов и фуранов, требующих фильтрации и дополнительной утилизации. Не случайно экологические требования к инсинераторам выше, чем для других технологий. Есть и иные примеры. Все они указывают на необходимость разработки и внедрения новых перспективных технологий для безопасной утилизации отходов.

В то же время надо отдать должное докладу CEWEP, где, в числе прочего, предлагаются решения, касающиеся, например, переработки смешанных отходов.

Подобные доклады и саму практику однако нельзя считать

[52]URL: https://www.cewep.eu/wte-roadmap

основополагающими для вывода, что индустрия О-в-Э это только мусоро-сжигательные заводы и инсинераторы.

На практике подходы и технологии в мире и ЕС намного шире, что отражено и в нормотворческой деятельности Европейского союза. Так, в “Сообщении комиссии к Европейскому парламенту, совету, Экономическому и социальному комитету и комитету регионов, О роли отходов-в-энергию в Экономике замкнутого цикла”от 21 января 2017 г. (Communication from Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of Regions, The role of waste-to-energy in the circular economy, 21.01.2017, COM(2017) 34 final)[53] специально подчеркивается, что О-в-Э – это “широкий термин, который охватывает намного больше, чем инсинерация отходов”. Он “включает разные процессы обработки отходов, генерирующие энергию (например в форме электричества и/или тепла или производство горючего из отходов), каждый из которых имеет разную степень влияния на экологию и потенциала” для ЭЗЦ.

Так как целью данной работы не является детальное рассмотрение самих технологий, акцент ставиться только на их коротком описании, которое позволит оценить их роль и место с экономической точки зрения, в дополнение к уже изложенному в Главе 1.

На рисунке 11 представлена одна из самых полных диаграмм, отражающая “дерево” доказаных технологий О-в-Э.

[53]URL:https://ec.europa.eu/environment/waste/waste-to-energy.pdf

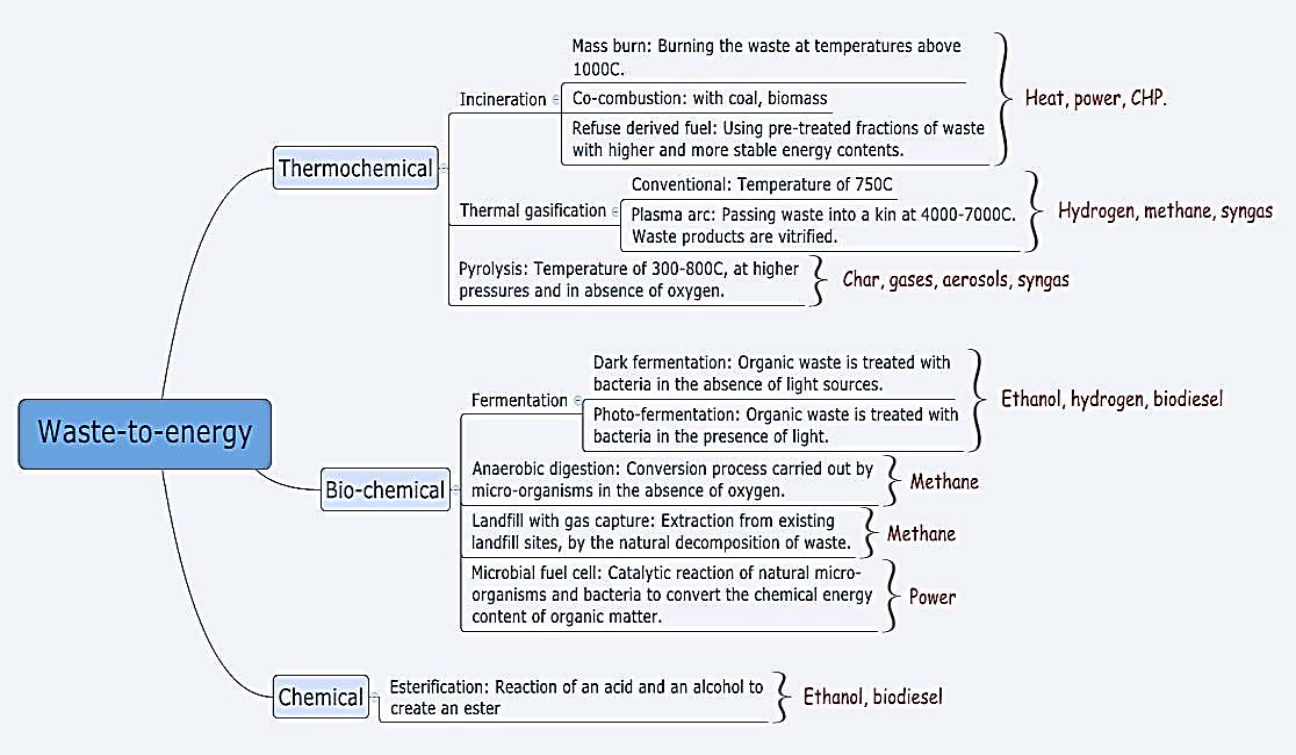


Рисунок 11 – “Дерево” технологий О-В-Э

Источник: LoRe, Piamonti, &Tarhini[54]

На диаграмме виден широкий спектр возможностей различных технологий переработки отходов в энергию. В нее включены все виды отходов, в т.ч. и чистая биомасса, что является более широким подходом к определению ВВИЭ на базе отходов, чем принятый Европейским союзом (см. также пояснение к авторскому определению ВВИЭ на с.23)

Из нее также видно, что есть много технологий, позволяющих не только генерировать напрямую электричество и/или тепло, но и получать разного рода энергоносители (например отходы-в-газ – О-в-Г, Waste-to-Fuel - W-t-F), другие полезные продукты или сырье для дальнейшего использования.

Это очень важно, так как показывает широкие дополнительные возможности по хранению энергоисточников, их использованию в транспорте, а также в химических и металлургических заводах, в качестве прекурсоров для других продуктов.

[54]URL:https://www.worldenergy.org/assets/images/imported/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf

С экономической точки зрения, их разнообразие позволяет дифференцированно подходить к каждому источнику и его применению, синергетически сочетать их для получения оптимального результата, учитывая капитальные и операционные расходы на каждую технологию, ее использование отдельно или вместе и получаемую выгоду. Продукты переработки отходов в энергию не являются непременно взаимозаменяемыми, и если более калорийные можно использовать самостоятельно на транспорте, в хозяйствах, в химических производствах, и для долгосрочного хранении, и т.д., то низкокалорийные отходы лучше использовать как дополнение к другим видам топлива.

Очень важным показателем является баланс “затраты-выгоды”. Именно по позитивному и негативному эффекту должна оцениваться эффективность конкретной технологии или их комбинации, а также конкурентноспособность при отсутствии стимулирования, т.е. должен учытываться и подход “затраты-эффективность”.

Если при утилизации отходов расходы превышают доходы, то чисто рыночные принципы неприменимы. Например, утилизация плазмой медицинских отходов, где есть огромные энергетические (и соответственно финансовые) затраты без извлечения полезных продуктов. Её скорее нужно рассматривать не с точки зрения О-в-Э, а как оказание услуги по безопасной утилизации, и применять другие бизнес-модели и экономические подходы, в т.ч. дополнительные стимулы например высокие утилизационные сборы (gate-tax), хотя технология уничтожения и переработки может быть схожей технически с О-в-Э.

Сама Директива 2008/98/ЕС, кроме всего прочего, классификацирует отходы на опасные и неопасные. При этом опасные должны собираться отдельно, а статья 18 устанавливает прямой запрет на смешивание опасных отходов с другими их видами, за исключением экологически безопасного использования или удаления.

С другой стороны, авторский анализ упомянутых выше и других применимых нормативных документов явно показывает непригодность

стандартных заводов по О-в-Э для утилизации опасных отходов, вплоть до прямого запрета.

Такая утилизация возможна только с применением специальной системы переработки и фильтрации, что требует особого внимания к этому подсектору, в том числе, и путем создания дополнительных стимулов для его развития.

При этом некоторые из таких технологий все таки позволяют получать дополнительную энергию за счет трансформации энергопотенциала переработки органических компонентов при утилизации. Их эффективность не может сравниваться с технологиями стандартной переработки О-в-Э, работающими на безопасном сырье, но суть, как раз в безопасной утилизации, а другие выгоды второстепенны.

Отдельно остановимся на водороде, о котором уже говорилось. Водород не существует в природе отдельно, только в органических соединениях, самое разпространенное из которых – вода. При этом, на данный момент он рассматривается, вероятно, как самый перспективный ключевой источник энергии. На это есть ряд причин, среди которых его высокий энергетический потенциал, по сравнению с другими источниками, на единицу массы (1 кг водорода имеет энергию равную примерно 2.8 кг бензина АИ-95), полное отсутствие или незначительное количество вредных выбросов при его использовании (но в определенных условий использования могут выделятся незначительное количество окиси азота, NOx), возможность долгосрочного хранения, а также разнобразие способов транспортировки, в том числе, в сжиженом состоянии, в компрессированном виде и по трубопроводам.

Кроме этого, водород можно добавлять к другим горючим, улучшая их экологические и энергетические показатели. Большую надежду подают и водородные топливные элементы, которые используются для получения электроэнергии. В этой связи, очень важно отметить, что в июле 2020 года в Германии была принята национальная водородная стратегия, основу которой ЕС использовал для разработки Европейской водородной стратегии на период до 2050 года. Все это может серьезно изменить ситуацию на европейском и мировом

энергетическом рынке ВВИЭ, поскольку, как отмечалось, водород является одним из видов ВВИЭ.

На рисунке 12 представлены основные сферы применения водорода, в каждой их которых формируются рынки этого энергетического ресурса, а также оборудования и услуг по его эксплуатации.

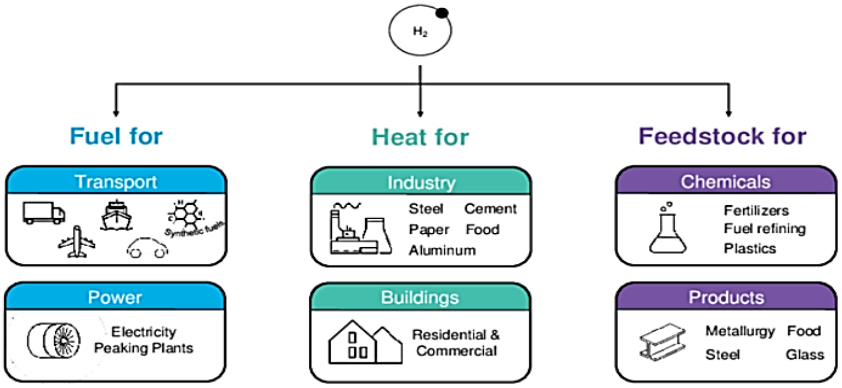


Рисунок 12 – Сферы применения водорода

Источник: BloombergNEF[55].

Среди недостатков водорода, как горючего, пока еще высокая цена его производства и применения, пожароопасность, а также необходимость в значительном количестве внешней энергии для производства. Последнее особенно важно, так как в настоящее время для промышленной добычи водорода применяют риформинг ископаемых источников энергии, таких как, например, метан и уголь. Это сопровождается выделением большого количества CO_2 и других вредных выбросов, в том числе, из-за применения традиционных источников энергии, потребляемой при производстве.

Основная задача здесь в том, чтобы довести промышленное производство водорода только используя ВИЭ или ядерную энергию, делая его рентабельным.

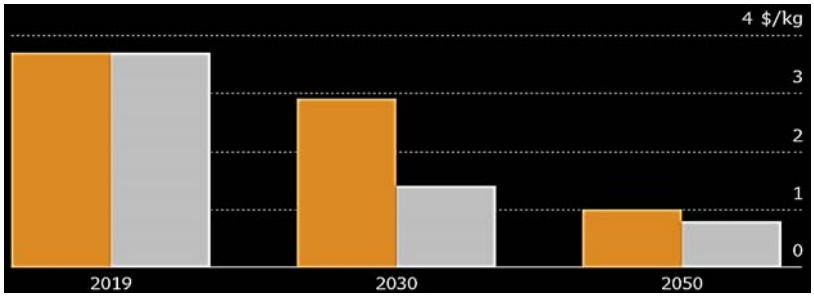
При этом принято называть водород “зеленым”, если его получают из безуглеродной энергии и технологии (например, разложением воды электролизом с помощью электричества от ВИЭ), или “голубым”, когда он добыт из природного газа. Есть и другие дополнительные “цветные” классификации – “желтый” при

[55]URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-08-21/cost-of-hydrogen-from-renewables-to-plummet-next-decade-bnef

использовании атомной энергии, “коричневый” когда добывается из угля т.д. Есть и технологии получения водорода от биомассы и отходов.

В экспертных кругах приходят к согласию, что стоимость добычи водорода при использовании ВИЭ будет резко снижаться в течение следующих десятилетий, что сделает его очень конкурентным и чистым источником энергии[56]. По некоторым прогнозам, к 2030 г. “возобновляемый водород” может стоить менее $1,40 за килограм, а его сегодняшняя цена в пределах $2,50-$6,80. К 2050 г. она, возможно, упадет до $0,80 за килограмм (при использовании технологии электролизы воды и ВИЭ). Для сравнения: на получение эквивалентного количества энергии сегодня надо потратить $1,9-$2.17, т.е. водород постепенно становится более конкурентным источником[57].

Есть прогноз, что при оптимальных технических решений для установок с использованием электролиза и электричеством полученным от солнечных панелей и ветрогенераторов с удельной электрической мощностью 1MWe/h, стоимость производства водорода в этих объемах составит к 2030 $24, а к 2050 гг. – $15. В оптимистическом сценарии этого прогноза заложены также ожидания, что стоимость электричества, произведенного этими ВИЭ, тоже со временем будет снижаться (рисунок 13).



- консервативная оценка

- оптимистическая оценка

Рисунок 13 – Прогноз по ценам на водород

Источник: BloombergNEF[58]

[56]URL:https://energypost.eu/renewable-hydrogen-already-cost-competitive-says-new-research
[57]URL:https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-08-21/cost-of-hydrogen-from-renewables-to-plummet-next-decade-bnef
[58]URL:https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-08-21/cost-of-hydrogen-from-renewables-to-plummet-next-decade-bnef

Снижение цен на водород и превращение его в конкурентноспособный источник энергии позволит решить одну из самых значимых проблем использования ВИЭ, а именно – невозможность (пока) хранить производимую энергию, например, в мегаакумуляторах. Их создание сопряжено с огромными техническими проблемами и расходами, что делает их неприменимыми на практике в обозримом будущем. Комплекс, где водород получают электричеством от ВИЭ и/или ВВИЭ, особенно при перепроизводстве этого электричества, с последующем хранением и транспортировкой будет одним из тех комбинированных или гибридных решений, где недостатки одного способа через синергию превращаются в преимущества другого, и наоборот. Такой подход очень важен для оценки экономического аспекта использования ВВИЭ и создания рентабельных, энергоэффективных и экобезопасных высокотехнологических моделей.

Надо помнить, что в целом многократная конверсия небиологических газов по схеме энергия-в-газ и наборот (Power-to-X, P-t-X) становится все более самостоятельной и, несомненно, будет играть ключевую роль в трансформации энергетики в углеродно-нейтральном направлении.

Как уже отмечалось, очень большим энергетическим и экономическим потенциалом обладают ВВИЭ$_{(побочные)}$. Только отработанное тепло в рамках Европейского союза имеет энергетический потенциал, достаточный для производства 300 Твт/ч в год[59], а рынок систем рекуперации отработанного тепла может превысить 65 миллиардов евро к концу 2021 г. с тендецией роста до 6,9% в год[60]. Учитывая эти показатели, нельзя забывать, что они обобщают выделение тепла от любых источников энергии, а не только от ВИЭ и других ВВИЭ. Их более полное применение в любом случае сэкономит другие энергетические ресурсы и поможет сократить вредные выбросы.

---

[59]См поробнее: Bianchi, G., Panayiotou, G.P., Aresti, L. et al. Estimating the waste heat recovery in the European Union Industry. Energ. Ecol. Environ.**4,** 211–221 (2019) Режим доступа: URL: https://doi.org/10.1007/s40974-01900132-7 или https://link.springer.com/article/10.1007/s40974-019-00132-7#ref-CR14

[60]См подробнее: Markets (2018) Waste Heat Recovery System Market by Application (Preheating and Steam & Electricity Generation), End-Use Industry (Petroleum Refining, Metal Production, Cement, Chemical, Paper & Pulp, and Textile) – Global Trends & Forecasts to 2021, Режим доступа: URL: https://www.marketsandmarkets.com/MarketReports/waste-heat-recovery-system-market-202657867.html

Для настоящей работы были проанализированы содержание, использование и возможные результаты/продукты применения ВВИЭ на основе авторской классификации последних, представленной в Главе 1. Результаты этого анализа представлены в сводных Таблицах 4, 5 и 6.

Таблица 4 – Сравнение и классификация ВВИЭ (ЭЭ, Экон., Экол., ИнвестЗ.)

Тип ВВИЭ		Энергоемкость	Экономика**	Экологичность***	Инвестиционные затраты
Отходы					
	ТБО	С-В	СО (вкл утилсборы)	НУ	С-В
	Пром	С-В	СО (вкл утилсборы)	НУ	С-В
	СХ*	С	Д-СО (вкл утилсборы)	НУ до УН	С-В
Побочные					
	Тепло	С	Доб Д(Ко-Ген)	УН	Нз до С
	Тепл. выбр	М	Нз/Доб	Н до УН	Нз
	Мех	М-С	Нз/Доб	УН	Нз
	ЭМ	М	Доб	УН	С-В
	Давление	М	Нз/Доб	УН	С-В
Производные					
	Биогорючее*	В	Д до СО	НУ до НУ	С-В
	Водород	В	СО (в ближ персп)	УН	С-В
Легенда:	С-В - Средняя до Высокой				
	С- Средняя				
	М - Малая				
	М-С - Малая до Средней				
	СО –Самоокупаемая				
	Д –Дотационная				
	Доб – Добавочная				
	Нз – Незначительная				
	НУ - Нискоуглеродная				
	* – нечистая биомасса ** – соотношение дотация/самоокупаемость *** – по выбросам				

Источник: разработано автором по результатам исследования.

Таблица 5 – Сравнение и классификация ВВИЭ по возможным получаемым полезным продуктам

Продукт	Тепло		Газы					Карбон
Тип отхода	Прямое	Когенерация	Биогаз	Биоэтанол	Биодизель	Водород	Сингаз	Карбон
	использ.		Метан					
ТБО*	Д	Д	Ч		Ч	Р	Д	Д
Промышленные	Д	Д	Р			Р	Д	Ч
Сельхоз**			Д	Д	Д	Д	Д	Р
Легенда:								
Д – да								
Ч – частично								
Р – редко								
* – вкл. нечист.бм								
** – нечистая бм								

Источник: разработано автором по результатам исследования.

Таблица 6 – Сравнение и классификация ВВИЭ и их производных по типам энергоносителя, происхождению и возможным получаемым полезным продуктам

Тип энергоносителя	Происхождение	Крайний результат и условия использования					
		Электр	Тепло	Мех	Горючее**	Сохранение	Транспортировка
Электричество	ВД, СГ, Т, БД/БЭ/БВ/*	Д	Д	Д	услов	слож/невозм	Д
Тепло	БО, ПО, Т	Д	Д	Д		слож	Д
Механическое движение	ПО, М, ЭМ, Дав	Д	Ч	Д		невозм	невозм
Сингаз	БО, ПО	Д	Д	Д	Д	Д	Д
Биодизель	СХ*, ЖБО*	Ч	Ч	Ч	Д	Д	Д
Биоэтанол	СХ*, ЖБО*(ч)	Ч	Ч	Д	Д	Д	Д
Биоводород	СХ*, БО(ч)	Д	Д	Д	Д	Д	Д
Водород	Вода,	Д	Д	Д	Д	Д	Д
Легенда:							
Д – да	ВД – водород						
Ч – частично	БО – ТиЖБО*						
слож – сложно	ПО – промотходы						
невозм – невозможно	СХ – сельхоз отх						
нерент – нерентабельно	ЖБО – жидкие БО						
услов – условно	ЭМ – электромех						
(ч) – частично	Дав – давление						
* – нечистая бм	БГ – биогаз						
** – вкл. для транспорта	БВ – биоводород						
	БЭ – биэтанол						
	СГ – сингаз						

Источник: разработано автором по результатам исследования.

В Приложении 5 дан сравнительный анализ ВИЭ с традиционными источниками энергии по основным экономическим показателям и перспективам развития. Хотя таких точных данных по ВВИЭ пока нет, то без сомнения динамика развития будет схожей, особенно учитывая ожидаемую роль водорода, таким образом доля традиционных ископаемых источников будет еще быстрее сокращаться.

2.2 Система стимулирования внедрения и использования ВВИЭ в ЕС

В отличие от ВИЭ, Европейский союз не имеет обособленной системы поддержки и стимулирования развития и использования ВВИЭ (в т.ч. в объеме существующих и предложенных в этой работе определений этих источников).

Ввиду схожести проблем, а также частичного затрагивания аспектов, имеющих отношение к ВВИЭ, рассмотрим стимулирование ВИЭ и ее применимость по отношению к ВВИЭ.

Изучение стимулирования ВИЭ в ЕС само по себе не является основной целью настоящей работы, тем более что этой теме посвещено огромное количество исследований и данных, поэтому отметим только самые общие черты и принципы.

Заинтересованность Европейского союза в развитии и внедрении ВИЭ основана на комплексе проблем и вызовов современности.

Во-первых, страны ЕС в значительной степени зависят от импорта традиционных энергоносителей, а значит, и энергобезопасности ЕС и его членов. Цены на энергоносители волатильны. При этом, количество поставщиков в мире ограничено, а политические, экономические и другие риски транзита увеличиваются. Развитие собственного потенциала на базе ВИЭ усилит энергобезопасность и энергонезависимость.

Во-вторых, климатические изменения все больше влияют на повседневную жизнь, и существует опасение, что экстенсивное использование традиционных источников энергии станет основной причиной этого.

В-третьих, нарастающая загрязненность воздуха и источников воды от использования традиционных энергоисточников является неоспоримым фактом со всеми вытекающими негативными последствиями для людей и биосферы.

Поиск низко- или безуглеродных источников энергии, таким образом, является ответом на последние два факта, а меры по увеличению энергоэффективности приводят к уменьшению потребления энергии, в т.ч. из традиционных источников, оказывая дополнительную поддержку усилиям по сохранению природы.

Именно на основе этой “триады” строится система политических или стратегических стимулов развития и внедрения ВИЭ в ЕС (Приложение 6 отражает как на практике это решается в Болгарии).

Система нормативных стимулов строится как на международных обязательствах стран ЕС в этой области, в т.ч. “Рамочной конвенции ООН об изменении климата”, РКИК (Framework Convention on Climate Change, UN FCCC) и дополнительном протоколе к ней (более известный как Протокол Киото), а также “Парижском соглашении 2015 г.”, так и на юридических документах и других нормах и программах в рамках самого Европейского союза. Среди ключевых из них:

- Директива по возобновляемой энергетике (2009/28/ЕС).
- Программа пакета “20-20-20-2020”.
- Энергетическая стратегия союза 2015 год (в т.ч. и регулирующая функционирование Энергетического союза)[61].
- Повестка “2030”.
- А с конца 2019 г. – “Европейская Зеленая сделка” (предусматривает создание полностью углеродо-нейтрального региона в мире на территории всего ЕС к 2050 г.)[62] (Приложения 8, 9).

[61]URL:https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_15_4485)
[62]URL:https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Сами критерии оценки отдельных стимулов и схемы их применения отражены в “Ведущих указаниях Европейской комиссии для создания схем поддержки ВИЭ”, SWD(2013) 439 final[63].

Для практических целей, на наш взгляд, наиболее важны именно конкретные схемы и стимулы поддержки.

Они могут быть прямыми и непрямыми, обязательными или добровольными, позитивными и негативными.

