

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 338.22.021.4

ЗОРИНА  
ТАТЬЯНА ГЕННАДЬЕВНА

**УСТОЙЧИВОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ,  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
доктора экономических наук  
по специальности 08.00.05 — экономика и управление народным хозяйством  
(специализация — экономика, организация и управление предприятиями,  
отраслями, комплексами)**

Минск, 2016

Научная работа выполнена в УО «Белорусский государственный экономический университет»

Научный консультант                      Быков Алексей Александрович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой, УО «Белорусский государственный экономический университет», кафедра экономики и управления

Официальные оппоненты:              Полоник Степан Степанович, доктор экономических наук, профессор, заместитель декана по научной работе, Белорусский государственный университет, экономический факультет

Фатеев Владимир Сергеевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой, УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кафедра экономики и управления на предприятии

Герасимович Леонид Степанович, академик Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», кафедра электротехнологии

Оппонирующая организация            Академия управления при Президенте Республики Беларусь

Защита состоится 27 января 2017 г. в 14.30 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.07.02 при УО «Белорусский государственный экономический университет» по адресу: 220070, Минск, просп. Партизанский, 26, ауд. 205 (1-й учеб. корпус), тел. 209-79-56.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусский государственный экономический университет».

Автореферат разослан 26 декабря 2016 года.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций

Миксюк С. Ф.

## ВВЕДЕНИЕ

Энергетика является ключевой, жизнеобеспечивающей системой, базовым элементом, гарантирующим целостность и эффективность работы всех отраслей и субъектов экономики.

От энергетической составляющей в значительной степени зависят издержки производства, а также доходы и материальное благосостояние общества. Энергетический потенциал экономики и ее энергоэффективность в современном мире выступают важными показателями уровня развития государства.

В XX в. мировое потребление коммерческих энергоресурсов возросло более чем в 20 раз. Причем за последние пятьдесят лет человечество расходовало больше энергии, чем за всю предыдущую историю своего существования. Этот же период характеризуется резким ускорением мирового научно-технического и социального прогресса, значительным ростом численности населения планеты.

В 2013 г. мировое производство энергии достигло 9515,02 млн т у.т., увеличившись за 20 лет на 3282,56 млн т у.т., что свидетельствует о стремительных темпах истощения мировых запасов энергоресурсов. С 1993 г. по 2013 г. мировое потребление электрической энергии возросло в 1,87 раза (с 11492,19 ТВт·ч до 21537,90 ТВт·ч), в то же время энергоемкость мирового ВВП снизилась в 1,17 раза (с 0,2 т у.т./тыс. дол. США ВВП в 1993 г. до 0,17 т у.т./тыс. дол. США в 2013 г. в ценах 2005 г.). Выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания топлива выросли в 1,55 раза с 1993 г. по 2013 г. и составили 22530,78 млн т у.т.

С одной стороны, приведенные данные свидетельствуют о критически важной роли энергетики в жизнедеятельности людей, а с другой — о ее все возрастающем влиянии на окружающую среду и социум.

Последнее десятилетие характеризуется следующими мировыми тенденциями, происходящими в энергетической отрасли:

- в 2013 г. по сравнению с декабрем 2001 г. цены на нефть возросли в пять раз, вместе с тем мировые запасы нефти продолжают истощаться, что вызывает у большинства промышленно развитых стран серьезную озабоченность в отношении будущих поставок данного энергоносителя;

- развивающиеся страны ощутили ограниченность или невозможность их развития при условии отсутствия энергопоставок;

- наиболее интенсивно развивающиеся страны, особенно Китай, сталкиваются с проблемами удовлетворения быстро растущего спроса на электрическую энергию;

- сжигание нефти и угля считается причиной изменения климата.

Перечисленные тенденции обусловили широкое применение концепции устойчивого развития при формировании энергетической политики ведущих стран мира.

Разработка теории, методологии и экономического механизма достижения устойчивого энергетического развития способствует стабильному росту эффективности национальной экономики, повышению благосостояния нации, а также укреплению энергобезопасности государства и базируется на принципах концепции устойчивого развития. Теория и практика использования концепции устойчивого развития в энергетике располагают различными подходами к трактовке понятийного аппарата и методам оценки состояния данного сектора с позиций устойчивого развития.

Концепция устойчивого развития — модель развития цивилизации, исходящая из необходимости обеспечения мирового баланса между решением социально-экономических проблем и сохранением окружающей среды и предполагающая непрерывный рост эффективности системы, обеспечивающий расширенное воспроизводство ее потенциала за счет внутренней самоорганизации. Впервые термин «устойчивое развитие» был введен в докладе «Наше общее будущее», представленном в 1987 г. Всемирной комиссией ООН по окружающей среде и развитию под руководством Гру Харлем Брунтланд.

К теме использования концепции устойчивого развития в энергетике обращаются различные ученые, что свидетельствует о ее актуальности. К их числу относятся Д.Л. Грин, И. Динсер, С. Коннорс, Х. Рогалл, Г.У. Фрей; С.Н. Бобылев, А.А. Быков, А. Елибавева, К.Н. Киржинова, А.А. Михалевич, Е.С. Мозговая, А.Е. Мукатова, М.В. Мясникович, К. Прандецкий, А.Ш. Хуажева, Н.А. Шевченко, О.С. Шимова и др. Методики оценки устойчивого развития энергетики предложены Л.Р. Абзалиловой, И.Р. Айзенберг, Н.Е. Афанасьевой, Ю.М. Беляевым, А.А. Винокуровым, А.А. Кокуевой, Р.Б. Крепковым и др.

Перед Белорусской энергосистемой стоят следующие нерешенные задачи, препятствующие ее устойчивому развитию: 1) прохождение ночных минимумов электрической нагрузки в отопительный период; 2) создание оптового электроэнергетического рынка; 3) интеграция АЭС в Белорусскую энергосистему; 4) ликвидация перекрестного субсидирования и др.

Данным проблемам посвящены работы белорусских ученых и специалистов: И.А. Башмакова, Е.П. Забелло, А.М. Заборовского, А.М. Короткевич, Ф.И. Молочко, Л.П. Падалко, И.В. Солодухо, О.Г. Фоменко и др.

В связи с растущей актуальностью концепции устойчивого развития и важной ролью энергетической отрасли для всех экономик диссертационное исследование посвящено разработке теории и методологии устойчивого энергетического развития Республики Беларусь.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с научными программами (проектами) темами.** В диссертационной работе отражены результаты исследований, проведенных автором в процессе выполнения ГПНИ «Энергобезопасность, энергоэффективность и энергосбережение, атомная энергетика» задание «Разработка распределенной службы (cloud's service) оптимизированных практических моделей производства, потребления и распределения энергии в интеллектуальных энергетических сетях (Smart Grid) на основе алгоритмов, базируемых на математической библиотеке оптимизации с нечеткой логикой» (2013 г.), задание «Исследование проблемы режимного взаимодействия вводимых генерирующих источников с Белорусской энергосистемой и технико-экономическое обоснование предложений по ее решению» (2014–2015 гг.), Государственной программы «Научное сопровождение развития атомной энергетике в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на период до 2020 года» задание «Обосновать наиболее перспективные направления роста электропотребления по отраслям экономики Республики Беларусь с учетом развития в стране атомной энергетике» (2015 г.), ГПНИ «Энергетические системы, процессы и технологии» (подпрограмма 1.1 «Энергетическая безопасность и надежность энергетических систем») задание «Моделирование рынка электрической энергии Беларуси в рамках Единого экономического пространства с целью определения изменения уровня энергетической безопасности» (2016–2018 гг.), тем «Формирование стратегий хозяйственного использования местных видов природных ресурсов Республики Беларусь» (№ ГР 28-2011 Б, 2013–2014 гг.), «Антикризисные стратегии продуктивного использования материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов в малой открытой экономике» (№ ГР 20142011, 2015 г.), № Т16-038 «Разработка методологии определения оптимальной структуры электропроизводства с учетом реализации концепции устойчивого развития электроэнергетики» (№ ГР Т16-38, 2016–2018 гг.).

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационного исследования являются научное обоснование и разработка теории и методологии устойчивого энергетического развития, экономического механизма его достижения в современных условиях национальной экономики Республики Беларусь.