Принято считать, что система стимулирования ВИЭ подразделяется условно на три группы – относящихся к цене, затратам и объемам.

Группа ценовых стимулов:

- Фиксированные тарифы (feed-in tariff, FIT) – означают, что для данного производителя ВИЭ устанавливается фиксированная цена за энергию вне зависимости от рыночной цены и ее колебания. Как правило, фиксированная цена всегда выше рыночной и является своего рода стимулом. Этот метод прост в применении, но требует очень сложных расчетов, основанных на ряде факторов и периодическом пересмотре тарифов, в т.ч. из за прогрессивного уменьшения стоимости на оборудование по мере развития технологий.
- Ценовая добавка или Премия (feed-in premium, FIP), преполагает продажу произведенной энергии по рыночным ценам и получение сверх этого премии на каждую единицу поставленной энергии. Премия может быть фиксированной или меняться по определенным формулам колебания рынка, чтобы уменьшить риски для производителя. Сюда входит, например, дополнительная плата за использование ВИЭ, не только для производства электроэнергии, но и в режиме ко- и тригенерации.
- Плата за мощность в принципе не отличается от относящейся к электроэнергетике в общем, но по стоимости выше.

Группа стимулов по затратам:

- Инвестиции на преференциальных условиях.

[63]URL:https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/10102/2013/EN/SWD-2013-439-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF

- Субсидии разного рода, в т.ч. бюджетные (государственные и муниципальные), по линии ЕС – целевые или типа de minimis, и т.д.
- Фискальные, предполагающие, например, налоговые льготы на инвестиции, амортизационные отчисления, и даже на прибыль.
- Налоги на невозобновляемую энергетику, например, на ископаемые источники (пример “негативного” стимула).
- Субсидирование заемного капитала или инвест-расходов, например, предоставление нулевой процентной ставки за кредит, при этом сама ставка восстанавливается кредитодателю из специальных фондов.

Группа стимулов по объему:

- Квотирование через систему зеленых сетрификатов – очень эффективный инструмент, пользуясь которым, производитель возобновляемой энергии получает сертификаты на произведенное количество зеленой энергии. Он может потом продавать эти сертификаты тем, кто обязуется соблюдать квотную модель. Продажа, таким образом, генерирует дополнительный доход. Эта мера тесно переплетена с системами “cap-and-trade” и на практике является частью самостоятельного сегмента национальных и международных рынков таких инструментов.
- Торги (Tender/auction), хотя и не являются самостоятельной схемой поддержки, но применяется некоторыми государствами ЕС для предоставления дополнительных финансовых вливаний в сектор. Они также успешно используются для оценки эффективности других мер поддержки в условиях конкурентной среды.
- Сальдированный учет (Net-metering) – все более популярный тренд, когда мелкие производители, например, на уровне самостоятельного или многоэтажного дома, устанавливают ВИЭ для своих нужд (в основном солнечные панели, ветрогенераторы, но в последнее время и биоустановки); при этом излишки возвращаются обратно в сеть, за что производитель получает деньги или энергетические кредиты.

Другие стимулы включают разные гранты, субсидии и льготы, которые

имеют отношение к НИОКР в области ВИЭ. Они хотя и не являются прямыми стимулами для производства возобновляемой энергии, но делаютзначимый вклад в развитие, оптимизацию и удешевление применяемых технологий.

Государства-члены ЕС различными способами определяют структуру и объемы поддержки ВИЭ, которые показаны в Таблице 7.

Таблица 7 – Схемы поддержки ВИЭ в странах ЕС

	RES – E	**Technology support in Electricity sector**	**RES - HC**	**RES – T**
BE	Quota (TGCs)	Specific	Tax deduction	Quota + Tax mechanism
BG	FIT(disc2016 for new)	Specific	Subsidy	Quota
CZ	FIT, FIP, Subsidy	Specific	Subsidy	Quota + Tax mechanism
DK	FIP, Tender, Loan, Net metering	Specific	Tax obligation/FIP	Quota + Tax mechanism
DE	FIT, FIP, Tender, Loan, Subsidy	Specific	Loans	Quota + Tax mechanism
EE	FIP	Partially neutral	Subsidy	Subsidies
IE	REFIT	Specific	Tax return, Subsidy	Certificate, Quota
EL	FIT, FIP, Tender, Subsidy, Tax	Specific	Tax relief/Subsidies	Quota, Subsidy, Tax
ES	FIT, FIP (Tender)	Specific	-	Quota + Tax mechanism
FR	FIT, FIP, Tender, Tax	Specific	Tax incentives/Subsidy	Quota + Tax mechanism
IT	FIT, FIP, Tender, Quota (TGCs)	Specific	Tax incentives/Subsidy	Quota
CY	FIT, Subsidy, Net metering	Specific	Tax incentives/Subsidy	Quota
LV	FIT, Net metering	Specific	-	Quota + Tax mechanism
LT	FIT (sliding), Tender, Subsidy. Tax	Specific	Subsidy, FIT	Quota, Subsidy, Tax
LU	FIT, FIP, Subsidy, Tax	Specific	Subsidy	Quota
HR	FIT, FIP, Subsidy	Specific	In progress	Quota
HU	FIT, FIP, Tender, Subsidy	Specific	Subsidy	Quota, Subsidy, Tax
MT	FIT, Subsidy	Specific	Subsidy	Quota
NL	FIP, Tender, Tax, Loan	Neutral	Individual subsidy	Quota + Tax mechanism
AT	FIT, Subsidy	Specific	Flat rate Subsidy	Quota, Subsidy, Tax
PL	FIT, FIP, Tender, Tax, Loan, RPS	Neutral	Subsidy	Quota
PT	FIT	Specific	-	Quota + Tax mechanism
RO	Quota (TGCs), Subsidy	Specific	Grants	Quota
SI	Tender (FIT, FIP), Subsidy	Specific	Subsidies	Quota + Tax mechanism
SK	FIT, Subsidy, Tax exemption	Specific	Subsidy	Quota, Tax
FI	FIT, Sliding FIP, Subsidy	Specific	Subsidy, Premium	Quota + Tax mechanism
SE	Quota (TGCs), Subsidy, Tax	Neutral	Tax exemption	Tax mechanism
UK	FIT, CfD, Tender, Quota (TGCs), Tax	Specific	Subsidy, Incentive	Quota

Источник: RES-Legal 2018[64]

Как отмечалось в п.2.1 этой Главы, в ЕС нет кодификации или единой системы поддержки внедрения и использования ВВИЭ.

[64]URL: http://www.res-legal.eu/compare-support-schemes

При этом одно из принципиальных отличий ВВИЭ от ВИЭ состоит в том, что в целом ВИЭ обладают, как правило, бесплатным “сырьем” и плата за их использовании не взимается (кроме биомассы, но это не меняет суть подхода, т.к. генерация на основе солнца и ветра пока преобладает).

В ЕС широко применяется принцип “загрязнитель платит”, а ВВИЭ в форме отходов, наоборот, предполагают утилизационные сборы за их переработку, т.е. операторы предприятий О-в-Э могут получать дополнительные средства за счет, например, gate-tax, в дополнение к доходам от производства электричества и/или тепла.

На уровне Европейского союза переход к финансированию более устойчивой модели управления отходами в целом идет путем софинансирования по линии когэзионных фондов (в частности, The European Regional Development Fund и The Cohesion Fund). Предварительным условием получения такого софинансирования является соответствие предполагаемой инвестиции с национальными планами государств-членов по управлению отходами, изготовленными для успеха договорных целей по повторному их использованию и рециклированию.

При этом, согласно “Плану действий по экономике замкнутого цикла” проекты сооружений для переработки остаточных отходов, например, инсинераторов, могут стать кандидатами для финансирования только в исключительных случаях, в ограниченном количестве и при убедительной аргументации, чтобы предотвратить создание избыточных ресурсов и более полно соблюдать тенденции поддержки “Иерархии отходов” (См. уже упомянутый документ Communication from Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of Regions, The role of waste-to-energy in the circular economy, 21.01.2017, COM(2017) 34 final[65].

Инвестиции по другим финансовым механизмам, как, например, The European Fund for Strategic Investment (EFSI) тоже играют важную роль в привлечении частного финансирования лучших и наиболее подходящих к

[65]URL:https://ec.europa.eu/environment/waste/waste-to-energy.pdf

использованию “экологично-замкнутого цикла” решений в области управления отходами. В этом плане наиболее подходящими являются такие инструменты, как кредитирование, банковские и другие гарантии, специфические капитальные (equity) и другие более рисковые механизмы.

На практике правильное ценообразование утилизационых сборов уже является серьезным прямым стимулом развития индустрии О-в-Э.

Нормативные обязательства (сочетаемые с крупными штрафами за уклонение) сдавать отходы соответствующим операторам, причем часть отходов, в конечном итоге, в систему О-в-Э, также являются стимулом, хотя и не прямым, из-за того, что часть операторов О-в-Э-технологий отходами замещают другие источники энергии. Это, по сути, экономит средства оператора и сокращает использование других источников, среди которых пока преобладают ископаемые. Для наглядного примера можно рассмотреть, например, заводы по производству цемента, доменные печи и т.д., что подробнее будет рассмотрено в Главе 3.

Как уже отмечалось, не все отходы подлежат повторному употреблению и часто оказываются на свалках. За депонирование платят определенную цену, в зависимости от объема и типа отходов – опасные подлежат другому режиму, и их утилизация дороже, как и соответствующие штрафы. Установление подходящей gate-tax может тогда успешно конкурировать с платой за депонирование на свалках.

Общая бизнес-модель оператора специализированных О-в-Э-технологий, разработанная автором показана в Таблице 8.

Таблица 8 – Общая модель оператора О-в-Э

Затраты	Прибыль
• Капитальные • Лицензионные • Операционные • Налоги и сборы	• Gate-tax • Замещение других источников • Продажа электричества и/или тепла • Продажа побочных продуктов производства, например твердый карбон

Источник: разработано автором по результатам исследования

В ряде случаев некоторые страны ЕС в своем законодательстве на определенном этапе подключали некоторые ВВИЭ в льготный режим регулирования и стимулирования ВИЭ. Например, Болгария до 2015 г. давала возможность операторам мало- и среднемощным заводам по переработке всех типов биомассы из отходов и органических ТБО пользоваться режимом, предусматривающим фиксированный преференциальный тариф при продаже электроэнергии, наряду с другими ВИЭ, а также получать дополнительный доход когенерации, который можно рассматривать либо как премию, либо как пропорциональную субсидию (подробнее в Главе 3).

Система квотирования также в некоторых случаях применяется. Особенно при использовании биогорючего. Практически все страны ЕС обязаны добавлять в часть традиционных горючих (бензин и дизель) биоэтанол и биодизель. Возможность производства и спрос на биоэтанола и биодизеля из отходов является стимулом для внедрения и использования ВВИЭ.

Некоторые технологии ВВИЭ сравнимы по капитальным и эксплуатационным затратам с теми, которые считаются ВИЭ и работают на не-отходном сырье, а в производственном цикле получают дополнительные доходы от gate-tax и продажи полученной энергии.

Изложенное отражает широко распространенные практики и стимулы, однако в ряде случаев отдельные государства – члены ЕС принимают свои законы и регуляции, которые идут дальше действующих во всем Европейском союзе.

Например, еще в 1996 году Люксембург принял закон о преференциальных правилах учета амортизации инвестиций в новых технологиях, повышающих энергоэффективность, ВИЭ и вторичное использование отходов промышленности. Есть и другие примеры, не получившие широкого распространения, хотя было бы полезно создать базу данных по таким регуляциям и практикам с широким доступом как хороших или альтернативных практик.

В основном эти меры касаются возможностей фондов и программ, поддерживающих НИОКР при создании новых энергетических технологий. В этой

области есть целый ряд национальных государственных и частных фондов, а также программ в рамках самого Европейского союза, его органов и организаций.

Такими являются доступное финансирование и поддержка Европейским союзом проектов НИОКР в области О-в-Э – например “Horizon 2020”, а также некоторые фонды из кластера когэзионных политик. Они должны способствовать лидерству ЕС в области О-в-Э и внедрению передовых технологий на рынке.

Эти меры и средства, по своей сути, направлены на решение первичных задач, а не на помощь в коммерческой практике, хотя есть случаи, когда в целях продвижения или решения конкретной подзадачи проекта (например, создание безотходного поселения с комплексной программой своей местной нулевой или низко-углеродной энергетикой) использовался пилотный режим, но на условиях, идентичных с коммерческим. Эти схемы важны, но не являются определяющими. При этом, как и в других случаях, часто проект исполненный в инвестиционной части с помощью средств ЕС не имеет право использовать, частично или полностью, другие преференции, например, тарифные, налоговые и т.д., что следует учитывать при разработке конкретной бизнес-модели.

Для бизнеса в ЕС, особенно в Восточной Европе, интерес представляют источники финансирования и от других европейских стран, не членов ЕС, таких, как Норвегия и Швейцария (обе члены EFTA и непосредственно связаны и граничат с территорией ЕС), а также США и Канада. В последнее время стали проявлять интерес страны Персидского залива, которые изучают опыт и трансфер технологий, отрабатываемых в Европе. Китай тоже заинтересовался этой темой в рамках своих программ экономической экспансии, в т.ч. и путем предоставления финансирования.

Особый интерес с точки зрения стимулирования ВВИЭ, представляют все возможности для достижения энергоэффективности. Здесь есть и прямое применение, например, при когенерации, так и огромный потенциал для более полного использования ВВИЭ, подпадающие под авторскую дефиницию, изложенную в Главе 1.

Как уже отмечалось, ЕС намерен к концу 2020 г. достичь 20% дополнительных сбережений энергии повышением энергоэффективности, а к 2030 г. этот показатель должен быть не менее 32,5%.

Директива ЕС EED 2012 и Директива EPBD 2010 (по оценке энергоэффективности зданий) на данный момент являются основными нормативными актами, направленными на достижение этих целей. При этом считается, что основная доля возможных сбережений приходится на жилые и офисные здания (как крайние потребители энергии), которые потребляют около 40% конечной энергии и ответственны, за 36% парниковых газов (см. European Commission, Energy Efficiency – Buildings)[66]. В то же время дополнителные меры по энергосбережению на промышленных объектах и по трассам переноса энергии (например, путем децентрализации снабжения и расположении ближе к потребителю) тоже имеет значительный потенциал.

Особый интерес представляет содержание статьи 7 Директивы ЕС EED 2012 г. о внедрении обязательств по энергоэффективности (ОЭЭ, EEO). Сами ОЭЭ определены как “регуляторный механизм, требующий от обязанных сторон достижения или покупки эквивалентов энергосбережений, происшедших за счет применения мер по энергоэффективности у конечного получателя”. Упомянутые обязующиеся стороны – это обычные поставщики электроэнергии, газа и других источников энергии. Если эти стороны не успевают вписаться в установленные параметры, их подвергают штрафам.

В некоторых странах (в ЕС это Италия и Франция) допускается торговля т.н. “белыми” сертификатами (WhC), которые основаны на энергосбережении. Таким образом, по аналогии с системами торговли квотами на выбросы и “зелеными” сертификатами, создается рынок, генерирующий доход. Это дает дополнительные финасовые возможности проектам ВВИЭ с упором на энергоеффективность.

[66]URL:http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings

2.3 Экономические и социально-экономические аспекты внедрения и использования ВВИЭ

Введение в практику “Иерархии отходов” ознаменовало первый этап становления полноценной экономический сферы, а именно, экономики отходов. Частью этой отрасли можно считать и экономику ВВИЭ, которая включает по оценкам автора, экономику отходов, высоких технологий и инноваций, экологии и энергетики и находится как бы на стыке этих самостоятельных экономических видов (Рисунок 14).

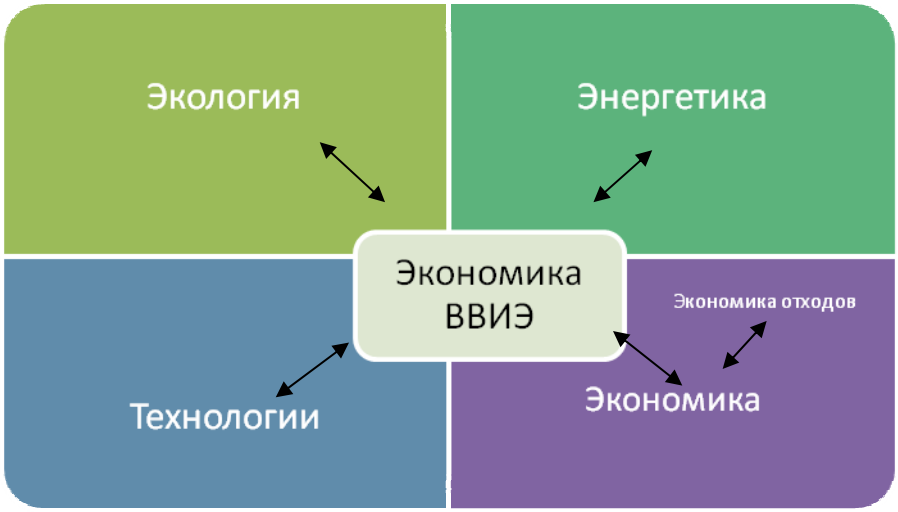


Рисунок 14 – Составляющие экономики ВВИЭ

Источник: разработано автором по результатам исследования.

Экономика ВВИЭ заметно влияет на экономическое и социально-экономическое развитие.

Прежде всего это касается возможностей, которые дает ВВИЭ для экономии не только энергетических, но и других ресурсов, а также замещение ископаемых энергоисточников, причем на основе утилизации отходов и её продуктов. Это во-первых.

Во-вторых, использование ВВИЭ сокращает парниковые и другие вредные выбросы и источники загрязнения.

В-третьих, ВВИЭ являются дополнительным источником более чистой энергии в условиях ее нарастающего спроса. Они также могут быть незаменимым

компонентом децентрализации энергоснабжения в удаленные локации, являясь дополнением и резервом для систем, осованных на ВИЭ, особенно из-за цикличности последних. Децентрализация, со своей стороны, дополнительно экономит на транспорте энергоносителей и отходов, а также больше, чем ВИЭ, увеличивает энергоэффективность, сокращая потери при транспортировке отходов электричества и горючего.

В-четвертых, ВВИЭ создает дополнительные рабочие места и генерирует доходы, которые могут компенсировать потерю работы и доходов тем, кто занят в областях, подлежащих ограничению и ликвидации, например, в угольной промышленности.

Использование ВВИЭ также дает дополнительные доходы для местных и национальных бюджетов за счет налогов и других отчислений.

Энергия от ВВИЭ повышает конкуренцию на рынке и снижает цены на энергоносители, делает их более доступными в долгосрочном плане.

В-пятых, помогая предотвращению загрязнений и улучшению экологии, ВВИЭ снижают расходы на ликвидации таких загрязнений и последствий вреда здоровью.

В-шестых, решение экологических задач, снижение цен, расширение выбора энергоносителей и их доступность, создание рабочих мест и генерация доходов - имеют важное значение для благосостояния населения, особенно в районах, ранее подверженных загрязнению от добычи и использования традиционных ископаемых, что имеет высокую социальную стоимость.

Наконец, потенциал ВВИЭ и конкуренция не только с традиционными, но и с ВИЭ, требует все новых и более рациональных решений и стимулирует научно-техническое развитие.

На данный момент нет комплексного или более полного исследования с конкретными данными на настоящие и ожидаемые экономические и социально-экономические результаты внедрения и использования ВВИЭ, но изложенное показывает, что они будут значимыми, тем более, что проблема отходов в

обозримом будущем не исчезнет. Это подтверждают результаты анализов и прогнозов в одной из областей применения ВВИЭ, а именно О-в-Э.

На Рисунке 15 показаны тенденции роста оборота рынков О-в-Э по регионам с 2017 по 2026 гг.

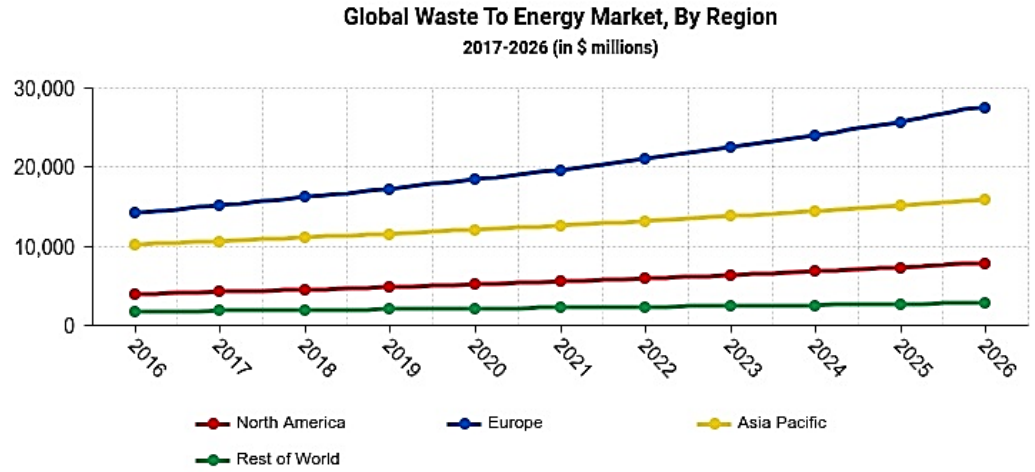


Рисунок 15 – Глобальные рынки О-в-Э, по регионам, 2017-2026 гг.

Источник: InkwoodResearch[67]

Из рисунка 15 видно, что во всех регионах наблюдается рост рынков О-в-Э. Самый высокий – у Европы. Аналогичный прогноз по Европе дает TheResearchAndMarkets.com в докладе “Europe Waste to Energy Market: Focus on Technology”[68], где отмечается, что ожидаемый совокупный оборот на рынках О-в-Э стран Европы будет на уровне $21,99 млрд. (млрд. долларов США) к 2023 г.

По объемам генерации отходов, ЕС в разы уступает Китаю, Индии, Индонезии и т.д., которые, уступают ЕС в десятки раз по их правильной утилизации.

Надо учитывать и следующее. Совершенно очевидно, что физический предел насыщения энергорынка технологиями и мощностями будет напрямую зависеть от объемов и рентабельности использования/переработки отходов, потребности в энергии, часть которой можно покрыть (по результатам автора в Главе 1) продажей побочных источников энергии и, конечно, водорода и других

[67]URL:https://www.inkwoodresearch.com/global-waste-to-energy-market-at-6-10-of-cagr-during-2017-2026/
[68]URL:https://www.researchandmarkets.com/research/r4nx2d/the?w=5

небиологических газов. Таким образом можно определить и фиксировать верхний предел.

В рамках ЕС действует ведущая тенденция “Иерархии управления отходами”, поэтому чем эффективнее ее воздействие, тем меньше будет использоваться ВВИЭ, которые тесно связаны, прежде всего, с О-в-Э.

Как отмечалось, маловероятно, что в ЕС даже в рамках одного его государства, в обозримом будущем будет достигнут уровень ноль-отходов. Это один из параметров нижнего предела.

С другой стороны, чем больше традиционных энергоисточников выводятся из обращения и заменяется биогорючим и водородом, тем востребованнее технологии ВВИЭ. Если по водороду это очевидно, то по биомассе, на первый взгляд, могут возникнут сомнения. Несмотря на это, например, при производстве метана из биомассы с использованием ряда технологий остаются отходы, которые надо утилизировать подходящим образом. Эти факторы неизбежно будут влиять на верхний и нижний предельные уровни применения ВВИЭ.

При этом, если физические объемы применения ВВИЭ имеют ограничения, то на развитие технологий их быть просто не должно. Каждая новая технология, с любыми преимуществами (ценовыми и другими при сравнимых экологических показателях) будет иметь статус наипредпочтительной (best available или BREF) для применения в установках ВВИЭ.