В соответствии с обозначенной целью поставлены и решены следующие задачи:

1) сформулировать предпосылки и обосновать теорию устойчивого энергетического развития, позволяющую достигнуть баланса между обеспечением необходимого объема ресурсов и темпами социально-экономического развития, удовлетворением спроса на энергоресурсы, поддержанием приемлемого уровня энергобезопасности;

2) разработать методологию комплексной оценки устойчивого энергетического развития и конкретные методики диагностики его экономического, технологического, социального и экологического аспектов на региональном и отраслевом уровнях;

3) предложить методологический подход к обоснованию направлений достижения устойчивого развития энергетики Республики Беларусь и на его основе представить методику их выбора с использованием кластерного и дискриминантного анализа;

4) разработать экономический механизм достижения устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь с использованием сценарного подхода к прогнозированию функционирования мощностей Белорусской энергосистемы;

5) обосновать комплекс рекомендаций и методики, содействующие устойчивому развитию электроэнергетики Республики Беларусь.

Недостаточная разработанность теоретико-методологических аспектов устойчивого энергетического развития в современных условиях развития национальной экономики обусловила выбор объекта и предмета исследования. Объектом исследования является энергетическое развитие. Предметом исследования выступает процесс формирования экономического механизма достижения устойчивого энергетического развития Республики Беларусь.

#### **Научная новизна.**

1. Предложена авторская теория устойчивого энергетического развития, в которой энергетическое развитие представлено как многоуровневая вертикально-интегрированная иерархическая система, отражающая взаимосвязь объектов и влияние деятельности различных субъектов на устойчивое энергетическое развитие национальной экономики. Принципиальной особенностью предложенной теории является системный подход в отличие от существующих, акцентирующих внимание на проблемах отдельных предприятий, отраслей, территориальных единиц, а также традиционных факторах устойчивого развития. Впервые на основе исследования генезиса концепции устойчивого развития в энергетике выдвинута и обоснована гипотеза о необходимости рассмотрения технологического фактора устойчивого энергетического развития наряду с экономическим, социальным и экологическим.

2. Впервые разработана методология комплексной оценки устойчивого энергетического развития как совокупность принципов, предпосылок и критериев устойчивого энергетического развития. Данная методология послужила основой для разработки системы интегральных индексов, обеспечивающих энергетический мониторинг развития объектов с помощью аддитивного метода агрегирования сопоставимых частных показателей. В отличие от существующих частных методик предложенная система индексов обеспечивает преемственность показателей на всех уровнях системы объектов устойчивого энергетического развития.

3. Предложен методологический подход к обоснованию направлений достижения устойчивого развития энергетики Республики Беларусь, включающий иерархическую классификационную структуру, а также основные детерминанты, определяющие направления достижения устойчивого развития энергетики государства. Данный подход базируется на исследовании мирового опыта, выявлении и систематизации направлений устойчивого развития энергетики 149 стран мира и лежит в основе разработанной автором методики их выбора с помощью кластерного и дискриминантного анализа.

4. Разработан экономический механизм устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь, базирующийся на диагностике текущего и планировании желаемого состояния, обосновании перспективных направлений устойчивого развития электроэнергетики, составлении плана и реализации мероприятий по их достижению, включая систему объектов, субъектов и инструментов. В отличие от существующего административно-правового способа управления предложенный подход сочетает преимущества дирижистских и экономических методов и основан на симбиозе системного, инструментального и процессного подходов.

5. Обоснован комплекс рекомендаций по достижению устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь, в котором сбалансированы основные положения концепций экономического роста и устойчивого развития, затрагивающие области финансовой политики — методика управления затратами в электроэнергетике; ценовой политики — методика установления дифференцированных по времени (почасовых) тарифов на электрическую энергию на основе коэффициента эластичности; политики регламентирования — меры по ограничению влияния блок-станций на энергосистему.

#### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Авторская теория устойчивого энергетического развития, включающая: - эволюцию устойчивого энергетического развития, в рамках которой автором выделены три основных этапа использования концепции устойчивого развития в энергетике: 1) 1987–2000 гг.; 2) 2001–2008 гг.; 3) с 2009 г. по настоящее время. Изучение генезиса исследуемого явления осуществлялось на теоретическом, институциональном и практическом уровнях. В силу того что научно-технический прогресс (НТП) оказывает основополагающее влияние на энергетику, установлено, что технология предопределяет специфику реализации теоретического, нормативного и прикладного аспектов концепции устойчивого развития в данной сфере, а также обоснована необходимость включения технологического фактора устойчивого развития в концепцию как равноправного наряду с экономическим, социальным и экологическим. Результатом исследования автора явился вывод о целесообразности изучения устойчивого энергетического развития как самостоятельного явления с фундаментальной и прикладной точек зрения;

- многоуровневую вертикально-интегрированную иерархическую систему объектов устойчивого энергетического развития, основанную на выделении регионального и отраслевого уровней. Региональный уровень представлен государством и его основными административно-территориальными единицами; отраслевой — энергетикой как совокупностью отраслей, отраслями энергетики и предприятиями энергетики. Данная система послужила базой для формирования понятийного аппарата;

- совокупность дефиниций «устойчивое энергетическое развитие региона (страны)», «устойчивое развитие отрасли энергетики (энергетики как совокупности отраслей)», «устойчивое развитие предприятия энергетики», разработанная на основе выделения устойчивого энергетического развития в самостоятельное явление, и анализ форм его отражения на региональном и отраслевом уровнях. Данный категориальный аппарат базируется на принципах системности, преемственности и детерминизма, что позволяет выявить отличительные особенности и взаимосвязь понятий, отражающих центральные элементы концепции устойчивого энергетического развития.

2. Методология комплексной оценки устойчивого энергетического развития, состоящая из следующих элементов:

- принципы устойчивого энергетического развития, объединенные в четыре группы: общенаучные, организационные, экономические, экологические, что позволяет охватить основные сферы функционирования энергетической системы и предопределяет направления ее устойчивого развития;

- предпосылки устойчивого энергетического развития, в частности наличие ресурсов, направления социально-экономического развития, спрос на энергоресурсы, энергобезопасность, обоснованные результатами исследования генезиса использования концепции устойчивого развития в энергетике, а также анализом влияния компонентов внешней среды на энергетическое развитие;

- критерии устойчивого энергетического развития: экономический рост энергетического сектора; инновационное развитие отрасли; доступность энергии для потребителей; нагрузка энергетики на окружающую среду. Перечисленные критерии характеризуют экономические, технологические, социальные и экологические аспекты и наряду с предпосылками устойчивого энергетического развития стали основой концептуальной модели и выбора индикаторов, используемых для расчета интегральных индексов, позволяющих оценить степень устойчивости энергетического развития.

Представленная методология позволила автору разработать совокупность интегральных индексов для оценки уровня устойчивого энергетического развития на всех уровнях вертикально-интегрированной системы объектов. Предлагаемые интегральные индексы рассчитываются на основе иерархической структуры показателей (показатели базового уровня, описывающие различные аспек-



ты устойчивого энергетического развития на основе предложенных автором предпосылок и критериев; обобщающие показатели, характеризующие экономические, технологические, социальные и экологические факторы и являющиеся средневзвешенным значением показателей базового уровня) как среднее арифметическое сводных индексов по факторам, характеризующим различные аспекты устойчивого энергетического развития. Индексный метод позволяет осуществлять статическую и динамическую оценки состояния объектов, их сопоставление как в целом, так и по отдельным факторам и подсистемам показателей.

3. Методологический подход к обоснованию направлений достижения устойчивого развития энергетики Республики Беларусь, компонентами которого являются:

- иерархическая классификационная структура направлений достижения устойчивого развития энергетики, разработанная на основе изучения мирового опыта, основанная на отношениях подчинения и состоящая из направлений нулевого (использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ); атомной энергетики; местных ископаемых ресурсов, реструктуризация отрасли), первого (диверсификация ресурсов и энергоисточников; расширение и модернизация энергоисточников; использование энергоэффективных технологий) и второго (электрификация; снижение выбросов CO<sub>2</sub>; энергобезопасность; энергосбережение) уровней. При формировании энергетической политики целесообразно составлять дерево направлений при использовании предложенной полииерархической классификации;

- система детерминант, определяющих направления достижения устойчивого развития энергетики государства: уровень экономического развития; размер выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; уровень электрификации; уровень запасов энергоресурсов. Выявление данных детерминант позволило сформулировать гипотезу о том, что страны при разработке государственной энергетической политики должны использовать различные направления достижения устойчивого развития энергетики с учетом специфики их развития.

Методологический подход был реализован в рамках методики выбора направлений достижения устойчивого развития энергетики на основе кластерного и дискриминантного анализа. Исходя из предложенных детерминант посредством кластерного анализа выделены 12 групп из 149 стран мира со схожим уровнем энергетического развития. Для стран, входящих в кластеры, выявлены используемые и планируемые к использованию до 2020 г. направления достижения устойчивого развития энергетики. С помощью дискриминантного анализа проведено сопоставление используемых и наиболее перспективных направлений достижения устойчивого развития и показана принадлежность дискриминантных групп к кластерам. Данная методика позволяет определить несоот-

ветствие между используемыми и наиболее целесообразными направлениями достижения устойчивого развития энергетики исследуемых стран.

4. Экономический механизм достижения устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь, представляющий собой систему, состоящую из двух взаимодействующих подсистем (управляющая, управляемая), которая исходя из совокупности экономических методов, способов, форм и рычагов (государственных отраслевых программ, финансовой, ценовой политики и политики регламентирования) обеспечивает воздействие управляющей подсистемы (рынок и государственная политика) на управляемую (материальные, социальные, природные и другие ресурсы) в процессе их последовательного преобразования с целью достижения устойчивого развития электроэнергетики. Экономический механизм включает управляющую (совокупность субъектов) и управляемую (совокупность объектов) подсистемы; методический аппарат, обеспечивающий их взаимосвязь, в том числе авторские методики оценки уровня устойчивого развития электроэнергетики и выбора с помощью кластерного и дискриминантного анализа целесообразных направлений его достижения; алгоритм мероприятий по его эффективному функционированию, а также периодизацию и делегирование ответственности участникам его функционирования. Реализация этапов экономического механизма предполагает диагностику текущего и планирование желаемого состояния, обоснование перспективных направлений устойчивого развития электроэнергетики, составление плана и реализацию мероприятий по их достижению. Посредством синергетического эффекта от сочетания системного, инструментального и процессного подходов предложенный экономический механизм достижения устойчивого развития электроэнергетики позволяет обеспечить максимальную экономическую целесообразность.

5. Рекомендации в области финансовой (инвестиционной), ценовой политики и политики регламентирования, реализация которых будет способствовать внедрению направлений достижения устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь и увеличению экономического роста в намеченных пределах в рамках экономического механизма. Управление затратами в электроэнергетике; установление дифференцированных по времени (почасовых) тарифов на электрическую энергию; меры по ограничению влияния блок-станций на традиционных видах топлива на энергосистему на основе авторских методик смягчат проблему прохождения ночных минимумов нагрузки, подготовят энергосистему к интеграции в нее АЭС, создадут предпосылки для перехода к оптовому электроэнергетическому рынку, повысят энергоэффективность и использование ВИЭ.

**Личный вклад соискателя ученой степени.** Диссертационная работа в полном объеме выполнена автором самостоятельно в соответствии с утвер-

жденным ученым советом БГЭУ планом в период обучения в докторантуре (2013–2016 гг.).

**Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.** Положения диссертации докладывались на 20 международных и республиканских научно-практических конференциях, симпозиумах и семинарах, в том числе: «Sciences, Engineering, and Humanities for the Energy World» (Одесса, 2009), «Energy Economy, Policies and Supply Security: Surviving the Global Economic Crisis» (Вильнюс, 2010), «Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость» (Минск, 2013), «Sustainable Energy Policy and Strategies for Europe» (Рим, 2014), «Problems of Critical Infrastructures» (Санкт-Петербург, 2015) и др.

**Опубликование результатов диссертации.** По теме диссертации опубликованы 53 работы, в том числе 3 монографии, 19 статей в научных рецензируемых журналах (14 из которых издаются в Беларуси и включены в перечень изданий ВАК, 5 — в зарубежных научных рецензируемых журналах), 10 — в сборниках научных трудов и статей, 21 — в материалах конференций. Объем публикаций, соответствующих п. 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, составляет 28,7 авторского листа.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, библиографического списка, включающего 288 наименований, и приложений. Работа изложена на 476 страницах. Объем, занимаемый 43 рисунками, 77 таблицами, 15 приложениями, составляет 279 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В первой главе «Теория устойчивого энергетического развития» изложена эволюция концепции устойчивого развития в энергетике, в рамках которой были выделены три этапа: 1) 1987–2000 гг.; 2) 2001–2008 гг.; 3) с 2009 г. по настоящее время, с присущими им тенденциями (таблица 1).

Таблица 1. — Степень проявления тенденций концепции устойчивого развития в энергетике

Основная тенденция	Степень проявления		
	I этап	II этап	III этап
1	2	3	4
Снижение воздействия на окружающую среду	слабая	сильная	сильная
Повышение энергоэффективности и энергосбережения	сильная	сильная	сильная
Развитие ВИЭ	сильная	сильная	сильная
Развитие использования атомной энергетики	слабая	средняя	слабая
Разумная стоимость энергообеспечения	слабая	сильная	средняя

## Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Обеспечение равенства доступа к энергоуслугам и энергоресурсам		средняя	средняя
Развитие ископаемых видов топлива		средняя	сильная
Социальная направленность использования концепции устойчивого развития в энергетике		слабая	слабая
Диверсификация энергоснабжения		слабая	средняя
Энергобезопасность		средняя	слабая
Ориентация на долгосрочную перспективу			сильная
Международное сотрудничество, избежание конфликтов			слабая

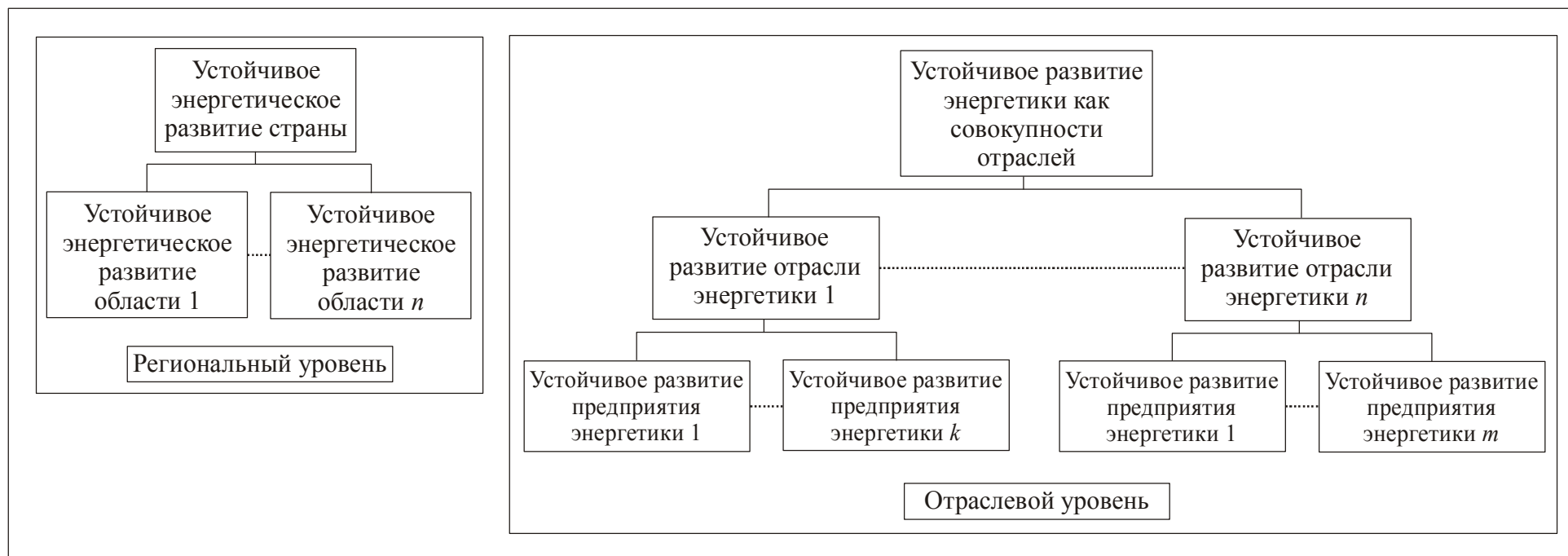
Исследование эволюции осуществлялось на теоретическом, институциональном, практическом, технологическом уровнях. Поскольку развитие энергетической сферы во многом определяется уровнем развития технологий, они предопределяют специфику реализации перечисленных выше уровней. Данный факт позволил выделить в качестве равноправного наряду с традиционными (экономическим, социальным и экологическим) технологический фактор устойчивого развития в энергетике.