В заключении следует отметить следующее. Даже если в рамках Европейского союза удастся полностью выполнить “Европейскую Зеленую Сделку” к 2050 году, в т.ч. за счет ВВИЭ, то не надо забывать, что ЕС ответственен сейчас за парниковые выбросы в объемах не более 10% от мировых, т.е. влияние на глобальном уровне не будет таким значимым. Однако, эта инициатива являет собой положительный пример и, ко всему прочему, подтолкнет развитие более чистых технологий, а также предложит апробированные решения для других регионах мира.

Выводы по второй главе

- Управление отходами, направленное на реализацию ключевых программ и достижение целей в области энергетики и экологии, превратилось в одно из основных направлений деятельности ЕС.
- Внедрение и использование ВВИЭ является эффективным инструментом этих программ и достижения важных целей, в частности, целей в области устойчивого развития ООН.
- Широкий спектр технологий ВВИЭ позволяет их более гибкое использование, в т.ч. в гибридных сочетаниях с другими технологиями для получения синергетического эффекта, что очень важно для устойчивого и эффективного снабжения энергией, в т.ч. через ее децентрализацию.
- ВВИЭ обладают значительным потенциалом источника непрерывного действия и потенциалом резервного, в отличие от большинства ВИЭ. Даже при редуцировании отходов до 10% к 2030 г. энергетический потенциал ВВИЭ (без учета водорода и других небиологических газов) может достичь 15-20% от запланированного потенциала с использованием ВИЭ.
- Несмотря на высокий потенциал самофинансирования (в сравнении с ВИЭ), ВВИЭ в значительной степени зависят от различных стимулов (дотационных), частично схожих с ВИЭ, либо самостоятельных (утилизационные сборы). Дальнейшее внедрение этих стимулов не только поможет данному ресурсу, но и даст дополнительные стимулы для НИОКР в этой и смежных областях.
- ВВИЭ могут играть важную роль в ребалансировании рынка и социально-экономической ситуации на местах, в условиях уменьшения и закрытия производств, использующих традиционные ископаемые источники энергии, снижать расходы на энергоисточники и на ликвидацию последствий загрязнений природы.

- ВВИЭ по отходам имеет нижний предел, ограниченный темпами применения “иерархии отходов”, и одновременно очень высокие пределы их использования, в частности, водорода.

ГЛАВА 3.
ЭКОНОМИКА ВВИЭ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БОЛГАРИИ И ВОЗМОЖНОСТИ СОТРУДНИЧЕСТВА В ЭТОЙ ОБЛАСТИ С РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИЕЙ

3.1 Общие подходы энергетической политики Республики Болгария к применению ВВИЭ

Как государство – член Европейского союза (с 01.01.2008 г.) Республика Болгария была обязана по силе и факту присоединения к Союзному договору применять все законодательные акты и регуляторные положения ЕС, в т.ч., и в области ВИЭ, управления отходами и т.д. Для этого болгарские власти транспонировали (transpositioned) и ввели в национальное законодательство, все применимые европейские директивы и другие подзаконные и нормативные акты, сделав их неотъемлемой частью болгарского законодательства, а вместе с ними и сопутствующие программы, политики и инициативы.

Таким образом, общие подходы и философия внедрения ВВИЭ в Болгарии в значительной степени схожи с уже изложенными в Главе 2, которые применимы во всем союзе.

В рамках исполнительной власти ведущая роль в использовании ВВИЭ принадлежит Министерству окружающей среды и водных ресурсов (МОСВ), Министерству энергетики (МЭн) и подчиненным ему Агентству по устойчивому энергетическому развитию (АУЭР) и Фонду “Безопасность энергетической системы”, Министерству экономики (МЭк), а также Комиссии по электричеству и водному регулированию (КЭВР). Все они находятся под общим руководством Совета министров, возглавляемым премьер-министром.

На Министерство окружающей среды и водных ресурсов (МОСВ) Республики Болгарии возложена государственная политика в области окружающей среды, основные аспекты которой: законодательная инициатива,

стратегическое планирование (подготовка национальных планов и стратегий), секторная работа по направлениям: вода, отходы, климат, природа, воздух, почва, шум, радиация, превентивные действия, в том числе, регуляторные и контрольные функции в области предотвращения загрязнений окружающей среды, управление программами и проектами, финансирование из фондов ЕС и других международных финансовых организаций[69].

Для целей этого исследования наибольший интерес представляет предотвращение загрязнений окружающей среды, в частности, управление отходами.

На официальном сайте МОСВ Республики Болгарии отмечено, что "Государственная политика по управлению отходами представляет собой современную концепцию ресурсной безопасности, направленную на предотвращение образования отходов, поощрение повторного их использования и использование через рециклирование, регенерацию или иной процесс извлечения вторичного сырья, а также обезвреживание и безопасное сохранение отходов, увеличение ответственности производителей, стимулирование инвестиций в данный сектор (выделено автором) в рамках возможных и имеющихся финансовых ресурсов."[70]

МОСВ является центральным государственным органом, наделенным всеми полномочиями по воплощению в жизнь этой политики. При этом, министерство руководствуется "законодательством европейской общности (зам.автора: так в тексте) и применимом национальном законодательством[71].

В Главе 2 были рассмотрены основные положения европейского законодательства, поэтому здесь ограничимся перечнем основных актов на национальном уровне Республики Болгария, которые имеют отношение к ВВИЭ, а именно:

- Закон об охране окружающей среды;
- Закон об управлении отходами;

[69]URL:https://www.moew.government.bg/bg/ministerstvo/
[70]URL:https://www.moew.government.bg/bg/otpaduci/
[71]Там же

- Национальный план по управлению отходами на 2014-2020 гг.;
- Национальный стратегический план управления илом городских очистных сооружений 2014-2020 гг.;
- Национальный стратегический план поэтапного уменьшения биоразградимых отходов, предназначеных для депонирования.

В концептуальном плане Болгария, как и остальные государства ЕС, тоже приняла этот подход и руководствуется всеми принципами концепции “Иерархии отходов.” Конкретные цели в области управления отходами на следующем этапе, которые страна себе ставит, полностью отвечают заявленным Европейским союзом, а именно – к 2030 г. должно быть:

- 65% рециклирования бытовых отходов;
- 75% рециклирования других отходов и упаковок;
- не более 10% депонирования отходов.

Типичная морфологическая структура ТБО по стране за 2016 г. Представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Типичная морфологическая структура ТБО Болгарии за 2016 г.

Количество отходов по видам, %											
Инертные	Опасные	Пищевые	Бумага	Пластик	Текстиль	Резина	Кожа	Зелень	Древесные	Стекло	Металл
17,5	0,2	14,5	20	20,8	4,2	0,3	0,1	10,7	0,6	6,8	4,3

Источник: составлена автором на основе данных Национального Статистического Института Болгарии.

На основании этих данных, которые можно экстраполировать к 2020 г. и сделать вывод, что рециклируемый/повторно употребляемый потенциал не более 40-45% (без отходов в виде инертных материалов), а потенциально извлекаемый энергетический потенциал (биомасса и ВВИЭ) – не менее 70%. То есть возможная разница при тренде уменьшения энергетической компоненты за счет увеличения рециклирования/повторного употребления колеблется в пределах 25%.

Огромное количество промышленных отходов, конечно, меняет этот баланс, но необходимых расчетов в консолидированном виде, с соответвующим уровнем детализации и достоверности пока нет. Более точная оценка ситуации и

прогноз, особенно по ВВИЭ, тоже затруднены, т.к. нет доступных статистических данных с достаточным охватом и разбивкой на подкатегории.

Национальный статистический институт Болгарии (НСИ) предоставляет ряд данных с конкретными цифрами по их генерации, последующему распределению, возможному использованию.

Однако, эти сведения охватыват лишь ограниченный период (2013-2017 гг.) и не дают ясной картины, сколько действительно и как именно были утилизированы приведенные объемы.

Есть также информация по экспорту отходов (но без подразделения их по подкатегориям) за этот период, но по импорту её нет, что искажает картину[72].

О прогрессе в достижении некоторых целей можно судить косвенно, например, по другим документам. Среди них приказ 165 от 21.05.2019 исполнительной дирекции МОСВ о раздельном сборе и обработке биоразградимых отходов. В нем указано, что исполнившими требования Закона управления отходами (пункт 31(1)1) считаются только 29 общин из 265, образованных на территории Болгарии.

В это число входят самые большие общины – города София, Пловдив, Варна, Стара Загора, представляющие значительную часть населения страны, но в них также просматривается тенденция определенного отставания, которое следует наверстывать.

Позитивно на этом фоне выглядят сведения о плановой утилизации упаковок, с которыми Болгария справилась полностью к 2019 г.

Что касается использования отходов для производства энергии, то здесь ситуация сложная. Как уже отмечалось, обобщенных данных по линии НСИ практически нет, но это не означает, что отходы не использовались, так как это противоречит данным Евростата, областей и общей практике в Республике Болгарии. К сожалению, и в рамках ЕС Евростат дает только общие результаты для всех ЕС-28 и только до 2018 г. (Таблица10), где отмечено, что доля Болгарии

[72]URL: https://www.nsi.bg/bg/content/2558/образувани-отпадъци-от-дейността-по-икономически-групи

в генерации энергии от отходов чисто символическая и составляет около 0.4% от всех объемов отходов, и 0.0% – по инсинерации без получения энергии.

Таблица 10 – Переработка отходов в ЕС, 2018 г.

Waste generation by economic activities and households, 2018

(% share of total waste)

	Mining and quarrying	Manufacturing	Energy	Construction and demolition	Other economic activities	Households
EU-27	26.3	10.6	3.5	36.0	15.4	8.2
Belgium	0.1	24.9	1.2	33.5	33.1	7.2
Bulgaria	82.4	2.0	10.0	0.1	3.1	2.4
Czechia	0.3	18.2	1.8	41.6	24.8	13.3
Denmark	0.0	4.7	5.1	56.0	17.8	16.3
Germany	2.2	13.9	2.3	55.6	16.8	9.2
Estonia	29.5	18.8	32.3	9.5	7.6	2.4
Ireland	14.2	24.7	1.1	13.6	35.1	11.4
Greece	56.4	11.8	7.6	5.0	9.2	10.1
Spain	8.6	10.8	4.6	29.8	28.5	17.7
France	0.4	6.6	0.4	70.2	13.7	8.7
Croatia	12.0	8.9	1.3	22.7	31.7	23.3
Italy	0.8	16.5	1.3	35.3	28.7	17.5
Cyprus	6.6	16.3	0.1	45.8	14.5	16.8
Latvia	0.1	21.7	2.5	17.5	25.7	32.6
Lithuania	1.6	37.2	2.1	8.8	30.3	20.0
Luxembourg	0.0	6.9	0.1	81.2	9.7	2.1
Hungary	1.0	14.6	11.2	33.2	25.1	14.9
Malta	1.6	1.1	0.0	79.3	10.9	7.2
Netherlands	0.0	9.6	1.1	70.0	13.3	6.0
Austria	0.1	8.7	0.8	74.4	9.3	6.7
Poland	36.7	17.0	10.7	9.7	20.6	5.3
Portugal	0.2	19.0	1.1	8.8	38.1	32.8
Romania	87.9	4.0	3.4	0.3	2.4	2.1
Slovenia	0.2	20.2	11.8	8.1	51.9	7.8
Slovakia	2.2	27.5	7.9	4.4	39.8	18.2
Finland	74.9	6.7	1.0	12.3	3.5	1.6
Sweden	74.7	3.7	1.4	8.9	8.0	3.2
United Kingdom	5.2	4.0	0.2	48.8	32.4	9.4
Iceland	0.0	24.4	0.0	3.9	31.5	40.2
Liechtenstein (')	3.0	2.3	0.0	87.9	1.5	5.4
Norway	1.2	12.8	1.5	40.0	27.4	17.1
Montenegro	27.4	3.7	27.6	11.3	8.6	21.4
North Macedonia	14.2	46.6	0.5	3.1	35.6	0.0
Serbia	75.6	3.0	14.7	1.1	2.1	3.6
Turkey	22.3	:	32.6	0.0	8.9	36.1
Bosnia and Herzegovina	8.2	28.1	48.1	1.8	0.2	13.6
Kosovo*	93.5	2.0	3.4	0.1	0.0	1.0

(') 2016.

** This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244/1999 and the ICJ Opinion on the Kosovo declaration of independence.*

Source: Eurostat (online data code: env_wasgen)

eurostat

Источник: Евростат[73]

[73]URL:https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics

С точки зрения практики, это очень низкие цифры. К сожалению, результаты следующего такого обзора должны появиться только в 2021 г. и промежуточная информация недоступна.

Рассматривая внедрение ВВИЭ, надо иметь в виду, что в Болгарии широко распространена практика инсинерации, сжигания RDF и других отходов в ТЭС и цементных заводах. Более того, вот уже несколько лет в Болгарию импортируется огромное количество отходов из других стран ЕС – Австрии, Италии, Германии и т.д., в т.ч. RDF, шин и пластика, которые тоже сжигаются в ТЭС, в цементных и других заводах. Согласно частичным данным НСИ Болгарии, это началось в 2017 г., что тоже разнится с практикой и реальными объемами.

В то же время НСИ приводит и другие данные и при этом вводит не совсем понятный термин “невозобновляемые отходы”, например, в Статистическом справочнике за 2019 г., приведена статистика за 2014-2018 г.г. по этим типам отходам и произведенной из них энергии (таблица 11)[74].

Таблица 11 – Производство первичной энергии из отходов в Болгарии, тыс. тоннах нефтяного эквивалента (тыс. т н.э.).

	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Производство первичной энергии	22,7	29,8	31,5	35,1	76,4

Источник: НСИ – Статистический справочник 2019 г.

При этом, импорт и экспорт отходов с непонятной морфологией и составом считается нулевым.

Есть также ряд пропусков и неточностей, связанных, в основном, с еще не установленной до конца методологией классификации отчетов по отходам и проблемой получения своевременной и точной информации от всех обязанных ее предоставлять субъектов. С этой точки зрения, предлагаемый автором классификатор ВВИЭ может стать основой для достоверного статистического отчета об использовании отходов для получения энергии и связанных с этим показателям.

[74]URL:https://www.nsi.bg/bg/content/17307/публикация/статистически-справочник-2019

Нет также достоверной информации по утилизации опасных отходов, в т.ч. с генерацией энергии или без неё. Согласно данным за 2018 г., Болгария не утилизовала никаких опасных отходов, ни с выделением энергии, ни без него. В то же время в Софии уже несколько лет работает инсинератор медицинских отходов (т.е. опасных, объемом в несколько тонн/ч), а производимое тепло используется для бытовых целей.[75] Совершенно непонятно при этом, каким образом утилизируются или нейтрализируются как минимум биоопасные отходы, которые ежедневно генерируются больницами, экарисажами и т.д. На рисунках 16 и 17 видно, что Болгария все таки утилизовала определенное количество опасных отходов депонированием или инсинерацией без добычи энергии.

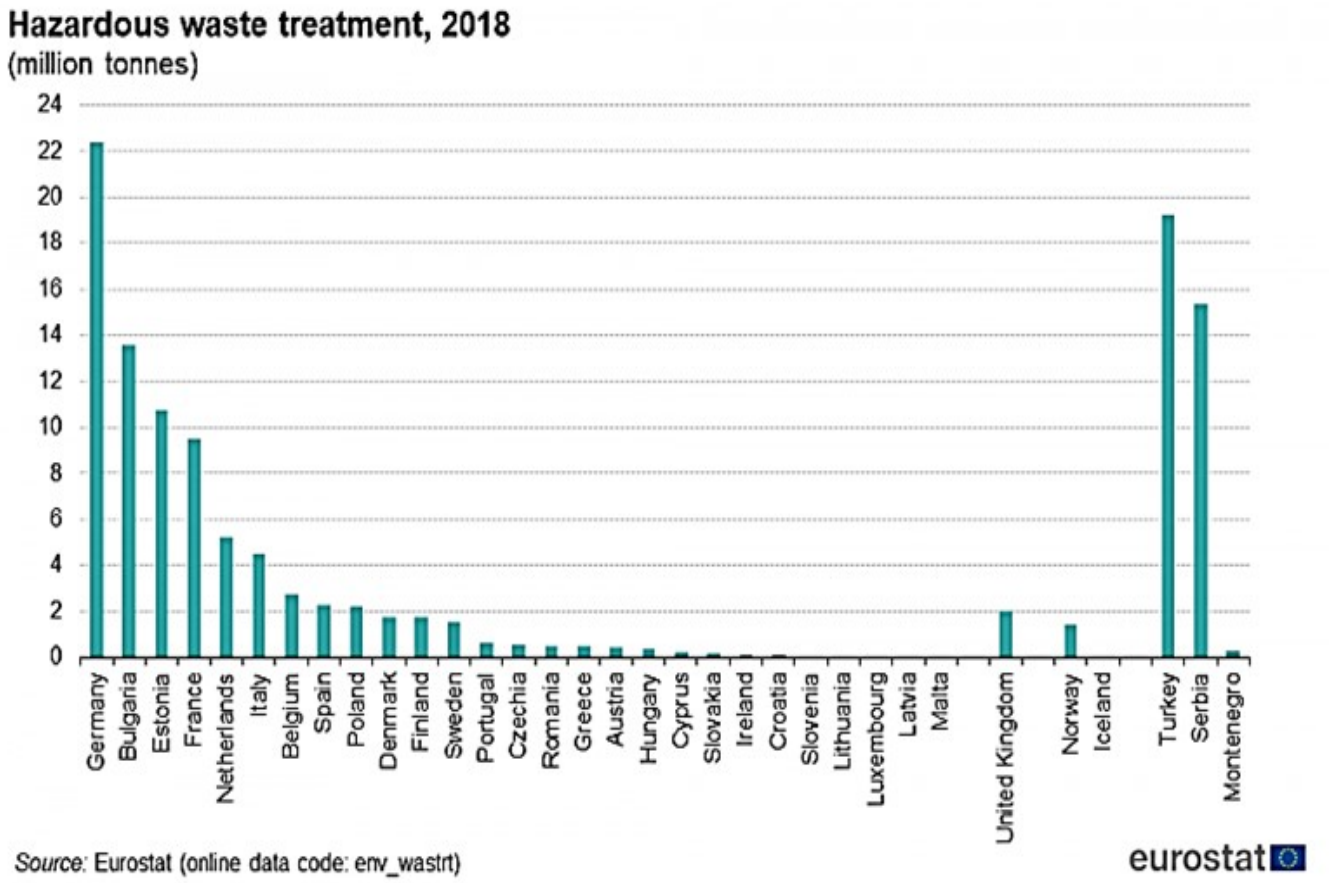


Рисунок 16 – Переработка опасных отходов, 2018 г., млн.т

Источник: Евростат[76]

[75]URL:http://old.segabg.com/article.php?id=47340
[76]URL:https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics

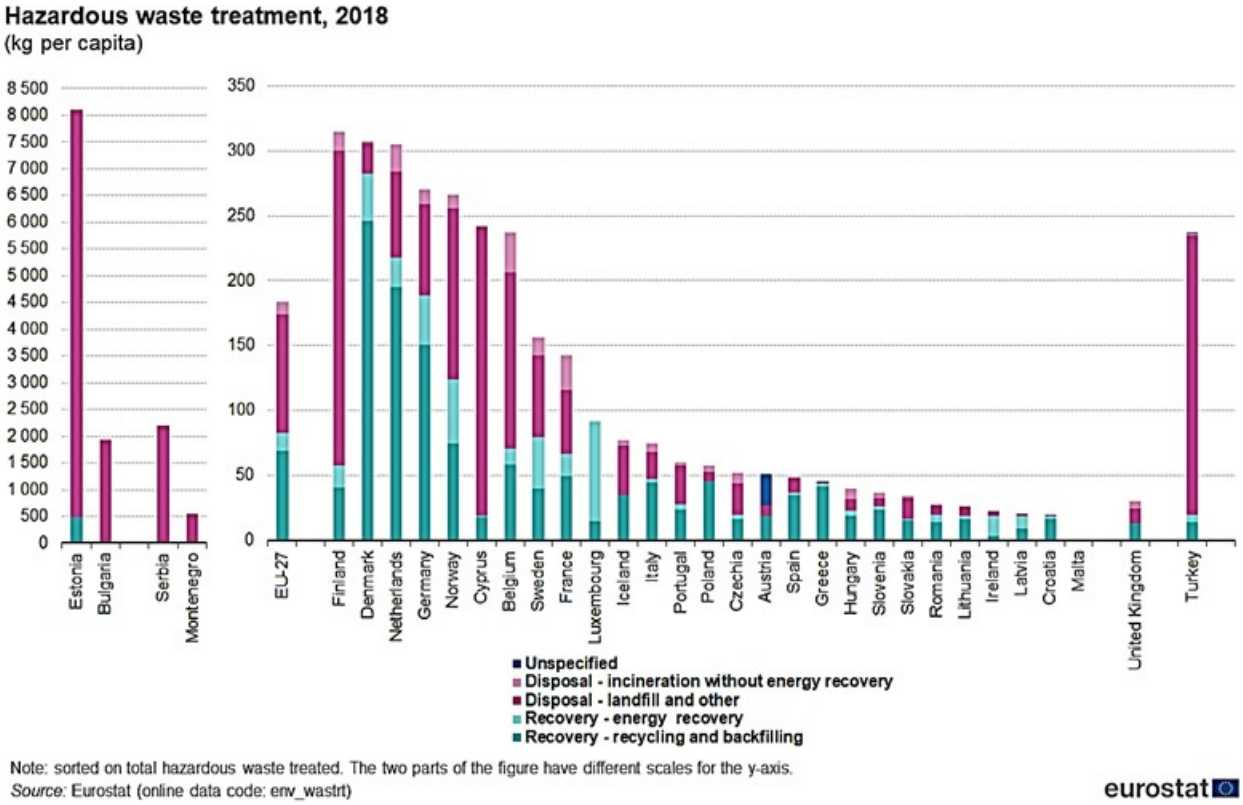


Рисунок 17 – Переработка опасных отходов, 2018 г., кг на душу населения

Источник: Евростат [77]

Если сравнить данные, представленые на рисунках то получается, Болгария депонировала медицинские отходы, что категорически запрещено.

3.2 Наиболее подходящие и перспективные технологии использования ВВИЭ в условиях Республики Болгарии

Преобладающие технологии на данный момент в Болгарии – это инсинерация с выделением дополнительной энергии или без него, сжигание в топках цементных заводов и ТЭС для производства тепла и реже и/или электричества (ТЭС).

При этом, сжигаемые отходы из-за своей калорийности замещают использование других источников, обычно ископаемых. Таким образом, даже без выделения дополнительной энергии их сжигание сокращает объемы применения

[77]URL:https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics

традиционных источников. В то же время не на всех производственных площадках для сжигания присутствуют системы очистки газов, и иногда польза от экономии ископаемых перечеркивается ущербом от других вредных выбросах и загрязнений.

Следует отметить, что политика Европейского союза сжигания отходов в инсинераторах, как одно из средств их редуцирования отходов, заключается в постепенном ограничении их применения и уменьшения их количество в более отдаленном будущем. Кроме экологических причин, связанных с вредными выбросами (в т.ч. диоксинов и фуранов), есть опасение, что их дальнейшее распространение будет отрицательно влиять на рециклирование в рамках концепции “Иерархии отходов”.

С точки зрения экологии и энергоэффективности, для Болгарии более перспективны технологии, основанные на газификации отходов. Сюда входят пиролизная (медленная или быстрая) газификация при отсутствии или минимальном присутствии кислорода, газификация в устройствах с пониженным содержанием кислорода, и др. Все эти технологии позволяют работать на собственной произведенной энергии и выделяют тепло, которое можно использовать для ко- и тригенерации, повышая энергоэффективность переработки.

Как уже отмечалось, такие технологии значительно экологичнее по сравнению с инсинерацией, а произведенный газ можно употреблять на месте, хранить (в сжиженным или компрессированном состоянии), в зависимости от состава и целей или транспортировать.

Их главный недостаток – небольшие мощности, что одновременно является их преимуществом, т.к. такие установки можно сделать мобильными или модульными и использовать более широко и гибко, самостоятельно или в сочетании с другими источниками энергогенерации.

Не надо исключать и тот факт, что пиролизный и обычный газификатор может производить и биоуголь (biochar), в т.ч. из отходов сельскохозяйственных предприятий. Сам биоуголь является очень хорошим удобрением (есть уже рынок

таких продуктов) и может быть использован и в качестве твердого биогорючего с прекрасными показателями по CO_2 и длительным сроком безопасного хранения и транспортировки.

Пиролиз с последующим сжиганием полученного газа в высокотемпературных реакторах также является более предпочтительным для уничтожения биопасных отходов, чем инсинерация. Поскольку пиролизация – процесс медленный (примерно несколько десятков минут), с очень высокой температурой, отсутствием или незначительным присутствием кислорода, он позволяет полную переработку биоопасных отходов в горючий газ, дальнейшее сжигание которого при температурах выше 1500 градусов C^o сводит выбросы к допустимому минимуму по экологическим стандартам Европейского союза. При этом сам процесс, в отличие от прямого сжигания и инсинерации, не образуеттоксичных диоксинов и фуранов.

Важно отметить, что сжигание или инсинерация из-за присутствия кислорода приводят к прямому образованию и выделению CO_2, в то время как газификация использует образующийся CO_2 для производства горючего газа CO, делая энергетическую конверсию более экологичной.

Технологии с применением большого количества внешней энергии без достаточной энергоотдачи (исключая получение водорода), например, плазменные, не являются рентабельными и перспективными в условиях Болгарии и скорее имеют будущее только в отдельных случаях. Квази-плазменные технологии не имеют каких либо преимуществ перед современными пиролизаторами, не безопасны, требуют либо больше энергии, либо дополнительно чистого кислорода для поддерживания горения, что приводит к увеличению энергозатрат.

Как отмечалось, водород имеет все шансы стать одним из основных энергоисточников в обозримом будущем.

В этом отношении Болгария не исключение, хотя отстает в решении нормотворческих и административных вопросов. Надо отметить, что водород, как газ, в небольших количествах уже производится в Болгарии для промышленных

нужд. Преимущественно он получается электролизом воды, хотя, например, в НК “Лукойл”-Болгария, есть установка риформинга углерода. Таким образом, предпосылки в виде опытного производства и практические требования к самим производствам уже имеются, но в зачаточном состоянии, что не позволяет капитализировать все критерии в единую систему.

На фоне заложенных требований в политические рамки для климата и энергетики на период до 2030 г. и особенно амбициозной цели Европейского союза достичь статуса углеродно-нейтрального региона к 2050 г. водород может оказаться не только важным, но и незаменимым.

Это определяется его экологически чистым энергетическом потенциалом, возможностями хранения и транспортировки. Если к этому добавить и разнообразные формы его применения, то становится понятно, почему он может иметь ключевое значение и для Болгарии.

Одна из целей Европейского союза – это увеличение уровня использования ВИЭ на транспорте, где водород рассматривается как альтернативное топливо для двигателей внутреннего сгорания (ДВС), а также применения водородных топливных элементов в качестве источника электроэнергии.

В условиях Болгарии, с технической точки зрения, водород можно использовать во всех известных формах и сферах. Приоритетом на данном этапе является регулирование производства водорода и создание сети заправочных станции для транспорта, а также перевод части его на водородное топливо.

В этой связи на публичное рассмотрение вынесен проект “Распоряжения об условиях и требованиях проектирования, строительства, введения в эксплуатацию и контроль за станциями по заправке автотранспорта водородом”.

Сам проект является одной из мер претворения в жизнь “Национальной политики развития рынка альтернативных горючих в транспортном секторе”, главной целью развертывания инфраструктуры зарядки транспорта с водородом как горючим. В 2020 г. в Болгарии предполагалось ввести в эксплутацию первую

водородную заправку, а также автобусы, работающие на водороде[78], но из за пандемии коронавируса план отложен.

Отдельно развивается собственный и осваивается стороний опыт создания топливных элементов на основе водорода как для транспорта, так и для обеспечения электричеством и теплом жилых и административных строений и объектов.

Развитие водородных технологий и более широкое использование водорода (прежде всего “зеленого” водорода) в перспективе потребует также увеличения и более эффективного применения энергии из ВИЭ, а также атомной энергии, необходимых для его призводства, потенциал которых в Болгарии уже значителен.

Возможность хранения и транспортировки водорода дает ему серьезное преимущество, т.к. во внепиковых периодах или при перепроизводстве “зеленой энергии”, он может служить “аккумулятором” резервной мощности для устойчивой и сбалансированной системы энергоснабжения, которого сейчас в Болгарии нет из-за несовершенства технологии хранения электроэнергии.

Смешивание водорода с другими топливами и транспортировка по трубопроводам придает ему дополнительные преимущества[79].

Более широкое внедрение водорода в энергетику Болгарии весьма важное, так как будет стимулировать НИОКР, создавать рабочие места, в т.ч. на транспорте, в высоко-технологичных областях, а также поможет улучшить экологии и выполнить обязательства перед Европейским союзом по созданию устойчивой модели энергогенерации и энергоснабжения.

Один из сдерживающих факторов применения водорода – отсутствие целостного определения возобновляемых газов небиологического характера, к которым следует причислить водород, в отличие от биогазов и биогорючих в целом.

Определение, которое существует сейчас, относится частично только к

[78]URL: https://www.monitor.bg/bg/a/view/do-kraja-na-2020-g-pyrvite-zarjadni-stancii-za-vodorod-pristigat-v-bylgarija-175221
[79]См.: Жизнин С.З., Тимохов В.М. Экономические аспекты развития ядерно-водородной энергетики в мире и в России //Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE). 2020;(1-6) Стр. 40-59.

бытовым нуждам и транспорту. Но есть исключения. Например, Германия законодательно включает водород, полученный путем электролиза из воды, к биогазам. Но такое решение сугубо прагматично и не нашло широкого распространения в Европе.

Хорошим дополнительным стимулом может быть, например, создание единой системы сертификации всех газов небиологического происхождения.

В последствии это может стать основой рынка таких сертификатов либо дополнительно подтолкнуть к покупке потребителями именно таких продуктов. Пока это малоисследованное направление потенциала и использования ВВИЭ уже демонстрирует серьезный практический потенциал.

В связке с ВИЭ, некоторые из упомянутых направлений, в частности, связанные с ко- и тригенерацией, уже нашли своё место среди дополнительных источников энергии. К сожалению, в Болгарии нет полной статистической базы по таким методам, кроме частичной, да и то только для ВИЭ.

Теоретически и практически доказано, что при производстве электричества выделяется также тепловая энергия, сопоставимая с энергетическом потенциалом первоисточника и типом производства. При этом главное – расширение возможностей её улавливания и применения как дополнительного источника, от которого зависит общий коэффициент полезного действия (КПД) и уровень отдачи энергии из таких технологиях.

Так, например, при пиролизной газификации одной тонны отходов на базе нерециклируемого пластика возможно получить до 1 MWe/h и примерно такое же суммарное количество (1.5MWt/h) при использовании двигателя внутреннего сгорания (с учетом его КПД, плюс выделямое им тепло в дополнение, отданному пиролизным реактором и его компонентами).

Часть этой тепловой энергии можно использовать для осушения сырья и увеличения его калорийности на единицу веса, чтобы повысить КПД всей системы; другая часть может стать теплоисточником для бытовых или промышленных нужд и/или дополнительной генерации электричества (например, с использованием парогенератора с турбиной или технологии Ренкин-цикла для остаточного тепла).

Экономический аспект при этом будет состоять только в коэффициенте возвращаемости инвестиций при добавлении и использовании дополнительных устройств.

Как отмечалось, сам характер этих явлений определяет их как отдельную категорию – ВВИЭ$_{(побочные)}$, тесно связанную с энергоэффективностью. В свою очередь, это может стать основой системы дополнительного стимулирования по аналогии с ко- и тригенерацией в Болгарии. Это также применимо и к другим видам ВВИЭ$_{(побочные)}$.

3.3 Возможности стимулирования развития и внедрения ВВИЭ в Республике Болгария

В ЕС распространен принцип “загрязнитель платит”. Таким образом, одним из основных источников стимулирования внедрения и использования ВВИЭ$_{(отходы)}$ будет соотношение утилизационных сборов (gate-tax), штрафов за несанкционированное депонирование или выброс, инвестрасходы по введению в эксплуатацию отдельной системы утилизации отходов в энергию, а также плата за полезные продукты, например, тепло и/или электричество, био- и обычный углерод, получаемые в результате переработки.

Таким образом, Система стимулов будет представлять собой комбинацию мер: “негативных” – штрафы, “позитивных” – утилизационные сборы, “добавочных” – произведенная и продажная на рынке энергия (даже если на нее не распространяются льготный тарифный режим), премии за когенерацию, и другие возможные коммерческие или по замещению полезные продукты переработки.

Однако, если такую систему не отрегулировать на всех уровнях, то искажения в рамках Европейского союза неминуемы.

На данный момент, в Болгарии достаточно широко практикуется импорт из Италии, Германии таких отходов, как RDF, использованные шины или их крошка после удаления металла для рециклирования, пластик и его производные и др.

В принципе такое внутри Союза не запрещено при соблюдении

установленных правил транспортировки.

Однако, если за утилизацию 1 тонны таких отходов (в зависимоси от вида) загрязнитель в Италии платит десятки и сотни евро, то в Болгарии за их уничтожение либо ничего не платят операторам ТЭС и инсинераторам, либо эти суммы гораздо меньше.

Таким образом, итальянский продавец устанавливает продажную цену намного ниже утилизационного сбора в Италии (и получает выгоду) и за вычетом транспорта, продает отход болгарскому дилеру, а тот – оператору, но по еще более низкой цене (тоже получая выгоду). Сам оператор получает также некоторый доход за счет частичной замены другого, более дорогого горючего, которое стоит больше покупной цены у дилера. Либо оператор сам и является дилером. Таким образом, из-за неурегулированности сборов в рамках ЕС Болгария превращается в удобную и дешевую свалку для более развитых европейских стран. Введение же пошлин на внутрисоюзный импорт нарушит ключевые европейские принципы и будет оспорено в судах.

Такая схема совершенно противоположна системе правильного стимулирования внедрения ВВИЭ и должна меняться. Например, если болгарский дилер должен платить сравнимую с итальянской утилизацонную плату, то описанная цепочка разорвется. Вопрос, однако, в том, что такой сбор внутри страны (Болгарии) должен быть сопоставимым с местными условиями и стандартами жизни, чтобы избежать другой формы прямой дискриминации и социальных проблем. При намного меньшей покупательной способности и уровне доходов в Болгарии, по сравнению с ведущими странами Европейского союза, этот фактор может оказаться серьезным препятствием. Таким образом, нужна более сложная система, которая бы обслуживала одновременно экологию, экономику и социальную сферу.

Одим из решений может оказаться перенастройка всей модели, где есть комбинация/баланс платы за утилизацию и платы за получение оператором дополнительных доходов от утилизации.

Определенный ресурс для стимулирования внедрения $ВВИЭ_{(побочные)}$

содержится и в связке “ВВИЭ-Энергоэффективность”. Развивать модель поддержки можно премиями за дополнительное соиспользование побочных явлений ВВИЭ по аналогии с премиями для ВИЭ, фискальными стимулаит (уменьшение налога на инвестиции для внедрения дополнительных систем для соиспользования), участием в торговле сертификатами энергоэффективности на принципе “cap-and-trade”, квотным принципом или в другой форме квантификации результата.

Более эффективное применение ВВИЭ требует развития технологий, и здесь могут быть использованы источники финансирования и стимулы по линии различных грантов, программ и систем финансирования, описанных в Главе 2.

Следует отметить, что уже в 2015 г. Болгария обязалась к 2020 г. полностью выполнить свои обязательства перед ЕС по внедрению определенной доли ВИЭ (20%). Это было сделано, в основном, с помощью фиксированных тарифов и премий за когенерацию, очень дорогих для государства, которое выплачивало разницу между преференциальными тарифами и рыночными.

В то же время Болгария не находится в группе стран ЕС с высокими доходами и не имеет значительных финансовых резервов для увеличения этой доли выше установленных ЕС пределов, как это сделали, например, более богатые государства Европейского союза – скандинавские страны, Австрия, Германия.

Поэтому болгарские законодатели в 2015 г. инициировали изменение Закона о ВИЭ, убрав из него положения о стимулировании новых, более крупных объктов производства ВИЭ и оставив только фиксированные тарифы, премии и возможность сальдированного учета маломощных источников генерации – солнечных панелей на жилых и офисных строениях и маленьких ветрогенераторов.

Также была введена некая плата (сбор) за пользование возобновляемыми источниками энергии операторами больших мощностей. Однако, остались старые квоты и цели в области применения биогорючего на транспорте.

Так как для Болгарии в период 2020–2030 гг. запланированы новые цели по доле ВИЭ в энергобалансе и сокращению выбросов парниковых газов, правительство страны ищет новые, менее затратные, чем на первом этапе,

достаточно разумные подходы и технологии для внедрения дополнительных мощностей ВИЭ.

Одна из идей, прорабатываемых экспертами, состоит в том, чтобы ряд новых проектов ВИЭ могли получать беспроцентный кредит на инвестиции, а сам процент покрывался бы за счет государства, например, через Фонд “Гарантирование безопасности системы электроснабжения”, созданный по Закону об энергетике или схожей схеме. Сама произведенная электроэнергия продавалась бы по рыночной цене. Такой же подход можно успешно применить и для внедрения ВВИЭ, при этом,в число участников Фонда следует включить всех операторов ВВИЭ$_{(электричество)}$, если этот подход взять за основу.

Другая возможность – это следовать примеру стимулирования ВИЭ после 2015 г. и отдать предпочтение малым мощностям, использующим ВВИЭ, что значительно снизит загруженность крупных операторов, уменьшит депонирование и поможет решению местных энергетических нужд как для населения, так и для промышленности. Основой такого подхода может стать методика расчета тарифов и премий для маломощных ВИЭ. Основными факторами здесь для определения уровня преференциальных цен произведенной электрической энергии, будут:

- объем первоначальных инвестиционных расходов;
- затраты на присоединение к электрораспределительным сетям;
- уровень эксплутационных расходов;
- другие капитальные затраты, включая амортизацию;
- средний полезный техно-экономический цикл;
- степень возвращаемости инвестиций.

Есть также и другие идеи, но пока они в начальной стадии – обсуждения и разработки.

Основные технологии ВВИЭ, в том числе, для Болгарии и их потециал на энергорынке описаны в Главе 2. Они применимы ко всему Европейскому союзу и зависят от объемов и рентабельности переработки отходов, потребности в энергии, часть которой можно покрыть, продавая побочные источники энергии,

возможностей “Иерархии управления отходами” и ее остаточного потенциала для целей О-в-Э.

Однако, без статистических данных очень сложно оценить потенциал рыночной доли ВВИЭ, ее можно определить (вывести) на основе агрегированных данных ЕС только путем экстраполяции. При этом необходимо учитывать и потенциалы ВВИЭ$_{(побочные)}$, и водорода.

3.4 Значение внедрения ВВИЭ для экологической и энергетической безопасности Республики Болгария

Республика Болгария имеет ограниченный собственный потенциал ископаемых источников энергии, в том числе, почти 100%-ную зависимость от импорта природного газа, что является одной из причин недостаточной газификации страны, и как результат – широкое использование (путем прямого сжигания) для отопления жилья других неэкологичных источников – твердого биогорючего (дрова) и некоторых горючих отходов в отдельных хозяйствах.

Запланированное внедрение ВИЭ в Болгарии идет заданными темпами, но цикличность производства большинства из этих источников и высокая стоимость их внедрения ограничивают их долю в условиях межтопливной конкуренции.

Болгария продолжает свою программу развития ядерной энергетики, но темпы ввода новых мощностей пока не позволяют быть полностью энергонезависимой по электричеству, особенно на фоне нарастающегоего потребления и повышения цен на рынке.

Однако, в Болгарии есть огромное количество уже накопленных отходов, к которым ежедневное присоединяются новые. Они, как отмечалось, представляют не только огромную экологическую проблему, но и имеют немалый энергетический и экономический потенциал при правильной утилизации.

Таким образом, роль ВВИЭ, как “двойного зеленого решения” может все больше возрастать в обеспечении энергетической и экологической безопасности

страны на период с 2020 до 2040 гг., после чего ожидается сокращение их доли до уровня потребностей в “Иерархии отходов” (касается сегмента ВВИЭ$_{(отходы)}$).

Доля ВВИЭ$_{(побочные)}$ будет, в основном, зависеть от степени развития технологий, их рентабельности, вклада в энергоэффективность. Она, скорее всего, сможет повысить экологическую безопасность, но не стать существенным компонентом обеспечения энергобезопасности.

Что касается водорода, то он имеет гораздо более значимый потенциал для энергетики, особенно при стремлении к углеродной нейтральности. Это, в частности, относится, прежде всего, к “зеленому” водороду. Водород может превратиться в основное средство обеспечения энерго- и экологической безопасности страны на период до и (возможно) после 2050 г.

На сегодняшний день весь этот потенциал имеет все возрастающее значение. Для его успешности необходимо ускорить создание нормативной базы, интенсифицировать НИОКР, в т.ч. путем дополнительными стимулами, начать формирование инфраструктуры, а подготовить программу интеграции водородных источников в энерго- и транспортную систему страны.

3.5 Возможности и перспективы сотрудничества Российской Федерации и Республики Болгария в области ВВИЭ

Российская Федерация и Республика Болгария имеют длительный и многообразный опыт активного научно-технического сотрудничества, в том числе, в сфере энергетики. Оно затрагивает, главным образом, нефтехимическую, газовую и атомную промышлености. НК “Лукойл” является одним из самых крупных поставщиков нефти и нефтепродуктов на рынки Болгарии и одним из самых крупных налогоплательщиков. Импорт природного газа приходится, в основном, на “Газпром”, а ядерная энергетика (в т.ч. поставки топлива и утилизация отработанного) основана на сотрудничестве с “Росатомом” и его структурами.

“Росатом” находится среди потенциальных стратегических инвесторов и при строительстве второй для Болгарии АЭС – “Белене”.

В газовой отрасли - на выходе проект “Балканский поток”, который является продолжением “Турецкого потока-2” в Европейский союз и Сербию.

Кроме того, ВИЭ и ВВИЭ, как таковые, не рассматриваются и не рассматривались ранее, как на межгосударственном уровне, так и крупными компаниями. Здесь, в целом, нет значимой совместной деятельности или общих проектов. Исключение – проект фотоэлектрической электростанции мощностью 1.25 MW, которую построил в Болгарии и эксплуатирует до настоящего момента НК “Лукойл”, а также возможные инвестиции в ветряные парки Болгарии.

Оба государства сталкиваются с схожими по сути, но разными по объемам проблемами, главным образом, связанными с огромным количеством накопленных отходов, отсутствием отлаженной системы их управления и возможности утилизации в энергию.

По мнению автора, для оценки ситуации с ВВИЭ в России можно использовать, например, классификатор, представленный в Главах 2 и 3. Однако, это большая работа, которая выходит за рамки нашего исследования.

Важно отметить, что Болгария, оперирующая в этих сферах в рамках Европейского союза, уже имеет свой немалый опыт, который, наряду с другими примерами и знаниями, может представлять интерес для профильных российских учреждений, центральных и региональных/местных организаций. Ценность этого опыта не только в применении правил Европейского союза и оценке их эффективности, но и в работе, когда одновременно с решением тяжелейшего “мусорного” кризиса, параллельно нужно внедрять технологии, ориентированные на будущее при прогрессирущей системе, основанной на “Иерархии отходов”.

В условиях относительно низких цен Российской Федерации на энергоносители и электроэнергию и их большеи резервы, “зеленые” технологии, созданные на финансовых моделях рыночного применения, не имеют серьезных конкурентных преимуществ в целом.

Это означает, что надо искать другие методы стимулирования их внедрения или разрабатывать новые, более низкозатратные технологии, с такими же или лучшими экологическими показателями. Такие исследования и разработки ведутся в обеих странах, но пока не было серьезного структурированного обмена опытом ни на межведомственном или межгосударственном уровнях, ни на уровне бизнеса, ни между научными институтами.

С другой стороны, перестраивая подходы и системы энергогенерации и управления отходами, чтобы достичь заданных Европейским союзом целей на период 2030–2050 гг., рынок Болгарии предоставляет немало возможностей для инвестиций российским юридическим и физическим лицам в области применения ВВИЭ.

Сюда входит совместное производство ряда сооружений и оборудования для разнообразных ВВИЭ для их использования в Европейском союзе (на базе локализации и общих предприятий), в т.ч. НИОКР в Болгарии, что, в свою очередь, поможет прямому, беспошлинному, без дополнительного лицензирования и сертификации (за счет наличия болгарских документов соответствия) выходу на весь рынок Европейското союза и EFTA.

Такие же возможности открываются и перед болгарским бизнесом, который может получить доступ на рынки Евразийского экономического союза.

Для болгарской стороны также интересен опыт российских структур в области управления отходами, например,“Российского экологического оператора”.

Немалые возможности для взаимодействия можно найти и в области водородных технологий, где у Российской Федерации намного больше опыта и научно-технического потенциала. Болгарским контрагентам этот опыт очень интересен, а его пилотное внедрение в Болгарии может послужить для российской стороны практикой работы на европейском рынке в условиях уменьшения доли и вытеснения ископаемых топлив, в том числе, природного газа в долгосрочной перспективе, с прицелом на достижение углеродно-нейтрального региона на территории ЕС. Здесь важно отметить, что стремление стран ЕС к целям 2050 г.

неизменно приведет к уменьшению экспорта традиционных энергоресурсов из России в Европу, и альтернативы нужно начать искать сегодня, тем более что речь идет о сотнях миллиардов евро в год.

Интерес для России в области внедрения водорода может представлять, например, сотрудничество с болгарскими партнерами Европейской инициативы HyLaw[80], которая разрабатывает проекты, программы и нормативные документы, цель которых внедрение водородных технологий.

На данный момент основная преграда состоит не столько в воплощении некоторых из этих мероприятий и их обсуждении, а скорее в отсутствии достаточной информации и площадки для обмена ею.

Поэтому здесь была бы целесообразна помощь межправительственной коммиссии Россия-Болгария, рабочей группы/структуры, встреча специалистов обеих стран как в области управления, так и науки.

Отдельно, было бы полезно создать специализированный форум/платформу (с использованием электронных средств коммуникации) для представителей бизнеса и разработчиков соответствующих технологий на базе например МИЭП МГИМО МИД России с выходом на другие площадки, например, Сколково.

Выводы по третьей главе

- ВВИЭ в целом имеют значимый потенциал для Болгарии как для достижения поставленных целей в рамках ЕС по пути к углеродо-нейтральному региону к 2050 г., так и для укрепления эко- и энергобезопасности страны. При этом ВВИЭ$_{(отходы)}$ будут выступать как “двойное-зеленое решение”, не имея особой альтернативы в обозримом будущем.
- К сожалению, более детальное исследование потенциала ВВИЭ и их рациональное применение ограничено дефицитом информации и статистических данных на национальном уровне.
- Есть целый набор апробированных и новых средств стимулирования

[80]URL: https://hydrogeneurope.eu/hylaw

внедрения ВВИЭ, но пока они не представляют собой целостную систему, программу или политику, что делает их менее успешными.

- Если доля ВВИЭ$_{(отходы)}$ будет неуклонно уменьшаться по приближению 2050 г., то потенциал и нишы, особенно для ВВИЭ$_{(производные)}$ (водород, и др.) и в некоторой степени для ВВИЭ$_{(побочные)}$, будет только увеличиваться.

- Более широкому внедрению ВВИЭ и их более оптимальному использованию поможет обмен опытом и совместная деятельность со странами вне Европейского союза, особенно с такими, как Россия, которые решают схожие проблемы и имеют огромный технологический и научный потенциал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В мире уже сформировалась неустойчивая система энергопользования, параметры которой определяются, следующими явлениями и процессами.