Исторический метод позволил сделать вывод о необходимости изучения устойчивого энергетического развития как самостоятельного явления, под которым следует понимать процесс изменения способной к саморегулированию системы с целью повышения эффективности ее функционирования за счет обеспечения социального равенства в области доступа к энергоуслугам и сохранения окружающей среды при рациональном использовании энергоресурсов в условиях неопределенности.

Кроме того, было выявлено, что в настоящее время не существует однозначно определенных понятий в области устойчивого энергетического развития, что затрудняет анализ данной сферы с позиций концепции устойчивого развития. Многие исследователи отождествляют устойчивое развитие, связанное с энергетикой, с каким-либо одним видом устойчивости, главным образом финансовой устойчивостью, что не отражает суть данного явления.

Проведенный анализ позволил выделить два уровня реализации концепции устойчивого развития в энергетике: региональный и отраслевой (рисунок 1).

Отраслевой уровень устойчивого развития реализуется посредством энергетики как совокупности отраслей — устойчивое развитие каждой из отраслей энергетики в совокупности определяет устойчивое развитие энергетического сектора; отраслей энергетики; предприятий энергетики — устойчивое развитие каждого из предприятий конкретной отрасли энергетики в совокупности определяет устойчивое развитие отрасли в целом.



**Рисунок 1. — Вертикально-интегрированная иерархическая система объектов устойчивого энергетического развития**

Следовательно, проведенный анализ теоретических аспектов реализации концепции устойчивого развития в энергетике свидетельствует о целесообразности выделения: 1) устойчивого энергетического развития региона (страны); 2) устойчивого развития энергетики как совокупности отраслей; 3) устойчивого развития отрасли энергетики; 4) устойчивого развития предприятия энергетики.

Как показал анализ, в работах отечественных и зарубежных ученых отсутствует определение устойчивого энергетического развития региона (страны). Различные авторы (Д.Л. Грин, Д. Голдемберг, Т. Йоханссон, К.Н. Киржинова, С. Коннорс и М.А. Пономарева) выделяют только отдельные элементы и факторы (энергоэффективность, наличие природных ресурсов, уровень жизни, энергоемкость) для характеристики этого процесса.

Устойчивое развитие отраслей энергетики (энергетики как совокупности отраслей) характеризуется многообразием подходов к дефинициям. Некоторые авторы рассматривают только отдельные аспекты устойчивого развития, в то время как другие не учитывают специфику отрасли (Л.Р. Абзалилова, А.И. Карпович, Р. Пусинайте и Р. Чегис).

Ситуация, аналогичная описанной выше, наблюдается и на уровне предприятия энергетики (В.Ю. Алекперов, С.В. Бабак, И.Ю. Загоруйко, К.В. Романов и А.И. Хисамова).

Отсутствие теоретических основ и фрагментарность научных исследований в области устойчивого энергетического развития обусловили необходимость разработки понятийного аппарата.

По мнению автора, устойчивое энергетическое развитие региона (страны) — это процесс изменения способной к саморегулированию территориально обособленной экономической системы с целью достижения региональной энергобезопасности при рациональном использовании энергоресурсов, обеспечении социального равенства в области доступа к энергоуслугам и сохранении окружающей среды в условиях неопределенности.

Устойчивое энергетическое развитие региона (страны) характеризует не только функционирование сектора энергетики какой-либо территориальной единицы, а в целом определяет направления развития экономики и социальной сферы данной территории. Такое определение подтверждает зависимость функционирования всех отраслей экономики от энергетики.

Под устойчивым развитием отрасли энергетики (энергетики как совокупности отраслей) автор рассматривает процесс технологического и экономического развития отрасли (отраслей) энергетики в условиях неопределенности, направленный на надежное и бесперебойное обеспечение потребителей энергией и топливом при рациональном использовании энергоресурсов и минимальном воздействии на окружающую среду для повышения эффективности функционирования энергетики.

В свою очередь устойчивое развитие предприятия энергетики — процесс технологического и экономического развития предприятия энергетики в условиях неопределенности, направленный на достижение его стратегических целей при повышении удовлетворенности потребителей, выполнении обязательств перед различными контрагентами при минимальном воздействии на окружающую среду с целью повышения эффективности функционирования отрасли энергетики.

Изучение содержания и основных параметров устойчивого энергетического развития послужило основой для разработки теоретической модели экономического механизма его достижения.

Экономический механизм достижения устойчивого энергетического развития — система, состоящая из двух взаимодействующих подсистем, которая исходя из совокупности экономических методов, способов, форм и рычагов реализует воздействие управляющей подсистемы (в виде рынка и государственной политики) на управляемую (в форме материальных, социальных, природных и других ресурсов) в процессе их последовательного преобразования с целью достижения максимальной экономической целесообразности (рисунок 2).

Согласно предложенной теоретической модели, экономический механизм достижения устойчивого энергетического развития состоит из четырех частей: 1) управляющая и управляемая подсистемы; 2) последовательные этапы достижения устойчивого энергетического развития; 3) инструменты достижения задач каждого этапа; 4) цель реализации экономического механизма.

Управляющая подсистема представляет собой совокупность организаций и факторов, которые непосредственным образом воздействуют на управляемую подсистему на каждом из этапов достижения устойчивого энергетического развития. Управляющая подсистема включает два компонента:

1) рынок, который воздействует на управляемую подсистему в виде неконтролируемых факторов (спрос, предложение, цены на ресурсы, мировые тенденции, технологии) и негосударственных организаций (страховые компании, кредитно-финансовые учреждения, общественные организации и др.);

2) государственная политика, разрабатываемая при поддержке научно-исследовательских, производственных организаций и реализуемая органами государственного управления.

Управляемая подсистема является совокупностью природных, энергетических, а также производственных, трудовых, материальных, финансовых ресурсов в виде предприятий и организаций энергетики и других энергоемких видов экономической деятельности.

В процессе взаимодействия управляющей и управляемой подсистем реализуется экономический механизм достижения устойчивого энергетического развития посредством прохождения пяти последовательных этапов: оценка текущего уровня устойчивого энергетического развития; определение желаемого