Все большее потребление и спрос на все виды энергии в связи с нарастающими нуждами современного общества и запросами на новые и дополнительные энергоемкие продукты и услуги в мире. Эта тенденция приводит напрямую к увеличению использования традиционных энергоносителей. В то же время, количество легко извлекаемых традиционных ископаемых источников энергии резко уменьшается, а цена добычи дополнительных ресурсов неуклонно растет. Продолжающееся использование этих типов источников уже имеет прогрессирующее негативное воздействие на окружающую среду и благосостояние человека и биосферы в целом.

Для придания устойчивости этой системе, не ограничивая при этом экономическое развитие общества, потребовались новые подходы и решения.

Первым и самым очевидным стал поиск и замена традиционных источников энергии на такие, которые, удовлетворяя нарастащий спрос на энергию, не будут приводить к негативным и даже необратимым последствиям для экологии. При этом, экономически подобное замещение не должно вызвать серьезных потрясений для социального и экономического развития общества из-за перенаправления значительных ресурсов из других областей, способных спровоцировать побочные дестабилизационные эффекты в ущерб развитию в целом.

Выходом стала разработка технологий ВИЭ и их внедрение в жизнь. Будучи оцень дорогими и в очень ограниченном количестве 50 лет назад, сегодня ВИЭ расширяют свое присутствие в мире и есть уже страны, которые на 100% удоволетворяют свои нужды в электроэнергии (Австрия, Дания и др.) на базе только ВИЭ, при этом их экономика продолжает развиваться поступательно и более высокими темпами, чем до ВИЭ.

Однако, промышленное перепроизводство и отсутствие устойчивой системы управления отходами привели к образованию огромного их количества, которое ежегодно увеличивается.

Эти отходы являются угрозой для биосферы и благосостояния человека. Для борьбы с ними были разработаны концепции и возникли целые отрасли, направленные на уменьшение объема отходов. Однако пока даже самая совершенная система в мире не способна гарантировать “ноль-отходов”.

Оставшаяся после первых уровней “йерархии отходов” (рециклирование и вторичное использование) часть отходов за счет своей морфологии и происхождения имеют значимый энергетический потенциал.

Их правильное использование, с точки зрения экологии и извлечения энергии, дает синергетическое так называемое “двойное-зеленое решение” (Dual-Green Solution).

Здесь надо добавить и энергоэффективность, главная цель которой – оптимальное использование энергии и снижение спроса на первичные источники. Многие промышленные и бытовые установки (не связанные с энергетикой напрямую) сами по себе вызывают побочные процессы и явления, которые также можно использовать для замещения первичных источников.

Для более эффективного достижения экологических целей (например, полной или почти полной углеродной нейтральности) при сохранении устойчивости энергосистем на базе набора и правильного микса энергоисточников, очевидно, потребуются новые источники и технологии для широкого применения в различных сферах (электро- и теплогенерация, транспорт, нефтехимия), а также их хранения и транспортирования. Это необходимо для хеджирования недостатков большинства ВИЭ, если не всех. Водород является на сегодняшний день самым вероятным кандидатом в такие источники.

Три основные подгруппы ВВИЭ – отходы-в-энергию; энергосбережение за счет использования побочных (вторичных) явлений; источники типа водорода (и

другие производные носители и не-биологические газы), объединенные в рамках своей вторичности, формируют общую группу ВВИЭ.

ВВИЭ не изучены достаточно подробно, мнения по их определению весьма разнообразны. Эти проблемы не позволяют внедрять их такими же темпами и так успешно, как ВИЭ, не зависимо от того, что накопленные отходами, возможно, не меньший приоритет, чем замещение традиционных источников ВИЭ.

В числе не до конца изученных вопросов есть относящиеся к экономике, экологии и социальной сфере. Нет также достаточно детальной и представительной статистики даже в рамках ЕС (а в случае с Республикой Болгария и на национальном уровне), которая позволила бы делать более точные анализы, прогнозы и рекомендации по использованию ВВИЭ.

Проблема с отходами и ВВИЭ для Европейского союза может выглядеть, как имеющая относительно временный характер, из за амбиций по достижению целей “зеленой сделки” к 2050 г. Но вопрос нерециклируемых и все-таки имеющих энергопотенциал количеств (даже если они будут минимальными) не исчезнет сам по себе. Депонирование, которое тоже стараются ограничить, не только не является решением, но может превратиться в потерю ресурса, не говоря о необходимости ликвидировать уже имеющиеся свалки.

При этом ЕС представляет только определенную часть мировой экономики и территории в мире, особенно в сравнении с Китаем, Индией, Индонезией и другими странами, где намного больше отходов, чем в Европе, но нет программ типа целей 2030 г. и “зеленой сделки”. Им опыт внедрения ВВИЭ может быть не менее полезным, чем внедрение ВИЭ.

Более широкое внедрение ВВИЭ поможет также глобальным целям – Цели в области Устойчивого развития ООН, Парижское соглашение и другим.

Подводя итоги исследования, можно обобщить, что ВВИЭ имеют важное значение и значительный потенциал для поступательного человеческого развития, дают ответ на ключевые вызовы современности, а также являются перспективными для устойчивого развития энергетики в будущем.

Их игнорирование или неполное использование будет означать не только упущенные возможности, но и провал всех усилий предоставить будущим поколениям достаточный потенциал для устойчивого развития, что будет означать, по сути, передачу им более трудных для решения проблем, или даже привести к необратимым природным процессам и явлениям.

Для воплощения в жизнь богатого потенциала ВВИЭ, внедрения их в рамках ЕС и Болгарии, а также российско-болгарского энергетического сотрудничества, необходимо:

1. Прийти к единому определению ВВИЭ и их классификации, используя, в т.ч. и разработанные автором подходы (Главы 1 и 2).
2. Улучшить методологии учета и анализа данных по ВВИЭ, особенно по результатам их применения на национальных уровнях и в рамках ЕС, что особенно важно для оптимального использования ВВИЭ в достижении ЦУР в условиях межтопливной конкуренции. В этом плане было бы целесообразно также использовать авторские наработки (Глава 1).
3. Расширить и упорядочить национальные и регионалные (ЕС) системы стимулирования внедрения ВВИЭ, сравнимой с аналогичной по ВИЭ, и использовать ее более эффективно для:
   - ребалансирования энергорынка и социально-экономической ситуации на местах в условиях сокращения производств на основе традиционных ископаемых источников энергии,
   - получения дополнительных выгод, связанных с уменьшением расходов на энергоисточники,
   - ликвидации последствий загрязнения природы и здоровья людей.
4. Ожидается, что развитие водородных, CO_2-в-энергию и других P-t-X технологий будут занимать все более важное место в энергобалансе ЕС и мира в целом. При этом для их использования будет необходимо очень много энергии, производимой ВИЭ или АЭС. В этой связи, нужно рассматривать и планировать заранее синергетические комбинации отдельных источников с

технологической и экономической точек зрения, чтобы получить максимальный эффект.

5. Использовать опыт ЕС и Болгарии для развития отрасли ВВИЭ в России, в т.ч. в рамках двустороннего энергетического сотрудничества между обеими странами (Глава 2 и 3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Официальные документы государственных учреждений и международных организаций

Республика Болгария

1 Закон о ВИЭ// Электронный источник. Режим доступа: https://www.me.government.bg/bg/library/zakon-za-energiyata-ot-vazobnovyaemi-iztochnici-167-c25-m258-1.html[81]

2 Закон об отходах // Электронный источник. Режим доступа: https://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/filebase/Waste/Legislation/Zakoni/ZUO.pdf

3 Закон о энергетике// Электронный источник. Режим доступа: https://www.me.government.bg/bg/library/zakon-za-energetikata-256-c25-m258-1.html

4 НСИ – Стастистика: отпъдъци по икономически групи// Электронный источник.Режим доступа: https://www.nsi.bg/bg/content/2558/образувани-отпадъци-от-дейността-по-икономически-групи

5 НСИ – Статистически справочник за 2019 г. // Электронный источник. Режим доступа: https://www.nsi.bg/bg/content/17307/публикация/ статистически-справочник-2019

6 О МОСВ // Электронный источник. Режим доступа: https://www.moew.government.bg/bg/ministerstvo/

7 Об отходах (МОСВ) // Электронный источник.Режим доступа: https://www.moew.government.bg/bg/otpaduci/

Российская Федерация

8 Стратегия долгосрочного развития Российской Федерации с низкимуровнем выбросов парниковых газов до 2050 года, Минэкономразвития РФ // Электронный источник. Режим доступа: https://economy.gov.ru/material/file/babacbb75d32d90e28d3298582d13a75/proekt_strategii.pdf

[81] Последние обращения ко всем цитируемым электронным ресурсам сделаны в период 10.03.2021 г.

Европейский Парламент, Европейская Комиссия, другие структуры ЕС

9 A European Green Deal. Striving to be the first climate-neutral continent.Электронный источник. Режим доступа: https://ec.europa.eu// strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

10 Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, European Commission (2018) // Электронный источник. Режим доступа: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/WI/ WI_BREF_FD_Black_Watermark.pdf.

11 Closing the loop – an EU action plan for the circular economy, COM (2015) 614 final // Электронный источник. Режим доступа: https://ec.europa.eu/ clima/policies/strategies/2030_en

12 Commission Implementing Decision (EU) 2019/2010 of 12 November 2019 establishing the best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council, for waste incineration (notified under document C(2019) 7987) // Электронный источник. Режим доступа: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/ ?uri=uriserv%3AOJ.L_.2019.312.01.0055.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2019%3A312%3ATOC

13 Commission Staff Working Dcoument. European Commission guidance for the design of renewables support schemes. SWD(2013) 439 final // Электронный источник. Режим доступа: https://ec.europa.eu/transparency/ regdoc/rep/10102/2013/EN/SWD-2013-439-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF

14 Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: The role of waste-to-energy in the circular economy// Электронный источник. Режим доступа: https://ec.europa.eu/environment/ waste/waste-to-energy.pdf

15 Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of November 2008 on waste and repealing certain Directives// Электронный источник.

Режим доступа: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098

16 Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC // Электронный источник. Режим доступа: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0028

17 Energy Efficiency Buildings Chapter, European Commission // Электронный источник. Режим доступа: http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings

18 Energy Strategy of the Union – 2015 (including the Energy Union), European Commission // Электронный источник. Режим доступа: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_15_4485)

19 National Action Plans for the Promotion of Renewable Energies 2009-2020 // Электронный источник. Режим доступа: http://ec.europa.eu/energy/renewables/action_plan_en.htm

20 Opinion on Greenhouse Gas Accounting in Relation to Bioenergy. September 15, 2011, European Environment Agency Scientific Committee// Электронный источник. Режим доступа: https://www.eea.europa.eu/about-us/governance/scientific-committee/sc-opinions/opinions-on-scientific-issues/sc-opinion-on-greenhouse-gas/view

21 The Circular Economy in Europe. European Environment Agency (2016) // Электронный источник. Режим доступа: https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe/at_download/ file

22 The Role of Waste-to-energy in the Circular Economy, European Commission (2017) // Электронный источник. Режим доступа: http://ec.europa.eu/environment/waste/waste-to-energy.pdf

23 Towards a better exploitation of the technical potential of waste-to-energy, European Union, 2016 // Электронный источник. Режим доступа:

http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104013/wte%20report%20full%2020161212.pdf.

МАВЭ (IRENA)

24 Устав Международного агенства по возобновляемой энергии// Электронный источник. Режим доступа: www.irena.org/documents/ uploadDocuments/Statute/Statute_RU.pdf

Международное энергетическое агентство (МЭА)

25 МЭА, Часто задаваемые вопросы// Электронный источник.Режим доступа: https://www.iea.org/about/faqs/coal

26 Technology report CO2 use, IEA (2019) // Электронный источник. Режим доступа: https://www.iea.org/reports/putting-co2-to-use

ООН и структуры системы ООН

27 Цели ООН устойчивого развития // Электронный источник.Режим доступа: https://sustainabledevelopment.un.org

28 Цели ООН устойчивого развития. Развернутая таблица // Электронный источник. Режим доступа: http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/ sustainable-development-goals

29 Brundtland Commission// Электронный источник. Режим доступа: https://simple.wikipedia.org/wiki/Brundtland_Commission

30 Dioxins and their effects on human health, World Health Organization (2016) // Электронный источник. Режим доступа: https://www.who.int/ newsroom/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-onhuman-health.

31 Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, by IAEA, UNDESA, EUROSTAT, EEA //IAEA Publications, Vienna 2005, pp.11-15

32 Global Waste Management Outlook, UNEP (2015), // Электронный источник. Режим доступа: http://web.unep.org/ourplanet/september-2015/ uneppublications/global-waste-management-outlook

33 Refinement of the IPCC guidelines for national greenhouse inventories, Intergovernmental Panel on Climate Change (2019) // Электронный источник. Режим доступа: https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/

34 Single-use Plastics: A Roadmap for Sustainability, UNEP (2018) // Электронный источник. Режим доступа: https://www.unenvironment.org/ resources/report/single-useplastics-roadmap-sustainability

35 Stockholm Convention on Organic Pollutants, UNEP // Электронный источник. Режим доступа: http://www.pops.int/TheConvention/Overview/ TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx

36 United Nations General Assembly Resolution A/42/427 (UNGA A/42/427)

37 WCED (World Commissionon Environmentand Development), 1987. Our Common Future // Oxford, UK: Oxford University Press

Organization for Economic Co-operation and Development

38 MunicipalWaste, OECD (2019) // Электронный источник. Режим доступа: https://data.oecd.org/waste/ municipal-waste.htm

US Environmental Protection Agency (EPA)

39 Energy Recovery from the Combustion of Municipal Solid Waste (MSW), EPA 2016, Washington, DC // Электронный источник. Режим доступа: https://www.epa.gov/smm/energy-recovery-combustion-municipal-solid-waste-msw

40 Terminology Services, EPA // Электронный источник.Режим доступа: https://ofmpub.epa.gov/sor_internet/registry/termreg/searchandretrieve/glossariesandkeywordlists/search.do?details=&glossaryName=AgSTAR%20Handbook%20Glossary

World Bank

41 Municipal Solid Waste Incineration. A Decision Maker's Guide, World Bank (2000) // Электронный источник. Режим доступа: http://siteresources.worldbank.org/INTUSWM/Resources/463617-1202332338898/ incineration-dmg.pdf

42 Urban Development Series – Knowledge papers, Waste Generation, World Bank // Электронный источник. Режим доступа: https://siteresources. worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/ Chap3.pdf

43 What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management, World Bank // Электронный источник. Режим доступа: https://openknowledge. worldbank.org/handle/10986/17388

44 What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, World Bank // Электронный источник. Режим доступа: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317

World Energy Council

45 World Energy Resources: Waste to Energy 2016, World Energy Council (2016a) // Электронный источник. Режим доступа: https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources_ Waste_to_ Energy_2016.pdf

Книги, монографии, сборники, диссертации

46 Содействие развитию возобновляемых источников энергии: опыт отдельных стран ОЭСР / Р.А. Алиев, Е.Д. Базилева, Е.А. Близнецкая, А.Ф. Синякова. – М.: МГИМО-Университет, 2013. – 157 с.

47 Бальзанников М.И., Елистратов В.В. Возобновляемые источники энергии. Аспекты комплексного использования // СамГАСУ, 2008. – 260 с.

48 Булатов А.С., Ливенцев Н.Н. Мировая экономика и международные экономические отношения: Учебник. – М.: Магистр, 2008. – 654 с.

49 Бушуев И.И. История и технология ядерной энергетики. Учебное пособие. – М.: МГСУ, 2018. – 32 с.

50 Гродский В.С. Развитие основных идей экономической теории. – М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 464 с.

51 Дакалов М.В. Экономические аспекты развития возобновляемых источников энергии в странах ЕС: Дисс. на соиск. уч. степ. канд. экон. наук. – С.26-27. Электронный источник. Режим доступа: http://old.mgimo.ru/science/ diss/2015/ document269515.phtml

52 Дмитриевский А.Н., Баланюк И.Е. Газогидраты морей и океанов – источник углеводородов будущего: – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2009. – 416 с.

53 Климатические факторы возобновляемых источников энергии / В.В. Елистратов, Е.М. Акентьева, М.М. Борисенко, Н.В. Кобышева, Г.И. Сидоренко, В.В. Стадник. – СПб.: Наука, 2010. – 235 с.

54 Жизнин. С., Тимохов В. Ядерные аспекты энергетической дипломатии: Монография. – М.: Издательство МГИМО-Университет, 2017. – 267 с.

55 Жизнин С.З. Основы энергетической дипломатии. – М.: Издательство МГИМО-Университет, 2013. – С.9-14.

56 Жизнин С.З. Энергетическая дипломатия России: экономика, политика, практика. – М.: Ист Брук, 2005. – 638 с.

57 Зеленая экономика и цели устойчивого развития для России: коллективная монография / Под науч. ред. С.Н. Бобылева, П.А. Кирюшина, О.В. Кудрявцевой. – М.: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2019. – 284 с.

58 Каныгин П.С. Экономика освоения альтернативных источников энергии: на примере ЕС: Дисс. на соиск. уч. степ. докт. экон. наук, специальность 08.00.14. – М. 2010. – 344 с.

59 Кононов Ю.Д. Энергетика и экономика. Проблемы перехода к новым источникам энергии. – М.: Наука, 2009.

60 Конторович А.Э. Общемировые и российские проблемы ТЭК: Мировой кризис и глобальные перспективы энергетических рынков. – М.: ИМЭМО, 2009. – 63 с.

61 Копылов А.Е. Экономика ВИЭ. – М.: Грифон, 2015. – 140 с.

62 Матвеев И.Е. Современный потенциал и перспективы развития западноевропейской энергетики: Дисс. на соиск уч. степ. канд. экон. наук: специальность 08.00.14. – М., 2013. – 212 с. Электронный источник. Режим доступа: http://economy-lib.com/sovremennyy-potentsial-i-perspektivy-razvitiya-zapadnoevropeyskoy-energetiki

63 Мировая экономика и международные экономические отношения. Полный курс: Учебник / под ред. А.С.Булатова. – М.: КНОРУС, 2017. – 916 с.

64 Мога И.С. Использование зарубежного опыта при внедрении возобновляемых источников энергии в России // Дисс. на соиск уч. степ. канд. экон. наук: специальность 08.00.14. – М., 2012. – 232 с. Электронный источник. Режим доступа: http://economy-lib.com/ispolzovanie-zarubezhnogo-opyta-pri-vnedrenii-vozobnovlyaemyh-istochnikov-energii-v-rossii

65 Носова С.С. Экономическая теория. Элементарный курс: Учебное пособие. – М.: КноРус, 2016. – 214 с.

66 Очирова Е.Л. Экономические и экологические аспекты устойчивого развития современной экономики. – Иркутск: ИрГУПС, 2009. – 108 с.

67 Симония Н.А., Торкунов А.В. Глобализация, структурный кризис и мировое лидерство. Мифы и реальность // Международная жизнь, 2013. – 88 с.

68 Сухоцкий, А. Б. Вторичные энергетические ресурсы. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие: – Минск: БГТУ, 2012. – 92 с.

69 Фортов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире. – Долгопрудный: ИД Интеллект, 2011. – 167 с.

70 Фролов А.В. Новые источники энергии. – Тула: Тульский ГУ, 2011. – 219 с.

71 Assessment of Hydrogen Energy for Sustainable Development, edited by Antonio Scipioni, Alessandro Manzardo and Jingzheng Ren // Compenidum, 2017 Elsevier, 2017, 328 p.

72 Chen D, et al. Pyrolysis technologies for municipal solid waste: a review // Waste Manage 34(12):2466–2486 (2014)

73 David Pearce (2002). "An Intellectual History of Environmental Economics", Annual Review of Energy and the Environment 2002, 27:57–81.

74 “Deliver or pay”, or how waste incineration causes recycling to slow down // Zero Waste Europe (2017). Электронный источник. Режим доступа: https://zerowasteeurope.eu/2017/10/deliver-paywaste-incineration-causes-recycling-slow

75 Demirel, Y., EnergyProduction, Conversion, Storage, Conservation, and Coupling // 2016, Springer, 616 p.

76 Jeffrey D. Sachs, The Age of Sustainable Development // Columbia University Press, 2015, 544 p.

77 John Blewitt, Understanding Sustainable Development // Routledge, 2017, 418 p.

78 Hanley, N., J.Shogren, and B.White (2007), Environmental Economics in Theory and Practice, Palgrave // Red Globe Press, London, 457p.

79 Magdalena Ziolo, Bruno S. Sergi, Financing Sustainable Development: Key Challenges and Prospects // Springer, 2019, 375 p.

80 Mukherjee, A., Debnath, B., & Ghosh, S. K., A Review on Technologies of Removal of Dioxins and Furans from Incinerator Flue Gas // Procedia Environmental Sciences, 35, (2016). pp.528-540.

81 Nuclear Energy in a Sustainable Development Perspective. OECD Nuclear Energy Agency, 2000. Электронный источник. Режим доступа: http://www.oecd-nea.org/ndd/docs/2000/nddsustdev.pdf

82 Rootes C, Leonard L, eds. Environmental Movements and Waste Infrastructure. New York, NY: Routledge (2012), 172 p.

83 Sorensen B. Renewable Energy, Fourth Edition: Physics, Engineering, Environmental Impacts, Economics & Planning // Academic Press, 2010, 976 p.

84 Stahel, W. R. & Reday-Mulvey, G. Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy // Vantage Press, 1981, 116 p.

85 Stahel, W. R. in The Circular Economy - A Wealth of Flows (ed. Webster) // Ellen MacArthur Foundation, 2015

86 Stehlik, Petr, Up-to-Date Waste-to-Energy Approach: From Idea to Industrial Application // Springer Nature, 2019, 101 p.

87 Wolfgang Buchholz, Dirk Rübbelke, Foundations of Environmental Economics // Springer, 2019, 163 p.

88 Wolfgang Buchholz, Dirk Rübbelke,The Theory of Externalities and Public Goods, Essays in Memory of Richard // INBUNDEN Engelska, 2017

89 Zhiznin S.Z., Vassilev S., Gusev A. L. Economics of the Secondary Renewable Energy Sources with Hydrogen Generation // International Journal of Hydrogen Energy, №44 (2019), Elsevier, pp.11385-11393

Статьи, доклады, презентации

90 Агенция “Монитор”, До края на 2020-а: Първите зарядни станции за водород пристигат в България // в-к Монитор, 12 септември 2019 г. Электронный источник. Режим доступа: https://www.monitor.bg/bg/a/ view/do-kraja-na-2020-g-pyrvite-zarjadni-stancii-za-vodorod-pristigat-v-bylgarija-175221

91 Бобылев, С.Н. Устойчивое развитие в интересах будущих поколений: экономические приоритеты / С.Н. Бобылев // Мир новой экономики. – 2017. – С. 90-97. URL: https://cyberleninka.ru/article/v/ustoychivoe-razvitie-v-interesah-buduschih-pokoleniy-ekonomicheskie-prioritety

92 Бобылев, С.Н. Устойчивое развитие: парадигма для будущего / С.Н. Бобылев // Мировая экономика и международные отношения. — 2017. — Т. 61. – № 5. – С. 107-113.

93 Веселина Василева, Инвестициите във фотоволтаични системи в България се увеличават все повече// в-к “Инвестор”, 7 март 2018 г. Электронный

источник. Режим доступа: https://www.investor.bg/analizi/ 361/a/investiciite-vyv-fotovoltaichni-sistemi-v-bylgariia-se-uvelichavat-vse-poveche-256937/

94 Дакалов М.В., Нормативно-правовое регулирование использования возобновляемых источников энергии в ЕС // Наука и бизнес: пути развития. – 2013. – № (19). – С. 58-60.

95 Жизнин С.З., Василев С. Значение вторично возобновляемых источников энергии для целей устойчивового развития // Казанский экономический вестник. – 2017. – №4 (30). – С. 36-42.

96 Жизнин С.З., Тимохов В.М., Василев С. Финансово-экономические аспекты развития возобновляемой энергетики в мире // Журнал «Финансовая экономика». – 2019. – №4. – С. 609-615.

97 Кокорин А.О. Парижское климатическое соглашение ООН: нынешнее и будущее воздействие на экономику России и других стран // WWF/ИМЭМО, 2016. Электронный источник. Режим доступа: http://www.imemo.ru/files/File/ru/conf/2016/11022016/11022016-PRZ-COCK.pdf

98 Копылов А.Е. Экономические аспекты выбора системы поддержки использования возобновляемых источников энергии в России // Энергетик. – 2008. – №1. – С. 7-10.

99 Салыгин В.И., Гулиев И. А., Мустафинов Р.К. Энергетика и управление инновациями: финансовые аспекты программы ЕС "Горизонт 2020" // Финансовый бизнес. – 2017. – №2 (187). – С.25-32.

100 Салыгин В.И., Гулиев И. А., Мустафинов Р.К. Устойчивое развитие и текущее состояние электроэнергетики стран Европейского союза // Управление риском. – 2017. – №1 (81). – С.42-50.

101 Серафимова Е., Петкова В. Възможности за оползотворяване на шредиран чипс от автомобилни гуми: Доклад пред SES 2018 Fourteenth International Scientific Conference Space, Ecology, Safety, 9 November 2018, Sofia, Bulgaria. Электронный источник. Режим доступа: http://www.space.bas.bg/SES/archive/ SES%202018%20DOKLADI/4_Ecology/11_Serafimova.pdf

102 Стукалов В.А., Субботин С.А., Щепетина Т.Д. Водородная энергетика и техногенный водородный цикл как основа консолидированного развития топливодобывающих отраслей и атомной энергетики. – М.: РНЦ“Курчатовский институт”. Электронный источник. Режим доступа: http://isem.irk.ru/symp2010/papers/RUS/S3-09r.pdf

103 Фортов В.Е., Попель О.С. Состояние развития возобновляемых источников энергии в мире и в России // Теплоэнергетика. – 2014. – № 6. – С. 4-13.

104 Фортов В.Е., Макаров А.А. Направления инновационного развития энергетики мира и России // Сборник УФН, 179:12 (2009). – С. 1337-1353.

105 Шевелева А.В. Анализ и оценка процесса интеграции климатической повестки в стратегии ведущих нефтегазовых ТНК развитых стран / А.В. Шевелева, М.В. Черевик // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 4. – С.164-168.

106 Шевелева А.В. Реализация проектов ВИЭ ведущими российскими нефтегазовыми компаниями / А.В. Шевелева // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 5 (94). – С.1226-1231.

107 Янина Здравкова, Екарисаж в центъра на Александровска болница // в-к Сега, 19 март 2002. Электронный источник. Режим доступа: http://old.segabg.com/article.php?id=47340

108 After incineration: the toxic ash problem // IPEN (2015). Электронный источник. Режим доступа: https://ipen.org/sites/default/files/documents/After_incineration_the_toxic_ash_problem_2015.pdf.

109 Barry W. Brook, Agustin Alonso, Daniel A. Meneley at al. Why nuclear energy is sustainable and has to be part of the energy mix // Sustainable Materials and Technologies. 1-2 (2014), p.p. 8-16.

110 Bianchi, G., Panayiotou, G.P., Aresti, L. *et al.* Estimating the waste heat recovery in the European Union Industry // Energ. Ecol. Environ. 4,211–221 (2019). Электронный источник. Режим доступа: https://link.springer.com/article/10.1007/s40974-019-00132-7#ref-CR14

111 David W.Keith, Geoffrey Holmes, David St. Angelo, Kenton Heidel, A Process for Capturing CO_2 from the atmosphere // Joule, Vol. 2 iss.8,2018, pp.1573-1594

112 David Pearce (2002). "An Intellectual History Of Environmental Economics" // Annual Review of Energy and the Environment 2002, 27:57-81

113 Europe Waste to Energy Market: Focus on Technology (Thermo Chemical, Bio Chemical), Application (Heat, Electricity, Combined Heat and Power, Fuel), and Waste Type – Analysis and Forecast, 2018-2023. Электронный источник. Режим доступа: https://www.researchandmarkets.com/research/ r4nx2d/the?w=5

114 Gass, H. C., Luder, K., & Wilken, M. (2002). PCDD/Femissions during cold start-up and shut-down of a municipal waste incinerator // Organohalogen compounds, 56, 193-196.

115 Jeroen C.J.M. van den Bergh Ecological Economics: Themes, Approaches, and Differences with Environmental Economics // 2001, Regional Environmental Change, 2(1), pp.13-23. Электронный источник. Режим доступа: https://web.archive.org/web/20081031133858/; http://www.ima. kth.se/utb/mj2694/ pdf/Bergh.pdf

116 Jocelyn Timperley, Renewable hydrogen “already cost competitive”, says new research // Energypost.eu, March15, 2019. Электронный источник. Режим доступа: https://energypost.eu/renewable-hydrogen-already-cost-competitive-says-new-research

117 Hidden Emissions: A Story from the Netherlands // Zero Waste Europe (2018b). Электронный источник. Режим доступа: https://zerowasteeurope. eu/downloads/hidden-emissions-a-story-from-thenetherlands

118 Koenigs C.A. Smarter Grid for Renewable Energy: Different States of Action // Challenges, 2013, vol. 4, iss. 2 (September), pp. 217 – 233.

119 Markets (2018) Waste Heat Recovery System Market by Application (Preheating and Steam & Electricity Generation), End-Use Industry (Petroleum Refining, Metal Production, Cement, Chemical, Paper & Pulp, and Textile) – Global Trends & Forecasts to 2021. Электронный источник. Режим доступа:

https://www.marketsandmarkets.com/MarketReports/waste-heat-recovery-system-market-202657867.html

120 O'Neal R.D., Hellweg J.R., Lampeter R.M. Low Frequency Noise and Infrasound from Wind Turbines // J. Noise Control Engineering, 59, 2011, pp. 47-53.

121 Pierpont N. Wind Turbine Syndrome: 2008. Электронный источник. Режим доступа: http://www.windturbinesyndrome.com/wind-turbine-syndrome

122 Sheveleva A.V. Justification of the need and feasibility to renewable energy sources for the implementation of sustainable development principles / S.G. Tyaglov, A.V. Sheveleva, Guseva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2019. – No. 317 (1). – Article 012004.

123 Simon Evans, Solar, Wind, Nuclear Amasingly Low Carbonprints // Carbon brief, 8 December 2017. Электронный источник. Режим доступа: https://www.carbonbrief.org/solar-wind-nuclear-amazingly-low-carbon-footprints

124 Phys.org, Converting CO2 into usable energy. Электронный источник. Режим доступа: https://phys.org/news/2018-03-co2-usable-energy.html

125 Robin, Whitlock, European payback times for solar power fell in 2018 finds new report // Renewable Energy Magazine, 21 February 2019. Электронный источник. Режим доступа: https://www.renewableenergymagazine.com/pv_solar/european-payback-times-for-solar-power-fell-20190221

126 Towards the circular economy // Report by Ellen MacArthur Foundation, Электронный источник. Режим доступа: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf

127 Waste Incinerators: Bad News for Recycling and Waste Reduction // Global Alliance for Incinerator Alternatives (2013). Электронный источник. Режим доступа: http://www.no-burn.org/wp-content/uploads/BadNews-for-Recycling-Final.pdf

128 Wilken, M., Dehoust, G., Marsch, F. (2003). Start-up of Hazardous Waste Incinerator-impact on the PCDD/Femission // Organohalogen compounds, 63, 29-32.

129 Will Mathis, James ThornhillHydrogen’s Plunging Price Boosts Role as Climate Solution, Bloomberg, August 21, 2019. Электронный источник. Режим доступа: https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-08-21/cost-of-hydrogen-from-renewables-to-plummet-next-decade-bnef

Публикации и ресурсы в сети Интернет

130 Статистический эжегодник мировой энергетики 2019 (потребление). Электронный источник. Режим доступа: https://yearbook.enerdata.ru/total-energy/world-consumption-statistics.html

131 Статистический эжегодник мировой энергетики 2019 (солнце, ветер). Электронный источник. Режим доступа: https://yearbook.enerdata.ru/ renewables/wind-solar-share-electricity-production.html

132 Статистический эжегодник мировой энергетики 2019 (электричество). Электронный источник. Режим доступа: https://yearbook.enerdata.ru/ electricity/electricity-domestic-consumption-data.html

133 BankLazard, LCOE 2014 Report. Электронный источник. Режим доступа: https://public.tableau.com/profile/mitchtobin#!/vizhome/LazardLCOEFeb62014/ Dashboard7

134 CEWEP, Sustainability Roadmap 2035. Электронный источник. Режим доступа: https://www.cewep.eu/wte-roadmap

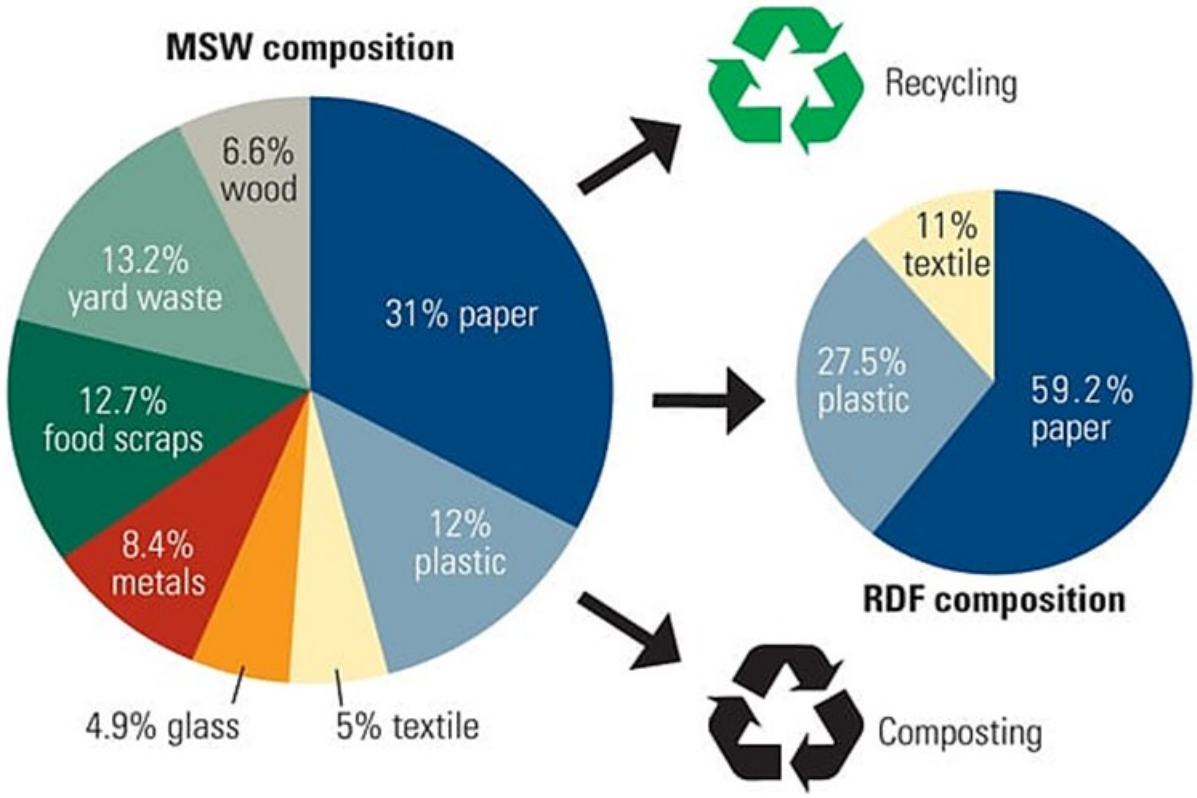
135 Cradle to Cradle. The Product-Life Institute. Электронный источник. Режим доступа: Product-life.org

136 HYLAW. Электронный источник. Режим доступа: https://hydrogeneurope.eu/hylaw

137 Peak Oil Barrel: World Coal report P4: Электронный источник. Режим доступа: http://peakoilbarrel.com/world-coal-2018-2050-world-energy-annual-report-part-4

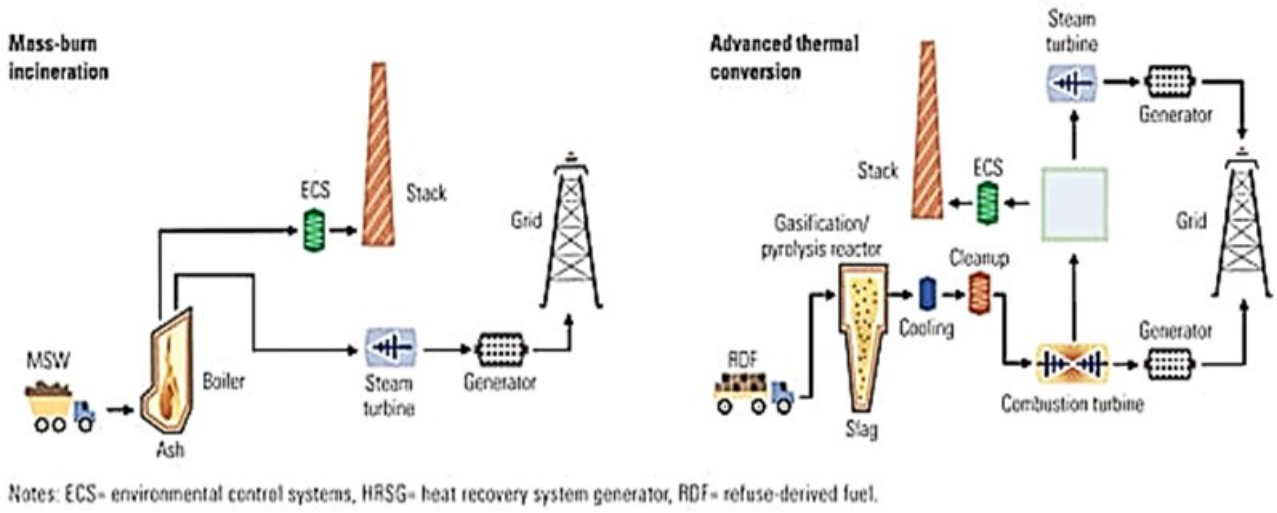
ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Усредненная морфология ТКО и возможности их использования



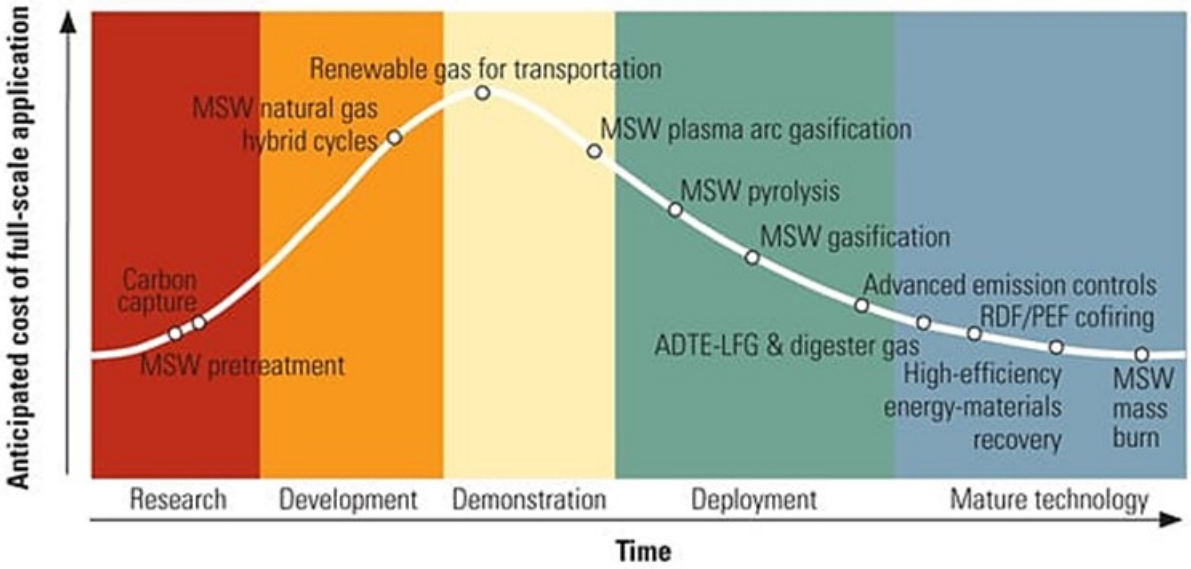
Источник: PowerMag по данным EPA and Scoullos et al., 2008, Режим доступа: https://www.powermag.com/waste-to-energy-technology-options-increase-but-remain-underutilized/

Приложение 2. Сравнение конструкций обычного инсинератора твердых бытовых отходов (ТБО) и газификатора отходов



Источник: PowerMag по материалам IPRI, Режим доступа: https://www.powermag.com/waste-to-energytechnology-options-increase-but-remain-underutilized/

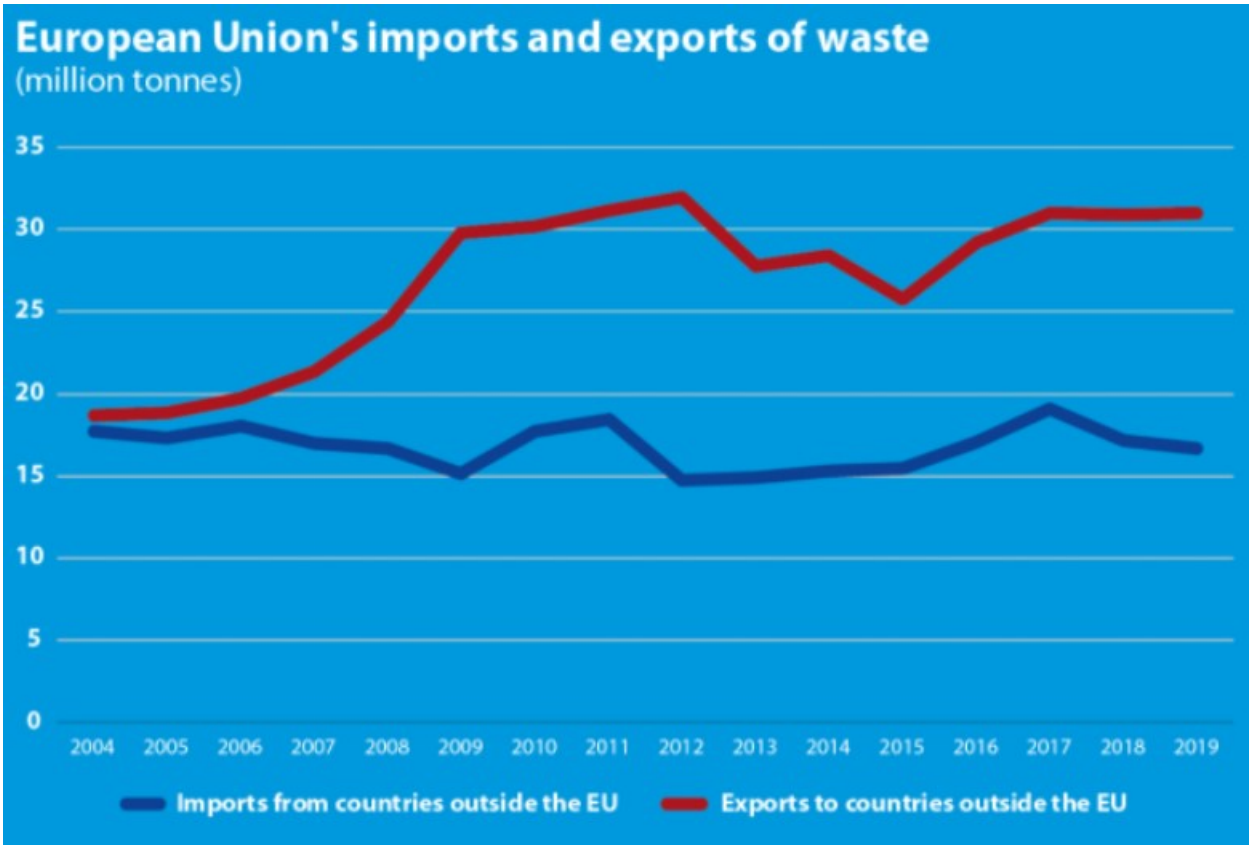
Приложение 3. Соотношение цена/готовность к применению отдельных технологий использования ВВИЭ



Notes: ADTE= anaerobic digestion to energy, LFG= landfill gas, MSW= municipal solid waste, RDF= refuse-derived fuel, PEF= process-engineered fuel.

Источник: Powermag по данным EPRI, Режим доступа: https://www.powermag.com/waste-to-energy-technology-options-increase-but-remain-underutilized/

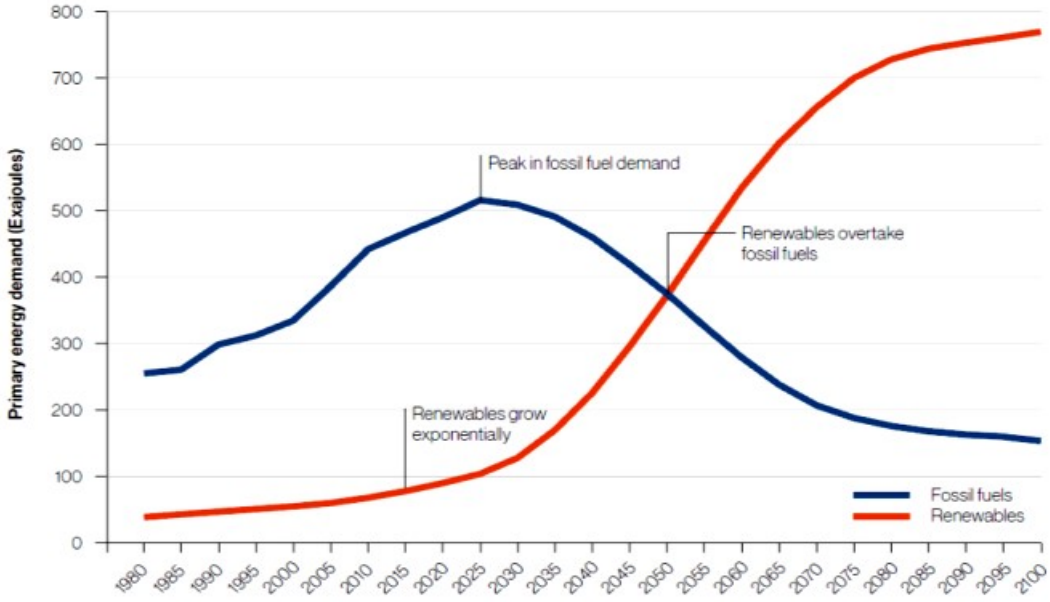
Приложение 4. Динамика торговли отходами в ЕС – 2004-2019 гг.