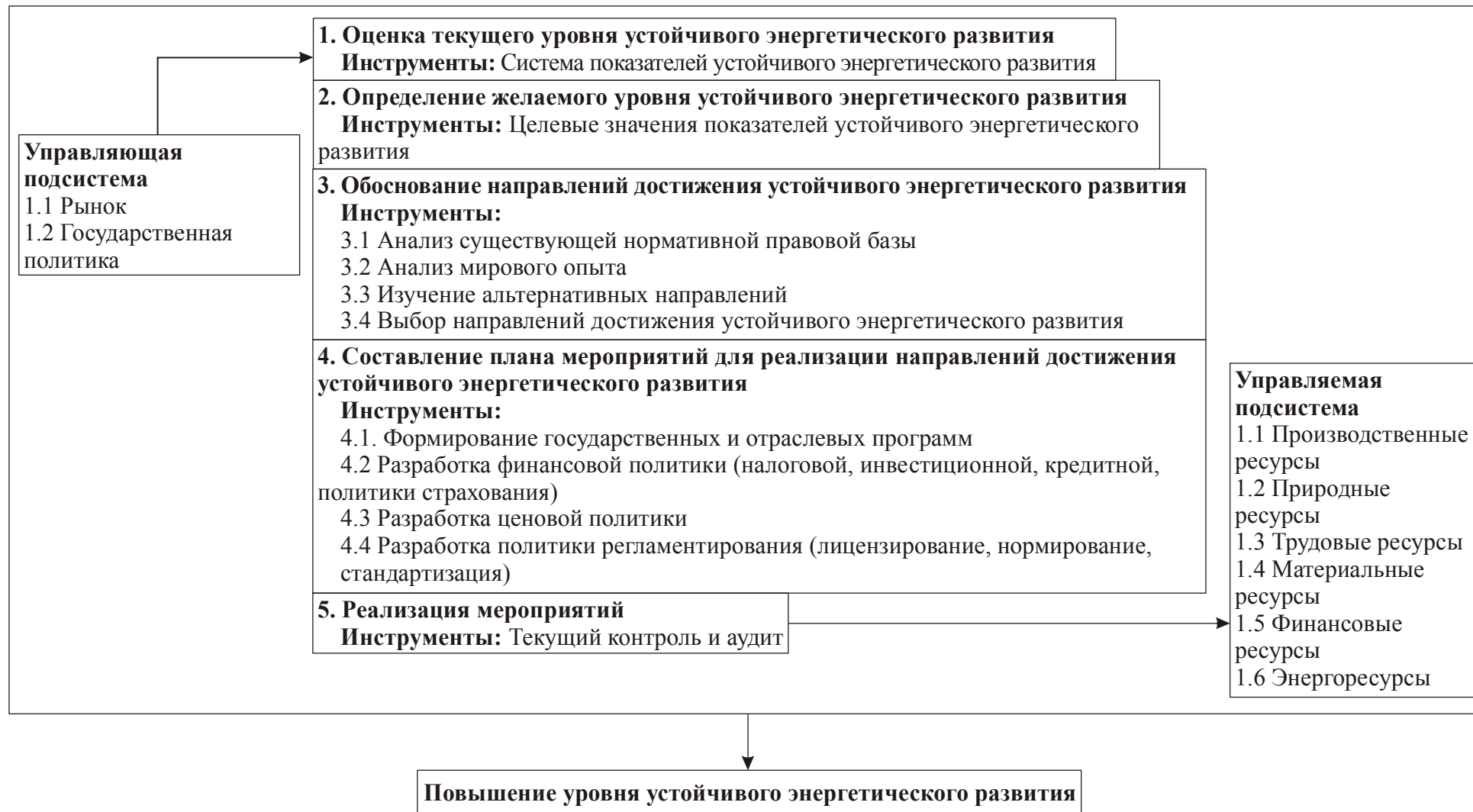
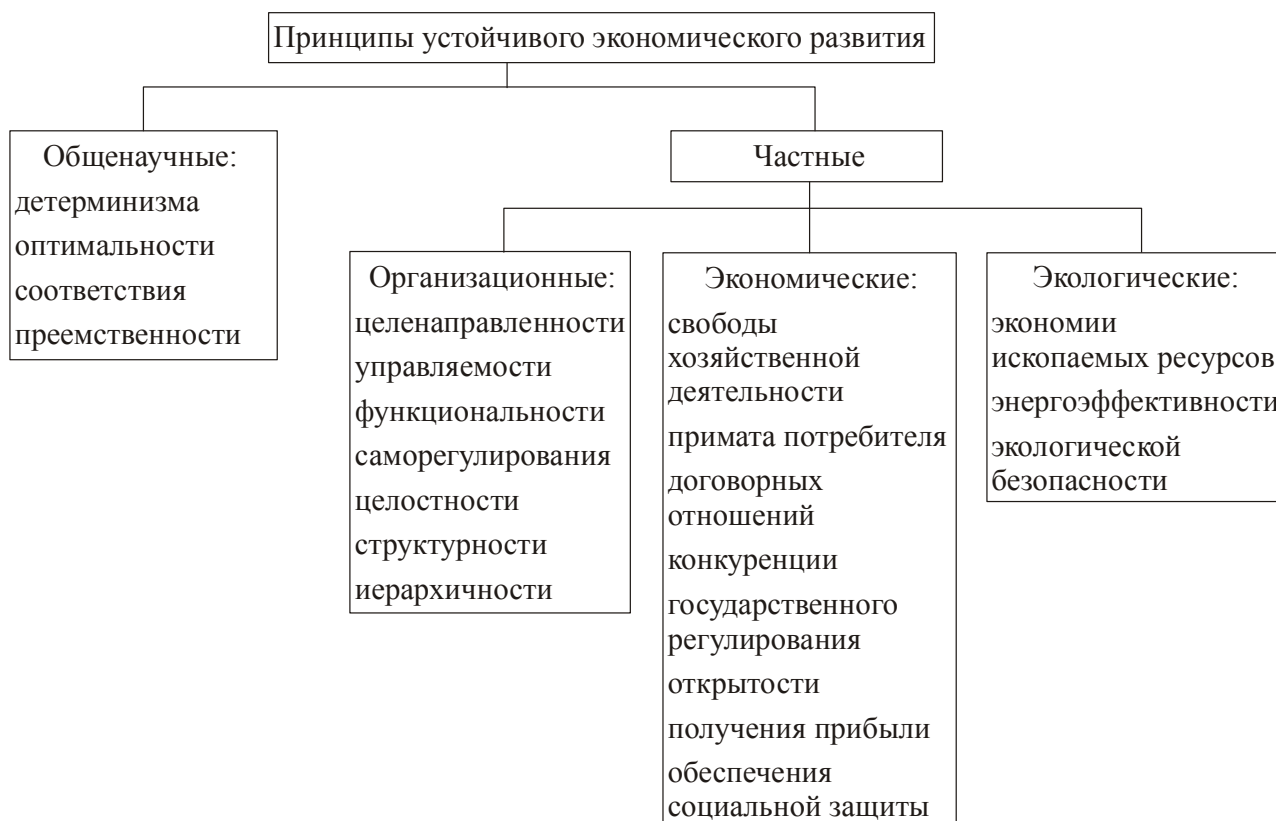


Рисунок 2. — Теоретическая модель экономического механизма достижения устойчивого энергетического развития



уровня устойчивого энергетического развития; обоснование направлений достижения устойчивого энергетического развития; составление плана мероприятий для реализации направлений достижения устойчивого энергетического развития; реализация мероприятий.

Во второй главе «**Методология оценки уровня устойчивого энергетического развития**» выделены четыре группы принципов устойчивого энергетического развития: общенаучные, организационные, экономические и экологические (рисунок 3).



**Рисунок 3. — Система принципов устойчивого энергетического развития**

Данные принципы являются основополагающими как для устойчивого энергетического развития региона (страны), устойчивого развития отрасли энергетики (энергетики как совокупности отраслей), так и для отдельных предприятий энергетики.

На основе анализа работ отечественных и зарубежных ученых выделены предпосылки устойчивого энергетического развития Республики Беларусь: наличие ресурсов, направления социально-экономического развития, спрос на энергоресурсы, энергобезопасность.

В совокупности данные предпосылки взаимосвязаны и способствуют достижению устойчивого развития в энергетике. Наличие определенных ресурсов в регионе (стране) содействует выбору конкретных направлений социально-экономического развития. Развитие приоритетных отраслей экономики форми-

рует спрос на отдельные виды энергоресурсов, которые являются конечной продукцией отраслей энергетики. Удовлетворение спроса на энергоресурсы — основа энергобезопасности страны.

В результате анализа концепции устойчивого развития выделены основные критерии устойчивого энергетического развития:

- устойчивый экономический рост энергетического сектора (валовая добавленная стоимость отраслей энергетики);
- инновационное развитие энергетики;
- рост благосостояния нации посредством увеличения доступности энергии;
- сокращение нагрузки энергетики на окружающую среду.

Перечисленные критерии легли в основу выделения экономических, технологических, социальных и экологических факторов, позволяющих оценить степень устойчивости энергетического развития.

Исследование существующих способов оценки уровня устойчивого энергетического развития региона (страны) позволило выявить два основных методических подхода: 1) на основе построения системы индикаторов, каждый из которых отражает отдельные аспекты устойчивого энергетического развития региона (страны) (методики МАГАТЭ, расчета индекса энергетической устойчивости США Института технологий Джорджии); 2) с помощью интегрированного (агрегированного) индикатора (индекс энергетической устойчивости Мирового энергетического совета и методика оценки ТЭК, разработанная И.Р. Айзенберг).