Источник: Eurostat. Your key to European statistics. Режим доступа: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20200416-1

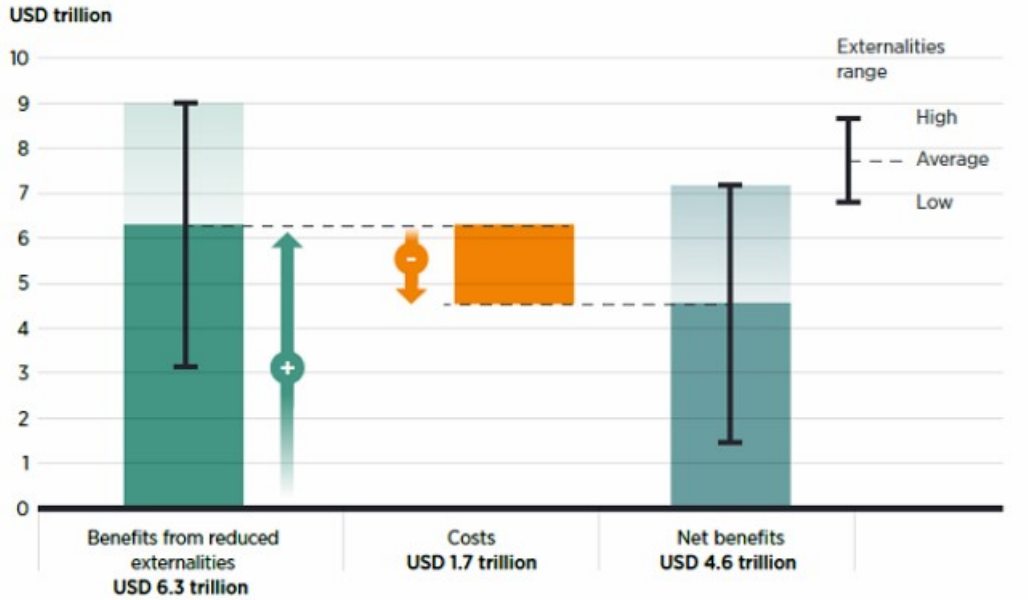
Приложение 5. Сравнительный анализ ВИЭ с традиционными источниками энергии по основным экономическим показателям и перспективам развтия

Прогноз развития мировой энергетики



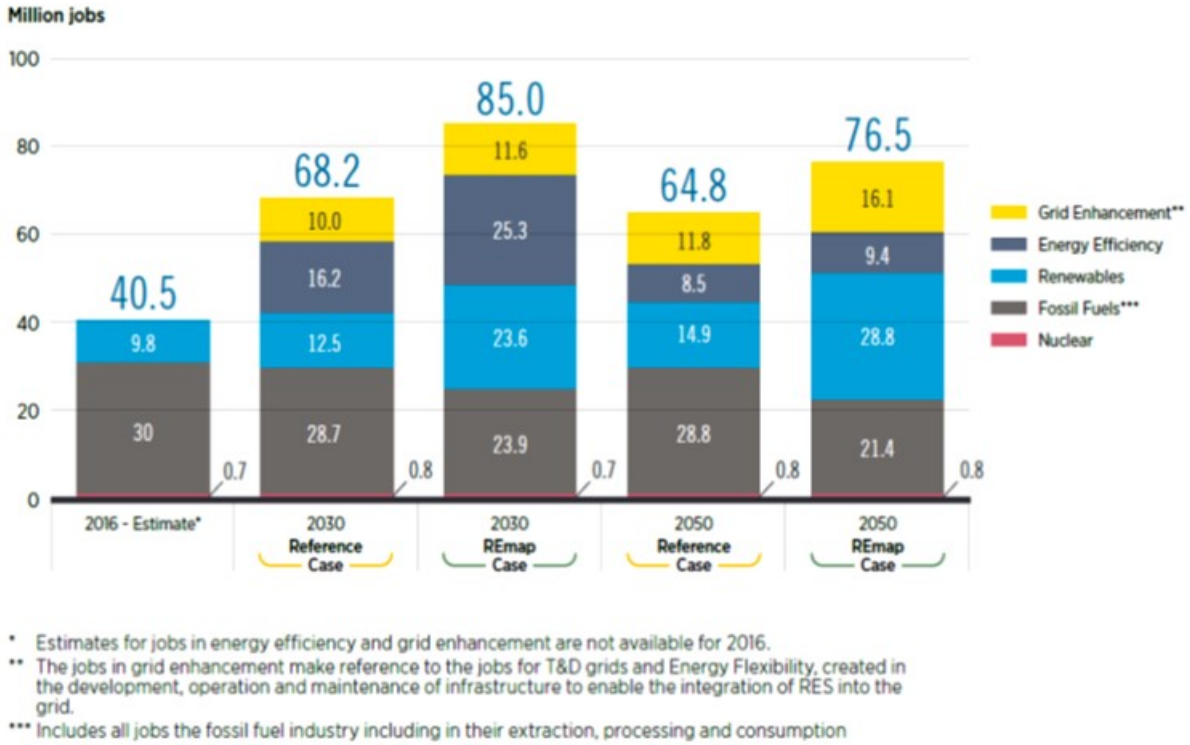
Источник: The global energy transformation. – URL: https://geopoliticsofrenewables.org/report/the-global-energy-transformation (дата обращения: 18.03.2021) – Текст: электронный.

Экономический эффект от перехода на ВИЭ



Источник: Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050 (2018 edition). – URL: https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050 (дата обращения: 18.03.2021) – Текст: электронный.

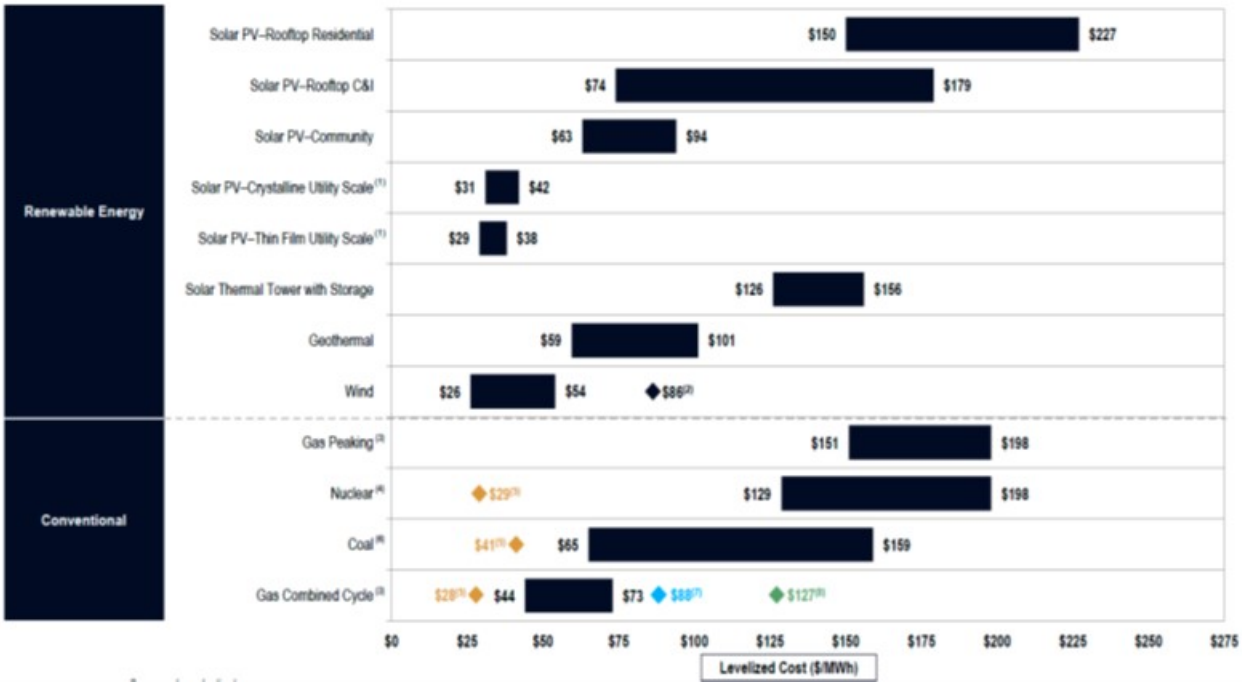
Занятость в энергетическом секторе в 2016,2030,2050 гг. (млн рабочих мест)



* Estimates for jobs in energy efficiency and grid enhancement are not available for 2016.
** The jobs in grid enhancement make reference to the jobs for T&D grids and Energy Flexibility, created in the development, operation and maintenance of infrastructure to enable the integration of RES into the grid.
*** Includes all jobs the fossil fuel industry including in their extraction, processing and consumption

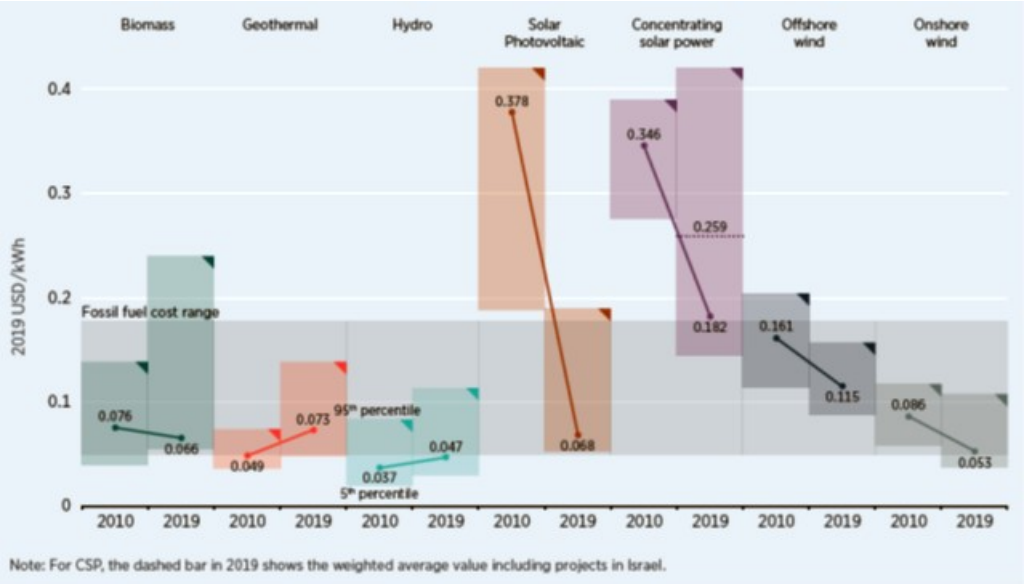
Источник: Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050 (2018 edition). – URL: https://www.irena.org/publications/2018/Apr/Global-Energy-Transition-A-Roadmap-to-2050 (дата обращения: 18.03.2021) – Текст: электронный.

Капитальные затраты на различные технологии производства энергии



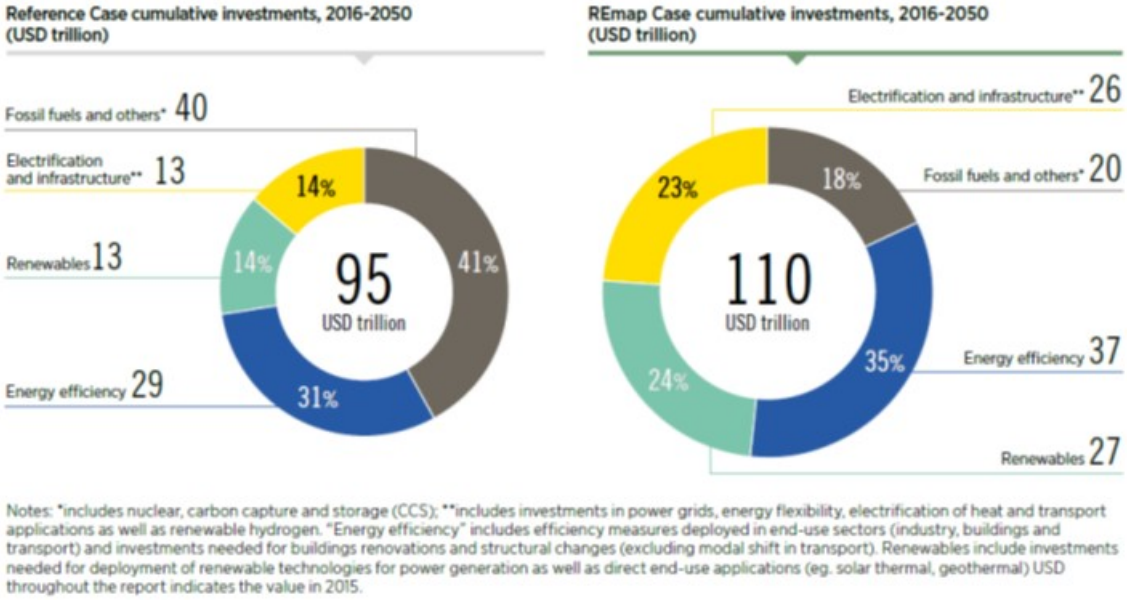
Источник: LAZARD’S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS — VERSION 14.0. – URL: https://www.lazard.com/media/451419/lazards-levelized-cost-of-energy-version-140.pdf (дата обращения: 18.03.2021) – Текст: электронный.

Динамика себестоимости производства различных видов электроэнергии



Источник: Renewable power generation costs in 2019. – URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf (дата обращения: 18.03.2021) – Текст: электронный.

Инвестиции в энергетический сектор за период 2016-2050 гг., трлн долл.[82]



Источник: Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050 (2019 Edition). – URL: https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition (дата обращения: 18.03.2021) – Текст: электронный.

[82] Reference Case – This scenario considers current and planned policies of countries. It includes commitments made in Nationaly Determined Contributions and other planned targets. It presents a perspective based on governments' current projections and energy plans. REmap Case – This scenario includes the deployment of low-carbon technologies, based largely on renewable energy and energy efficiency, to generate a transformation of the global energy system that limits the rise in global temperature to well below 2 degrees Celsius above pre-industrial levels. The scenario is focused on energy-related carbon dioxide emissions, which make up around two-thirds of global greenhouse gas emissions.

Приложение 6. Выборка решения КЕВР по установлению стимулов и преференциалных цен на ВИЭ



РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ
Комисия за енергийно
и водно регулиране



Р Е Ш Е Н И Е
№ Ц-9
от 01.07.2018 г.
КОМИСИЯТА ЗА ЕНЕРГИЙНО И ВОДНО РЕГУЛИРАНЕ

на закрито заседание, проведено на 01.07.2018 г., след като разгледа данните и документите, свързани определянето на преференциални цени на електрическата енергия, произведена от възобновяеми източници, актуализация на преференциални цени на електрическата енергия, произведена от биомаса и определяне на премии на производителите на електрическа енергия от възобновяеми източници с обща инсталирана мощност 4 MW и над 4 MW, както и събраните данни на проведено на 06.06.2018 г. обществено обсъждане, установи следното:

……

Комисията приема за установено следното:

I. Общи принципи при определянето на преференциалните цени

Основните фактори, използвани за определяне на нивото на преференциалните цени на електрическата енергия, произведена от възобновяеми източници, са размерът на инвестиционните разходи, включително разходите за присъединяване към съответната преносна или разпределителни мрежи, нивото на експлоатационните разходи, капиталовите разходи, в т.ч. разходите за амортизация, определени на основата на среден полезен технико-икономически живот на активите и възвръщаемост. Преференциалните цени отразяват видът на възобновяемия източник, инсталираната мощност на обекта, мястото и начинът на монтиране на съоръженията.

При определянето на цените на електрическата енергия, произведена от възобновяеми източници, са използвани данни от официален доклад на Фраунхофер институт 2017 г. – Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE (www.ise.fraunhofer.de), www.pveurope.eu) и IRENA (International Renewable Energy Agency), публикувани на интернет страниците на изброените източници на следните линкове, посочени в настоящия доклад:
https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf; http://www.pveurope.eu/ News/Solar-Generator/Solar-modules; http://www.irena.org/publications/2018/ Jan/Renewable-power-generation-costs-in-2017

Преференциалните цени за производство на електрическа енергия от ВИ не отчитат конкретни стойности на индивидуален инвестиционен проект, а осреднени такива, взети от официални източници и отразяващи международния опит, както и придобития и изграден опит в страната. Цените са определени чрез изчисляване на настоящата стойност на финансовите потоци, получени чрез определените от Комисията осреднени необходими приходи при горепосочените ценообразуващи елементи. Цените са анюитетни за периода на задължително изкупуване на електрическата енергия, произведена от възобновяеми източници.

При определяне и/или актуализиране на преференциалните цени на електрическа енергия от ВИ, следва да се има предвид, че на основание чл. 36е, ал. 4 от ЗЕ, ежемесечните вноски във „Фонд сигурност на електроенергийната система“ в размер на 5%, не са

ценообразуващ елемент и не следва да се включват в състава на признатите от Комисията разходи.

Ценообразуващите елементи, които следва да бъдат отчетени при определяне на цените на електрическата енергия, произведена от ВИ, са:

1. Инвестиционни разходи

Размерът на инвестиционните разходи за всички видове ВИ отразява всички инвестиционни разходи за оборудване и съоръжения, специфични инвестиционни разходи, в зависимост от технологията, включващи електрическите инсталациии
инвертори, стоманени конструкции, разходи за развитие на проекта, включително идейни и технически проекти, административни разходи и такси, разходи за присъединяване на енергийния обект, както и други непланирани инвестиционни разходи.

При определяне на стойността на инвестиционните разходи са взети предвид понижението на капиталовите разходи за ФтЕЦ към края на 2017 г. (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE (www.ise.fraunhofer.de), www.pveurope.eu) и IRENA (International Renewable Energy Agency)) за изграждане на нови електроцентрали, използващи възобновяеми източници в страните членки на Европейския съюз (ЕС), съгласно източниците на информация, посочени в настоящия доклад, представляващи осреднени капиталови разходи в този период от време.

2. Инфлация

За корекция на експлоатационните разходи, необходими за производство на електрическа енергия от възобновяеми източници за целия период на задължително изкупуване на електрическата енергия при образуването на цени за производители на електрическа енергия от ВИ, е приложена прогнозна годишна инфлация от 2%.

3. Норма на възвръщаемост на капитала и структура накапитала

При определянето на преференциалните цени за задължително изкупуване на електрическата енергия, произведена от ВИ, е икономически обосновано да бъде определена еднаква целева стойност на нормата на възвръщаемост на капитала, при еднаква целева капиталова структура на собствения и привлечения капитал. В тази връзка при реалното прилагане на определените преференциални цени всеки инвеститор има възможност да постигне различна доходност в зависимост от индивидуалното управление на инвестиционния проект. Нормата на възвръщаемост е определена в съответствие с макроикономическата среда и специфичните условия на регулиране на дружествата в размер на 7%. Конкретната стойност е постоянна величина, действаща за нормативно определен период от време и се явява среднопретеглена за целия период на задължителното изкупуване на електрическата енергия. Следователно и съставляващите я ценови параметри като финансовите разходи, отразени в нивото на нормата на възвръщаемост, представляват референтни средни стойности за целия период на изкупуване на енергията, а не са определени като относими към дадена календарна година. В тази връзка следва да се отбележи, че същите параметри на нормата на възвръщаемост се прилагат като ценообразуващ елемент при определянето на преференциалните цени на електрическата енергия, произвеждана от всички видове възобновяеми източници и технологии, което гарантира принципа по чл. 23, ал. 1, т. 5 от ЗЕ, изискващ осигуряване на равнопоставеност между отделните категории енергийни предприятия. В допълнение, среднопретеглена норма на възвръщаемост в размер на 7% осигурява финансов ресурс за покриване на допълнителни невключени разходи и произтичащи от закона задължения, и следва да се запази.

4. Средногодишна продължителност на работа нацентралите

При определяне на средно годишната продължителност на работа на фотоволтаични електрически централи (ФтЕЦ) са използвани данни от Агенцията за устойчиво енергийно развитие (АУЕР) за 2015 г., 2016 г. и 2017 г., разпределени по общини и региони, като са взети предвид отчетените средно-ефективни стойности на работа за страната в годишен аспект, количествата произведена електрическа енергия и инсталираните мощности, като са отчетени средните нетни пълни ефективни часове в България за последните три години, а именно:

Осреднено за Р България, средни нетни пълни ефективни часове в размер на 1 302 часа, което се равнява на 1 302 kWh/kWp нетно специфично производство (НСП).

5. Размер на експлоатационни разходи

Допустимите експлоатационни разходи, подлежащи на регулаторен контрол, са свързани с експлоатацията и поддръжката на съоръженията, съобразно съответните технически стандарти. Те се формират основно от разходи за ремонт и поддръжка, застраховки, разходи за почистване и др., които са осреднени за периода на изчислената анюитетна цена, съгласно източниците на информация посочени в настоящия доклад. Размерът на експлоатационните разходи е определен като процент от инвестиционните разходи.

Предвид факта, че преференциалната цена се определя за дългосрочен период, през който съществуват възможности за оптимизацията чрез използване на бързото развитие на инженерните технологии и предприетата от собственика на централата стратегия на поддръжка, средната стойност на експлоатационните разходи следва да е в границите на минималните нива, възприети от инвеститорите в световен мащаб.

Разходите за поддръжка в действащите цени на електрическата енергия, произведена от фотоволтаични електрически централи, включват разходи за ремонти, материали, разходи за опазване на околната среда и др., като за електрически централи (ЕЦ) с инсталирана мощност до 5 kWp представляват в годишен план 3% от инвестиционните разходи до 5^{та} година от експлоатацията включително. От 6^{та} до 20^{та} година експлоатационните разходи за поддръжка нарастват на 3,5%. Експлоатационните разходи за инсталирани мощности от 5 kWp до 30 kWp представляват 3% от инвестиционните разходи за целия двадесет годишен период на преференциални цени.

6. Полезен живот на активите и разходите заамортизации

Разходите за амортизации са изчислени при прилагане на линеен метод и в зависимост от осреднен полезен живот на активите и средната стойност на инвестицията за различните видове ВИ. Съоръженията, машините и оборудването, които се влагат в изграждането на съответния вид централа според вида инсталация, имат различентехнико-икономически живот. В тази връзка разходите за амортизация са осреднени и са изчислени на база полезния живот на основното оборудване при отчитане на инвестиционните разходи за изграждане на нова централа. Възприет е среден 20-годишен амортизационен срок на активите, съответстващ на възприетия полезен живот на активите.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПРЕФЕРЕНЦИАЛНИ ЦЕНИ ЗА ИЗКУПУВАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАЕНЕРГИЯ, ПРОИЗВЕДЕНА ОТ ВИ

I. Определяне на цената на електрическата енергия, произведена от фотоволтаични електрически централи (ФтЕЦ) с обща инсталирана мощност до 30 kW включително, които се предвижда да бъдат изградени върху покривни и фасадни конструкции на присъединени към електроразпределителната мрежа сгради и върху недвижими имоти към тях в урбанизирани територии:

Техническите и икономическите параметри, които оказват влияние върху цената на електрическата енергия, произведена от ФтЕЦ, са следните:

1. Инвестиционни разходи на kWp в размерна:
   - с обща инсталирана мощност до 5 kWp включително, които се предвижда да бъдат изградени върху покривни и фасадни конструкции на присъединени към електроразпределителната мрежа сгради и върху недвижими имоти към тях в урбанизирани територии – 2 609 лв./kWp;
   - с обща инсталирана мощност от 5 kWp до 30 kWp включително, които се предвижда да бъдат изградени върху покривни и фасадни конструкции на присъединени към електроразпределителната мрежа сгради и върху недвижими имоти към тях в урбанизирани територии – 2 284 лв./kWp;

2. Експлоатационни разходи – разходи за опазване на околна среда, материали и др. разходи, свързани с производствения процес, в размерна:
   - с обща инсталирана мощност до 5 kWp включително, които се предвижда да бъдат изградени върху покривни и фасадни конструкции на присъединени към електроразпределителната мрежа сгради и върху недвижими имоти към тях в урбанизирани територии – 68,92лв./MWh;
   - с обща инсталирана мощност от 5 kWp до 30 kWp включително, които се предвижда да бъдат изградени върху покривни и фасадни конструкции на присъединени към електроразпределителната мрежа сгради и върху недвижими имоти към тях в урбанизирани територии – 53,63 лв./MWh;
3. Полезен живот на активите – 20години;
4. Инфлация на експлоатационните разходи –2%;
5. Средно годишната продължителност на работа на централата е 1 302 часа, което се равнява на 1 302 kWh/kWp нетно специфичнопроизводство;
6. Среднопретеглена норма на възвръщаемост – 7%.