Кроме того, выделен ряд подходов к анализу уровня устойчивого развития отраслей энергетики: 1) оценка устойчивого развития отрасли энергетики на основе системы показателей (А.А. Кокуева); 2) разработка интегрального показателя для оценки устойчивого развития отрасли энергетики (Ю.М. Беляев); 3) использование рейтинговых оценок для сравнения уровня устойчивого развития исследуемой отрасли энергетики с другими отраслями промышленности (Л.Р. Абзалилова).

Существуют следующие подходы к оценке уровня устойчивого развития предприятия энергетики: 1) на основе системы показателей устойчивого развития (Р.Б. Крепкова); 2) на основе интегрального показателя оценки (А.А. Винокуров); 3) с помощью факторных моделей (Н.Е. Афанасьева).

С учетом достоинств и недостатков перечисленных подходов к анализу устойчивого энергетического развития разработана методика оценки уровня устойчивого энергетического развития региона (страны) на основе интегрального индекса, включающая следующие этапы:

*I этап.* Отбор показателей.

*II этап.* Классификация показателей по факторам и определение способа расчета показателей (таблица 2). Все факторы, характеризующие устойчивое энергетическое развитие, можно разделить по следующим признакам:

Таблица 2. — Классификация и способ расчета показателей, характеризующих устойчивое энергетическое развитие региона (страны)

Фактор	Показатель	Пояснения
Экономический	Доля собственных энергоресурсов в общем энергопотреблении	Разность единицы и доли импортных энергоресурсов в общем энергопотреблении
	Доля энергетики в ВВП	Отношение суммы объема выпуска по отраслям энергетики к общему объему выпуска в регионе
	Уровень рентабельности энергетики	Отношение суммы объема валовой прибыли от функционирования отраслей энергетики к сумме объема выручки
	Доля недоминирующих энергоресурсов в общем объеме импорта энергоресурсов	Разность единицы и доли доминирующего энергоресурса в общем объеме импорта энергоресурсов
Технологический	Доступность кредитных ресурсов	Разность единицы и процентной ставки по кредитам
	Доля инвестиций в энергетику	Отношение суммы объема инвестиций в отрасли энергетики к общему объему инвестиций в регионе
	Энергоемкость ВВП	Отношение энергопотребления к ВВП
	Доля резервных мощностей в общих мощностях энергетики	Разность единицы и отношения суммы первичной переработки нефти, производства электрической энергии, транспортировки газа по газопроводам и транспортировки нефти по нефтепроводам, приведенных к единым единицам измерения, к сумме мощностей по первичной переработке нефти, электрогенерирующих мощностей, пропускной способности газопроводов и пропускной способности нефтепроводов, приведенных к единым единицам измерения
Социальный	Уровень занятости	Разность единицы и доли безработных в общем количестве трудоспособного населения
	Уровень образования	Используется одноименный показатель из индекса развития человеческого потенциала
	Доступность топлива и энергии для населения	Разность единицы и отношения затрат на топливо и энергию к общим затратам домохозяйств
	Уровень электрификации населения	Доля населения, имеющего доступ к электрической энергии
Экологический	Уровень озеленения страны	Доля площади зеленых насаждений в общей площади страны
	Уровень здоровья	Используется одноименный показатель из индекса развития человеческого потенциала
	Коэффициент сокращения потребления энергоресурсов	Разность единицы и отношения энергопотребления в отчетном периоде к предыдущему
	Уровень выбросов CO <sub>2</sub> от потребления энергии на душу населения	Объем выбросов CO <sub>2</sub> от энергопотребления на душу населения

- 1) по направлению воздействия — внешние и внутренние;
- 2) предмету отношений — экономические, технологические, социальные, экологические;
- 3) предпосылкам устойчивого энергетического развития — наличие ресурсов, направления социально-экономического развития, спрос на энергоресурсы, энергобезопасность.

При расчете интегрального индекса, характеризующего уровень устойчивого энергетического развития региона, вместо показателей энергоемкости ВВП и уровня выбросов CO<sub>2</sub> от энергопотребления на душу населения используются разность единицы и одноименных показателей, поскольку в случае если показатели оказывают отрицательное влияние на индекс, то учитываются их обратные значения.

*III этап.* Сбор базы данных для расчета показателей.

*IV этап.* Определение веса показателей и факторов. Вес показателей определяется методом групповой экспертной оценки при непосредственном оценивании. При этом каждый эксперт устанавливает предпочтительные показатели при сравнении всех возможных пар, т.е. эксперт, рассматривая все возможные пары показателей, в каждой из них устанавливает ту причину, которая, по его мнению, оказывает большее влияние на следствие.

Согласно концепции устойчивого развития, а также с учетом особенностей энергетики, отличающих ее от других отраслей промышленности (участие в обеспечении национальной безопасности, обязательное наличие резерва генерирующих мощностей и др.), экономические, технологические, социальные и экологические аспекты представляются равнозначными. В связи с этим каждому из факторов был присвоен одинаковый вес, равный 0,25.

*V этап.* Расчет интегрального индекса, характеризующего уровень устойчивого энергетического развития региона (страны). На данном этапе происходит расчет интегрального индекса, характеризующего уровень устойчивого энергетического развития региона (страны), по следующей формуле:

$$I = \sum_{j=1}^k z_j \sum_{i=1}^{m_j} x_{ij} f_{ij}, \quad (1)$$

где  $I$  — интегральный индекс, характеризующий уровень устойчивого энергетического развития региона;

$k$  — количество факторов;

$z_j$  — вес  $j$ -го фактора;

$m_j$  — количество показателей  $j$ -го фактора;

$x_{ij}$  — значение  $i$ -го показателя для  $j$ -го фактора;

$f_{ij}$  — вес  $i$ -го показателя для  $j$ -го фактора.

*VI этап.* Нормирование показателей. Для приведения значений каждого показателя к единому диапазону осуществляется нормирование исходных данных.

*VII этап.* Расчет нормированного интегрального индекса, характеризующего уровень устойчивого энергетического развития региона. Нормированный интегральный индекс, характеризующий уровень устойчивого энергетического развития, рассчитывается для разных регионов с последующим выведением их рейтинга по формуле (1).

*VIII этап.* Определение рейтинга регионов по уровню устойчивого энергетического развития. После расчета интегрального индекса, характеризующего уровень устойчивого энергетического развития, по ряду регионов составляется их рейтинг, при этом региону с наибольшим значением индекса присваивается 1 (при расчете индекса, характеризующего уровень устойчивого энергетического развития, для одного региона данный этап опускается, в этом случае строится график, на котором отображается изменение индекса в динамике).

Интегральный индекс, характеризующий уровень устойчивого энергетического развития региона (страны), принимает значения от 0 до 1. Чем выше значение индекса, тем энергетическое развитие региона (страны) более устойчивое (таблица 3).

Таблица 3. — Интерпретация пороговых значений интегральной оценки устойчивого энергетического развития

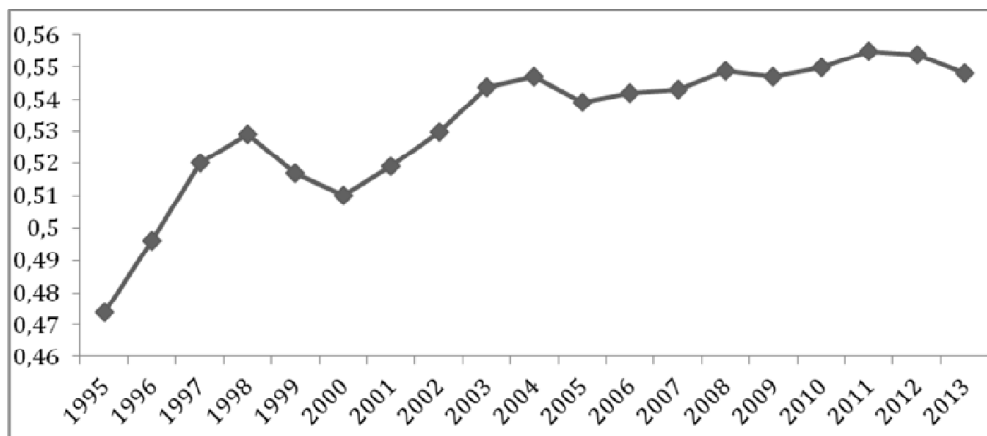
Уровень	Границы интервала	Интерпретация интегральной оценки
1-й	от 0,8 до 1	Сбалансированное устойчивое развитие
2-й	от 0,6 до 0,8	Высокий уровень устойчивого развития
3-й	от 0,4 до 0,6	Средний уровень устойчивого развития
4-й	от 0,2 до 0,4	Низкий уровень устойчивого развития
5-й	от 0 до 0,2	Неустойчивое развитие

Аналогичный методический подход использован при разработке интегральных индексов, характеризующих уровень устойчивого развития отрасли энергетики (энергетики как совокупности отраслей) и предприятия энергетики.

Предложенная система индексов учитывает достоинства всех подходов к оценке степени устойчивого энергетического развития на каждом из уровней и представляет совокупность интегральных показателей, позволяющих определить в динамике уровень устойчивого энергетического развития региона (страны) и устойчивого развития энергетики, отрасли энергетики и предприятия энергетики как отдельно, так и в сравнении с другими регионами (странами) и предприятиями энергетики. Предлагаемые индексы рассчитываются по одной методике и включают сопоставимый набор показателей с учетом особенностей каждого уровня, что позволяет, с одной стороны, сохранить специфические черты, присущие каждому уровню устойчивого энергетического развития, а с другой — обеспечить отражение преемственности в развитии предприятий

энергетики, отраслей, энергетики в целом и энергетическом развитии региона (страны).

На основе предложенного интегрального индекса, характеризующего уровень устойчивого энергетического развития региона (страны), проведена оценка состояния Республики Беларусь с точки зрения концепции устойчивого развития (рисунок 4).



**Рисунок 4. — Интегральный индекс, характеризующий уровень устойчивого энергетического развития Республики Беларусь за 1995–2013 гг.**

Наиболее высокого значения индекс, характеризующий уровень устойчивого энергетического развития Республики Беларусь, достиг в 2011 г. (0,555). В 2012–2013 гг. происходило его постепенное снижение. В целом в 2013 г. уровень устойчивого энергетического развития страны увеличился в 1,156 раза по сравнению с 1995 г.

Для сравнения уровня устойчивого энергетического развития Республики Беларусь и соседних государств был рассчитан интегральный индекс, характеризующий уровень устойчивого энергетического развития России, Украины, Польши и Латвии за 2012 г., согласно которому Республика Беларусь занимала второе место среди соседних государств (Россия — 0,644; Республика Беларусь — 0,585; Украина — 0,570; Латвия — 0,561; Польша — 0,560) по уровню устойчивого энергетического развития не за счет экономических и технологических факторов устойчивого энергетического развития, а благодаря социальному и экологическому аспектам. Следовательно, рекомендуется предпринимать определенные шаги на пути к улучшению экономических и технологических характеристик устойчивого энергетического развития республики.

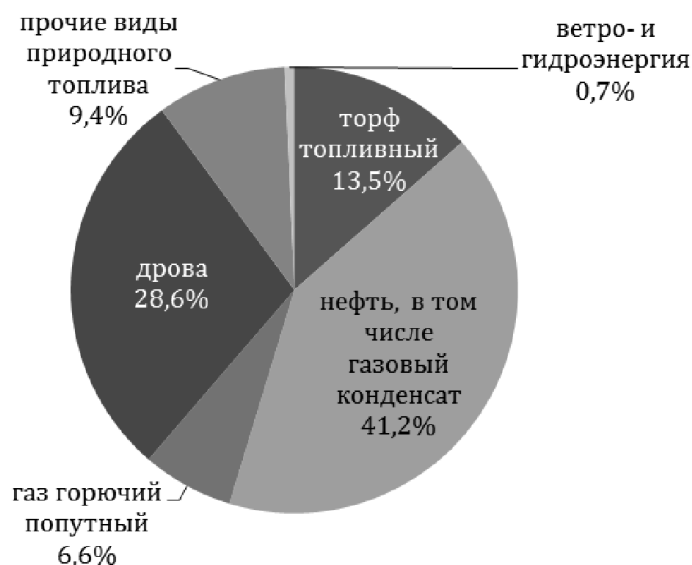
С целью проверки адекватности описания состояния объекта с помощью предложенной системы индексов проведен корреляционный анализ значений интегрального индекса, характеризующего уровень устойчивого энергетического развития Республики Беларусь, и индикаторов, характеризующих различные аспекты устойчивого развития в мировой практике: коэффициент корреляции с

ВВП на душу населения по паритету покупательной способности составляет 0,797; с индексом развития человеческого потенциала — 0,915; с индексом экологической эффективности — 0,710; с индексом риска энергобезопасности — -0,863. Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что интегральный индекс, характеризующий уровень устойчивого энергетического развития, позволяет достаточно точно оценить устойчивое энергетическое развитие региона (страны), сохраняя при этом все закономерности, присущие устойчивому развитию в целом, и может использоваться в мировой практике.

В третьей главе «**Стратегия достижения устойчивого развития энергетики Республики Беларусь**» проведен анализ используемых и обоснованы перспективные направления достижения устойчивого развития энергетики Республики Беларусь.

Энергетика Республики Беларусь включает системы добычи, транспорта, хранения, производства и распределения основных видов энергоносителей: природного газа, нефти и продуктов ее переработки, твердых видов топлива, электрической и тепловой энергии. В ее составе выделяют топливную промышленность (нефтяную, газовую, торфяную) и электроэнергетику.

Наибольшую долю в структуре добычи / производства первичных энерго-ресурсов в Республике Беларусь занимает нефть, включая газовый конденсат, наименьшую — ветро- и гидроэнергия (рисунок 5).



**Рисунок 5. — Структура добычи/производства первичных энергоресурсов в Республике Беларусь в 2013 г.**

На основе проведенного анализа выделены основные тенденции развития энергетики Республики Беларусь:

- в нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности: снижение добычи нефти на действующих месторождениях, разведка и разработка новых;

увеличение объема производства нефтепродуктов; повышение глубины переработки нефти и обеспечение соответствия качества выпускаемой продукции требованиям стран ЕС;

- газовой промышленности: поддержание высоких объемов импорта природного газа; расширение системы подземных хранилищ газа;

- торфяной промышленности: снижение объемов добычи торфа топливного; снижение объемов экспорта торфяных брикетов;

- электроэнергетике: доминирование объектов тепловой энергетики; невысокая степень развития объектов распределенной генерации; низкий уровень автоматизации учета потребления электрической энергии.

Сравнительный ретроспективный анализ прогнозных показателей и фактических результатов реализации направлений достижения устойчивого развития энергетики позволил сделать вывод о том, что Республикой Беларусь уже сделаны определенные шаги на пути реализации указанных направлений в более ранние периоды, однако не всегда удавалось достичь в полном объеме целей, заявленных в программных документах.

Причинами такого несоответствия, по мнению автора, явились: а) недостаток финансирования программ по энергосбережению и энергоэффективности; б) снижение повышающих коэффициентов к тарифам на электрическую энергию, производимую из некоторых ВИЭ; в) отсутствие необходимой нормативной правовой базы для формирования оптового электроэнергетического рынка; г) значительный объем финансирования на модернизацию нефтеперерабатывающих заводов.

На основе изучения нормативной правовой базы выделены следующие направления достижения устойчивого развития энергетики Республики Беларусь на период с 2015 по 2030 год:

- 1) энергосбережение и внедрение энергоэффективных технологий;
- 2) диверсификация энергоресурсов и энергоисточников за счет использования ВЭИ и атомной энергетики;
- 3) формирование оптового электроэнергетического рынка;
- 4) снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Целесообразность использования перспективных направлений достижения устойчивого развития энергетики Республики Беларусь обоснована эмпирически. Автором была выдвинута гипотеза о том, что существуют группы стран со схожим уровнем развития определенных факторов, для которых применение определенного набора направлений достижения устойчивого развития энергетики является наиболее характерным.