Предвид горното, преференциалните цени на електрическата енергия, произведена от ФтЕЦ с обща инсталирана мощност до 30 kW включително, които се предвижда да бъдат изградени върху покривни и фасадни конструкции на присъединени към електроразпределителната мрежа сгради и върху недвижими имоти към тях в урбанизирани територии, са както следва:

Цена и елементи на цената	лв./MWh (без ДДС)	%
ФтЕЦ с инсталирана мощност до 5 kW, монтирани на покриви и фасади		
Цена, в т.ч.	242,13	100,00%
за експлоатационните разходи	67,43	27,85%
за разходиза амортизации	99,19	40,97%
за възвръщаемост	75,52	31,19%
ФтЕЦ с инсталирана мощност над 5 до 30 kW, монтирани на покриви и фасади		
Цена, в т.ч.	205,99	100,00%
за експлоатационните разходи	53,08	25,77%
за разходиза амортизации	86,85	42,16%
за възвръщаемост	66,07	32,07%

Източник: КЕВР, Режим доступа: https://www.dker.bg/uploads/reshenia/2018/res-c9-2018.pdf

Приложение 7. Проект Распоряжения Правительства Российской Федерации и Проект Стратегии долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем парниковых газов до 2050 г.

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РАСПОРЯЖЕНИЕ

от №

1. Утвердить прилагаемую Стратегию долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (далее – Стратегия).

2. Установить в составе первого определяемого в рамках Парижского соглашения на национальном уровне вклада в глобальное реагирование на изменение климата показатель ограничения к 2030 году выбросов парниковых газов на уровне 67% от объема указанных выбросов в 1990 году с учетом выбросов и поглощений в лесном хозяйстве и при землепользовании.

3. Федеральным органам исполнительной власти:

руководствоваться положениями Стратегии при разработке и реализации государственных программ (подпрограмм) Российской Федерации и иных программных и плановых документов;

обеспечить достижение установленного в пункте 2 настоящего распоряжения показателя ограничения выбросов парниковых газов.

4. Федеральным органам исполнительной власти, осуществляющим от имени Российской Федерации права собственника имущества федеральных государственных унитарных предприятий, обеспечить включение в программы деятельности таких предприятий мер, направленных на обеспечение развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов, и в срок до 30 марта 2021 г. направить уточненные программы деятельности федеральных государственных унитарных предприятий в Минэкономразвития России.

5. Минэкономразвития России, Минфину России, Росимуществу совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти представить в установленном порядке проекты директив Правительства Российской Федерации в отношении акционерных обществ с государственным участием о включении мер, направленных на обеспечение развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов, в стратегии развития и долгосрочные программы развития таких акционерных обществ.

6. Рекомендовать органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления руководствоваться положениями Стратегии при разработке и реализации региональных программ (подпрограмм) и иных документов.

7. Рекомендовать государственным корпорациям и государственной компании «Российские автомобильные дороги» обеспечить включение в свои стратегии деятельности мер, направленных на обеспечение развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов, и в срок до 30 марта 2021 г. направить уточненные стратегии деятельности в Минэкономразвития России.

8. Минэкономразвития России обеспечить:

подготовку и ежегодное представление до 30 ноября в Правительство Российской Федерации доклада о ходе реализации Стратегии, включая оценку прогресса в достижении целей и индикаторов Стратегии, уточнение долгосрочного прогноза выбросов парниковых газов и оценку рисков недостижения цели, установленной в пункте 2 настоящего распоряжения;

внесение в 6-месячный срок в Правительство Российской Федерации совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти плана мероприятий по реализации Стратегии.

Председатель Правительства
Российской Федерации М.В. Мишустин

С Т Р А Т Е Г И Я

ДОЛГОСРОЧНОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ДО 2050 ГОДА

2

КРАТКИЙ ОБЗОР

По оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата, начиная с 1970-х годов, наблюдается глобальное потепление, которое проявляется почти в линейном росте температуры и связано с увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере за счет роста их антропогенных выбросов. Задача сохранения климата является общей для всех стран. Для объединения усилий в 1992 году была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата, в развитие которой реализуются Киотский протокол (с 1997 года) и Парижское соглашение (с 2015 года).

Ответом большинства государств на климатические вызовы и угрозы является переход на траекторию устойчивого развития с низким уровнем выбросов парниковых газов. Это сопряжено с существенным ростом инвестиций в разработку и внедрение низкоуглеродных и безуглеродных технологий. В результате чего возможно замедление, а затем и снижение спроса на углеводороды, возникновение новых торговых ограничений в виде углеродных налогов и пошлин, привязанных к углеродному следу производимой продукции.

В этих условиях обеспечение устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации связано с необходимостью постепенного изменения структуры экономики путем ее диверсификации пропорционально растущим климатическим вызовам, что также будет способствовать достижению глобальных целей, закрепленных международными соглашениями по климату.

В настоящей Стратегии долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (далее – Стратегия) рассмотрены два основных сценария низкоуглеродного развития: Базовый, который принят за основу, и Интенсивный.

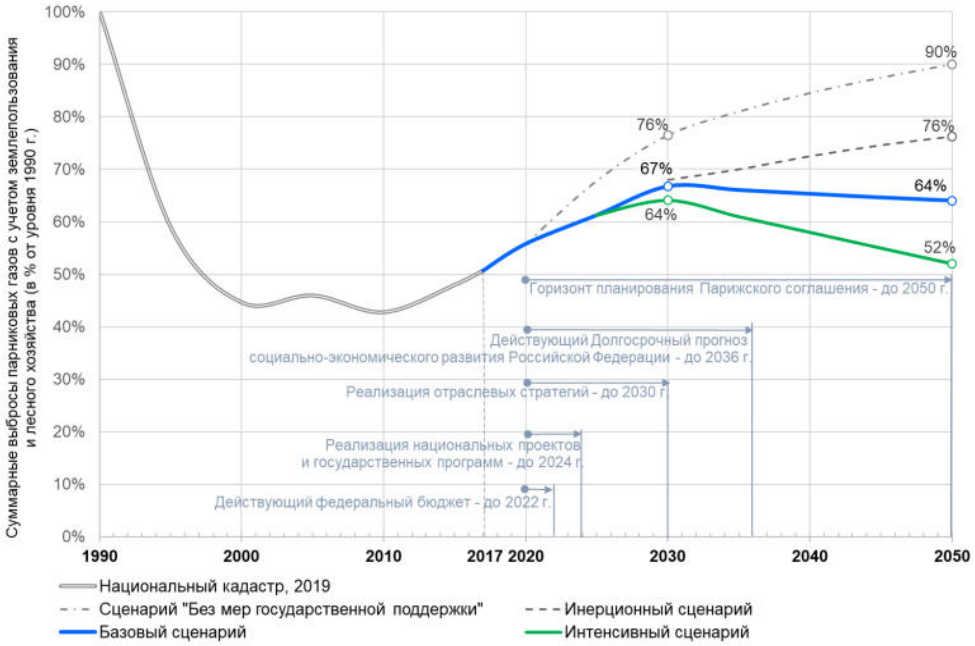
Базовый сценарий предусматривает масштабное повышение энергетической эффективности российской экономики, полное обеспечение баланса воспроизводства лесов, расширение площади их охраны и существенное сокращение сплошных рубок. По мере достижения ключевых индикаторов реализации Базового сценария углеродоёмкость ВВП Российской Федерации по сравнению с уровнем 2017 года снизится на 9% к 2030 году и на 48% к 2050 году. Целевое значение объема выбросов парниковых газов в 2030 году составит $^{2}/_{3}$ от уровня 1990 года по сравнению с предыдущей целью в $^{3}/_{4}$ от того же уровня.

По мере реализации Базового сценария необходимо также обеспечить формирование правовой основы и методологической базы для введения в Российской Федерации национальной системы углеродного регулирования. Это позволит создать основу для защиты отечественных экспортеров и заложить предпосылки для технологической трансформации экономики.

В свою очередь, переход на траекторию Интенсивного сценария низкоуглеродного развития, позволит достичь углеродной нейтральности во второй половине XXI века ближе к его завершению.

3

СЦЕНАРИИ ДОЛГОСРОЧНОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

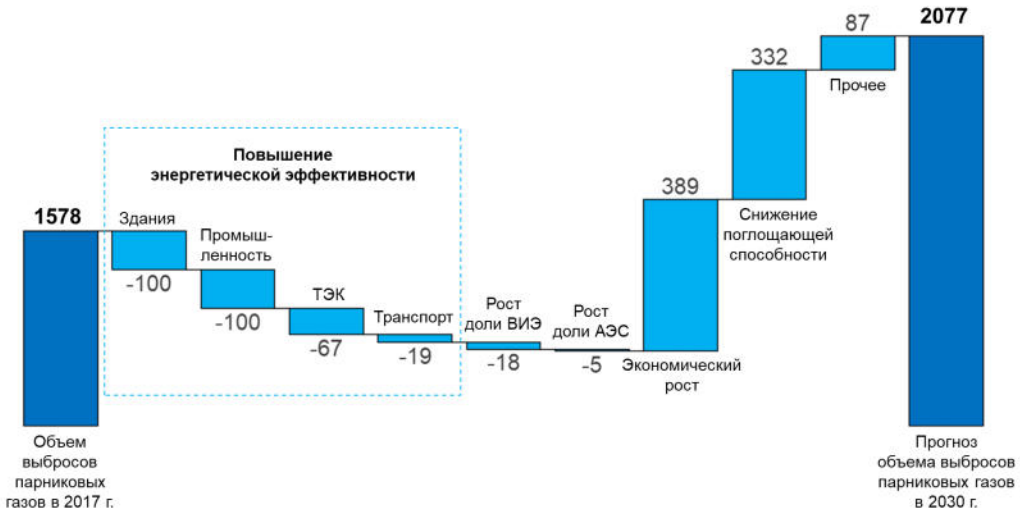


	Сценарий	Краткое описание
1	Базовый	Достигнутые к 2030 г. темпы роста энергоэффективности увеличиваются за счет принятия новых мер по масштабному внедрению энерго- и ресурсосберегающих технологий во всех отраслях экономики, кардинальному снижению потерь энергии. Существенно сокращаются сплошные рубки, расширяется охрана лесов на зону космического мониторинга II уровня
2	Интенсивный	В дополнение к базовому сценарию принимаются меры по снижению углеродоемкости производимых товаров, энергии, работ и услуг: вводится национальное регулирование парниковых газов, увеличивается генерация на основе ВИЭ, проводится масштабная электрификация и цифровизация транспорта и технологических процессов в отраслях, внедряется технология захвата, хранения и переработки углекислого газа. Отказ от сплошных рубок, расширение охраны лесов на зону космического мониторинга I и II уровня
3	Инерционный	Темп роста энергоэффективности и обновления технологической базы сохраняется на уровне, достигнутом при реализации национальных проектов, а также за счет внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) и модернизации энергетики. Воспроизводство 100% выбываемых лесов
4	Без мер государственной поддержки	Предусматривается сохранение энергоемкости экономики и ее технологической базы на текущем уровне. Отказ от внедрения наилучших доступных технологий, модернизации энергетики, экстенсивный характер лесопользования формируют риски для устойчивого развития экономики после 2040 г.

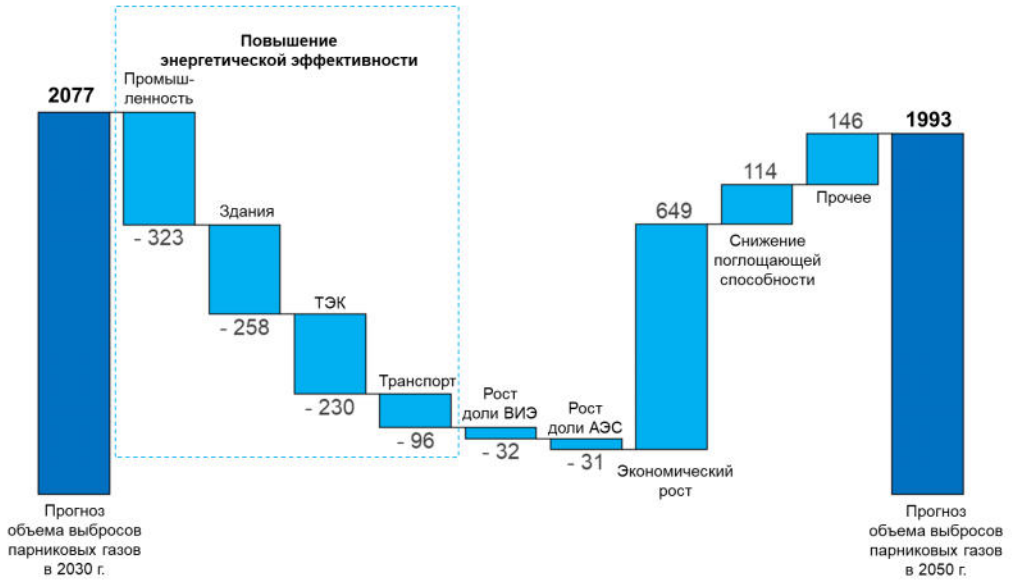
4

ВКЛАД ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ В ДИНАМИКУ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПО БАЗОВОМУ СЦЕНАРИЮ НИЗКОУГЛЕРОДНОГО РАЗВИТИЯ

В период с 2017 по 2030 годы
(в млн. тонн эквивалента углекислого газа)

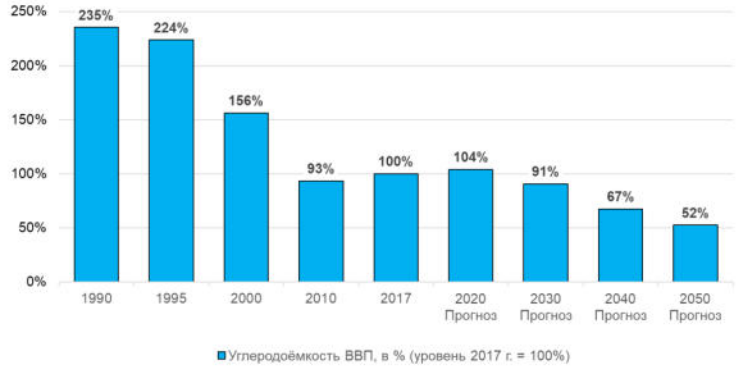


В период с 2030 по 2050 годы
(в млн. тонн эквивалента углекислого газа)



5

УГЛЕРОДОЕМКОСТЬ ВАЛОВОГО ВНУТРЕННЕГО ПРОДУКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО БАЗОВОМУ СЦЕНАРИЮ НИЗКОУГЛЕРОДНОГО РАЗВИТИЯ



КЛЮЧЕВЫЕ РИСКИ, УГРОЗЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

- Технологический переход мировой энергетики от генерации на основе ископаемых видов топлива к низкоуглеродным и возобновляемым энергоресурсам формирует новые тренды для устойчивого развития мировой энергетики и экономики. Эти тренды обуславливают вызовы для стран-экспортеров углеводородного сырья, в том числе для Российской Федерации, связанные со снижением спроса на ископаемое топливо. Изменение траектории развития рынка энергии в ближайшие десятилетия создает новые возможности для российских инновационных компаний занять образующиеся на этом рынке ниши (водородная и атомная энергетика, технологии и комплектующие для ВИЭ и микроэнергетики, накопление энергии технологии захвата, хранения и переработки углекислого газа, экспорт «зеленой» энергии).

- Появление в ряде юрисдикций регулирования выбросов парниковых газов является значимым фактором, определяющим конкурентоспособность на рынках продукции химической, стекольной и целлюлозно-бумажной промышленности, нефтехимии, металлургии, сельского хозяйства, промышленности строительных материалов и других углеродоемких отраслей. Усиливается технологическая гонка за доминирование на новых низкоуглеродных рынках: строительство углеродно-нейтральных зданий, использование безуглеродных технологий в промышленности и машиностроении.

Меры реагирования на эти риски должны учитываться российскими компаниями при формировании собственных стратегий присутствия на европейских и других развитых рынках. Усилия государства, направленные на создание необходимой институциональной и правовой среды, будут стимулировать технологическое развитие, обеспечивающее конкурентоспособность российских товаров в складывающейся мировой конъюнктуре.

6

➢ Наблюдаемое в настоящее время и ожидаемое в обозримой перспективе глобальное потепление сопряжено с тяжелыми, повсеместными и необратимыми последствиями для антропогенных и естественных систем, содержит высокие риски для глобальной и региональной продовольственной безопасности, обеспечения безопасности жизнедеятельности и устойчивого развития с потенциалом особенно резкого проявления в пределах береговой зоны и районов распространения многолетней мерзлоты и горного оледенения.

Адаптация Российской Федерации к изменениям климата сопряжена не только с необходимостью минимизировать возникающие комплексные риски, но и с созданием условий для реализации возникающих благоприятных возможностей (рост продуктивности сельского и лесного хозяйства, повышение доступности морских путей в акватории Северного Ледовитого океана, сокращение отопительного периода).

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАТОРЫ НИЗКОУГЛЕРОДНОГО РАЗВИТИЯ

Для перехода Российской Федерации на траекторию устойчивого развития с низким уровнем выбросов парниковых газов в рамках базового сценария низкоуглеродного развития необходимо:

1. Обеспечить достижение индикаторов реализации Стратегии[1].

Перечень основных индикаторов реализации Стратегии, определяющих динамику выбросов парниковых газов по базовому сценарию[2]

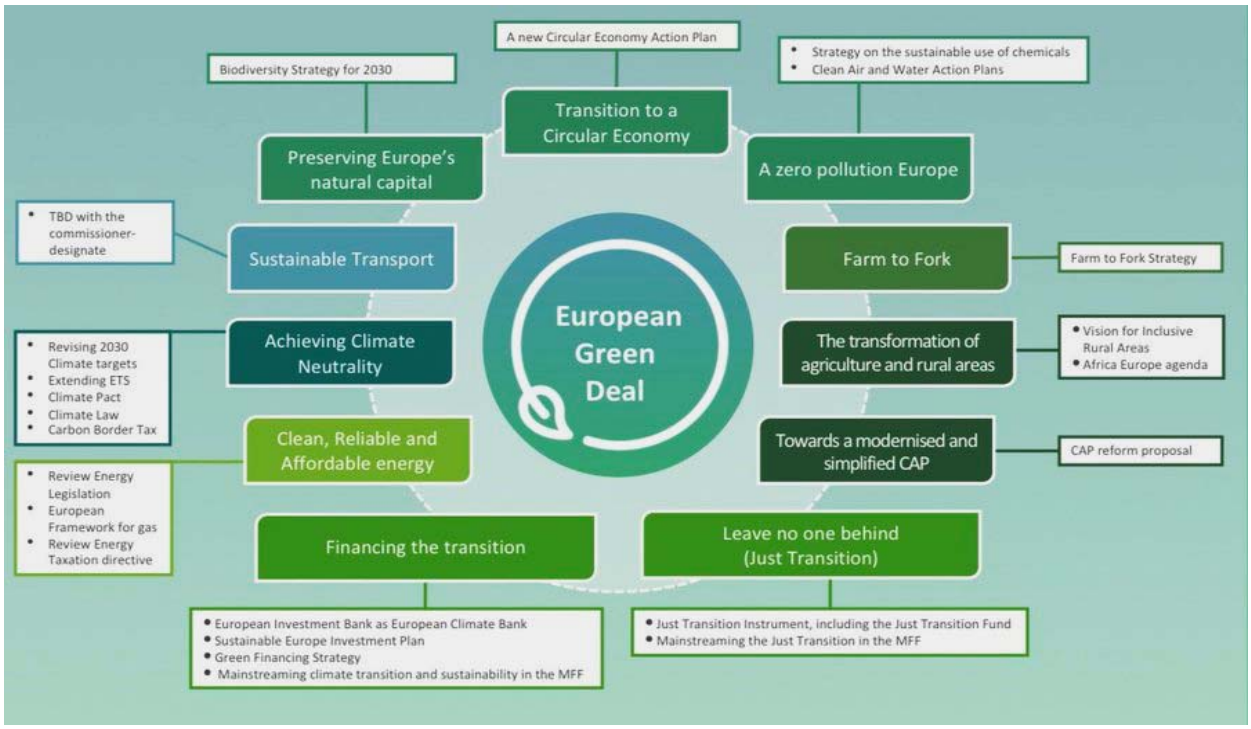
Индикаторы	Факт	План	
	2017 г.	2030 г.	2050 г.
1. Объем выбросов парниковых газов (с учетом землепользования и лесного хозяйства), млн. т $CO_{2\text{-экв}}$	1577,8	2077	1993
2. Валовой внутренний продукт, в % к 2017 г.	100	145	241
3. Углеродоёмкость внутреннего валового продукта, в % к 2017 году	100	91	52
4. Производство электроэнергии на ВИЭ, млрд. кВт*ч	1,1	25	55
5. Удельный расход условного топлива на отпуск электрической энергии, г/кВт*ч	317,1	287,2	260,1
6. Потери в электрических и тепловых сетях, %			
электрические сети	10,3	9	6

[1] При изменении прогнозных индикаторов, характеризующих экономический рост (раздел 7, таблица 9, п. 2) и не приводящих к риску недостижения значений суммарных выбросов (раздел 7, таблица 9, п. 1), следует исходить из необходимости безусловного достижения прочих индикаторов реализации Стратегии (раздел 7, таблица 9), а также реализации направлений Стратегии (раздел 6). В случае изменения прогнозных индикаторов, характеризующих экономический рост и приводящих к риску недостижения значений суммарных выбросов, следует исходить из необходимости реализации дополнительных мер, направленных на снижение углеродоемкости экономики

[2] Полный перечень индикаторов представлен в таблице 9 раздела 7 Стратегии

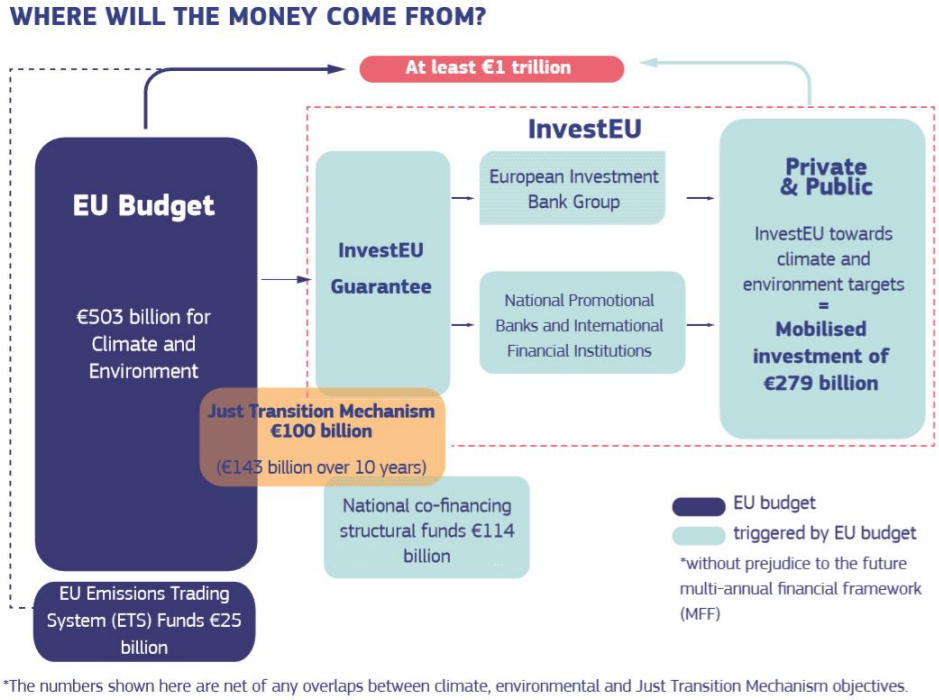
Источник: Минэкономразвития РФ: Режим доступа: https://economy.gov.ru/material/file/babacbb75d32d90e28d3298582d13a75/proekt_strategii.pdf

Приложение 8. “Зеленая сделка” ЕС. Инфографика: Основные положения



Источник: МИД Ирландии, Режим доступа: https://twitter.com/dfatirl/status/1204778809716813831

Приложение 9. Концепция финансирования “Зеленой сделки” ЕС



Источник: Oekoenergie, Режим доступа: https://www.oekoenergie.cc/eu-green-deal-investment-plan-vorgestellt/