К числу факторов, которые определяют возможность использования того или иного направления достижения устойчивого развития энергетики, были отнесены: уровень экономического развития (показатель — ВВП на душу



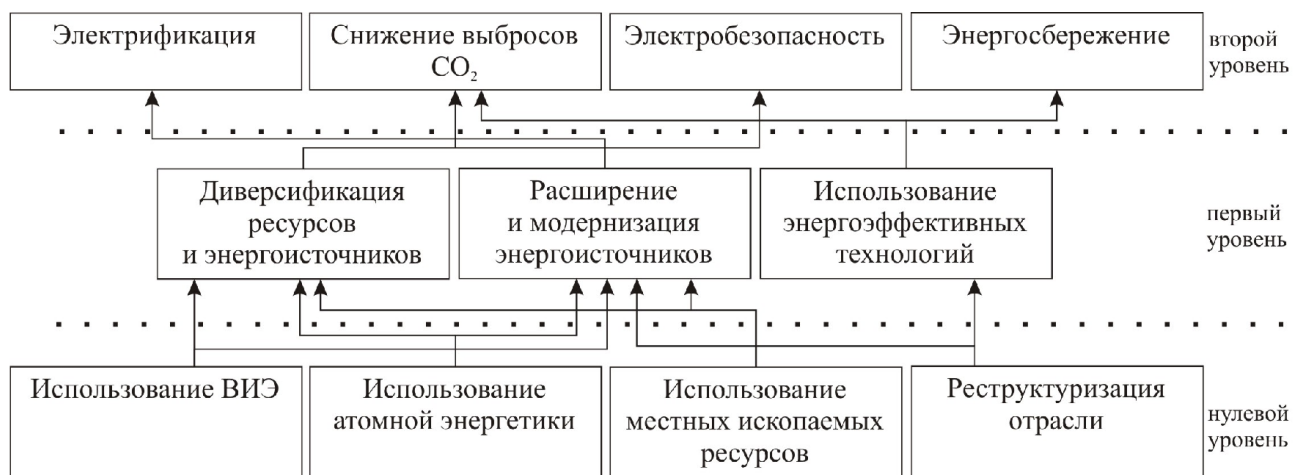
населения, тыс. дол. США); размер выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (показатель — выбросы  $\text{CO}_2$ , тонн на душу населения); уровень электрификации (показатель — доля населения, имеющего доступ к электрической энергии, %); уровень запасов энергоресурсов (показатель — доля использования собственных ископаемых энергоресурсов (угля, природного газа и нефти) при производстве электрической энергии, %).

В процессе исследования собрана информация за 2010 г. по 149 странам.

Для выделения групп стран со схожим уровнем развития указанных выше факторов использовался метод иерархического кластерного анализа, позволивший сформировать 12 кластеров.

На основе изучения нормативных правовых актов и программных документов в области энергетической политики исследуемых стран выделены наиболее типичные направления достижения устойчивого развития энергетики, в частности: 1) электрификация; 2) энергосбережение; 3) расширение и модернизация энергоисточников; 4) использование местных ископаемых энергоресурсов; 5) использование энергоэффективных технологий; 6) снижение выбросов  $\text{CO}_2$ ; 7) использование ВИЭ; 8) энергобезопасность; 9) использование атомной энергетики; 10) реструктуризация отрасли; 11) диверсификация энергоресурсов и энергоисточников.

С помощью метода анализа круга проблем построена иерархическая структура направлений достижения устойчивого развития энергетики (рисунок 6).



**Рисунок 6. — Иерархическая классификация направлений достижения устойчивого развития энергетики**

Проверка гипотезы о наличии характерных для каждого кластера направлений осуществлялась на основе множественного дискриминантного анализа. В качестве зависимой переменной выступила принадлежность страны к кластерам, а в качестве предикторов (независимых переменных) — используемые странами направления достижения устойчивого развития энергетики.

В результате проведенного дискриминантного анализа автор сделал вывод о том, что только 38,3 % исследуемых стран применяют направления достижения устойчивого развития энергетики, свойственные своему кластеру, т.е. направления, соответствующие уровню экономического развития страны, учитывающие размер выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, уровень электрификации страны и уровень запасов энергоресурсов.

Причин несоответствия принадлежности к кластерам и используемых направлений достижения устойчивого развития энергетики исследуемых стран несколько.

Во-первых, некоторые страны ориентируются на общемировые тенденции в энергетике без учета своих особенностей, что часто приводит к невозможности реализации утвержденных на уровне государства программ в области энергетической политики. Во-вторых, часть стран используют стратегии лидеров, что не позволяет им уделять должного внимания решению своих первостепенных задач. В-третьих, при принадлежности к каким-либо союзам или ассоциациям страны обязуются выполнять определенные требования по энергетической политике данных объединений, что не всегда экономически целесообразно при учете разнородности данных стран (например, страны ЕС). В-четвертых, отсутствует комплексный подход к формированию энергетической политики стран, что сказывается на невозможности оценки совокупного эффекта от реализации мероприятий.

Согласно результатам кластерного и дискриминантного анализа было определено, что наиболее перспективными направлениями достижения устойчивого развития энергетики Республики Беларусь с точки зрения мирового опыта являются энергосбережение, использование энергоэффективных технологий, снижение выбросов, использование ВИЭ, диверсификация энергоресурсов и энергоисточников.

Четвертая глава **«Формирование экономического механизма достижения устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь»** посвящена практической реализации теоретической модели экономического механизма достижения устойчивого развития энергетики на примере электроэнергетики Республики Беларусь.

Процесс реализации экономического механизма достижения устойчивого развития электроэнергетики включает следующие этапы:

1. Оценка текущего состояния с помощью интегрального индекса, характеризующего уровень устойчивого развития электроэнергетики. За исследуемый период (1995–2013 гг.) наиболее высокий уровень устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь наблюдался в 2009 г. и составил 0,485, наименее высокий — в 1995 г. (0,382). В целом в 2013 г. уровень устойчивого развития электроэнергетики увеличился по сравнению с 1995 г. в 1,217 раза. Из

четырёх групповых показателей самые высокие значения за исследуемый период были присущи социальному, однако высокие темпы роста свойственны технологическому групповому показателю (2,012).

2. Определение желаемого уровня на основе прогноза ( $y = 0,0048x + 0,3938$ ;  $R^2 = 0,726$ ) целевых значений интегрального индекса, а также отдельных показателей, характеризующих уровень устойчивого развития электроэнергетики. Желаемым состоянием к 2020 г. является достижение значения индекса с уровнем устойчивого развития электроэнергетики в интервале [0,491; 0,493].

3. Обоснование направлений достижения устойчивого развития электроэнергетики. Для определения наиболее перспективных направлений достижения устойчивого развития электроэнергетики для Республики Беларусь были использованы следующие инструменты: анализ существующего состояния электроэнергетики Республики Беларусь; изучение программных документов и нормативных правовых актов Республики Беларусь, касающихся развития энергетики в целом и электроэнергетики в частности; кластерный и дискриминантный анализ. На основе данных проведенного исследования для электроэнергетики Республики Беларусь выделены в качестве наиболее перспективных следующие направления:

1) реструктуризация отрасли путем создания оптового электроэнергетического рынка, проводимая посредством: а) осуществления приватизации объектов электроэнергетики, снизив таким образом влияние государственного регулирования; б) повышения уровня автоматизации отрасли и увеличения доступа к новейшим технологиям; в) выведения крупных потребителей электрической энергии на оптовый рынок; г) введения конкурентного ценообразования;

2) использование ВИЭ. Создание модульных комплексов, комбинирующих генерацию разных видов энергии (биогаз, древесные отходы, энергия водных ресурсов), является перспективным направлением развития малой распределенной энергетики в Республике Беларусь. На основе проведенного исследования выявлено, что средняя степень покрытия по республике спроса на электрическую энергию модульными комплексами может достигнуть 64,78 %, а на тепловую энергию — 42,70 % в местах их размещения. Внедрение 74 комплексных локальных энергосистем позволит ежегодно замещать импортируемый природный газ в объеме более 399 тыс. т у.т. или 346 878 тыс. м<sup>3</sup>, что составит 1,71 % общего объема потребления природного газа в Республике Беларусь, на сумму более 64 172 472 дол. США в ценах 2013 г. Кроме того, создание таких комплексов улучшит качество жизни в малых городах и сельских населенных пунктах и обеспечит создание, как минимум, 1480 дополнительных рабочих мест;

3) развитие атомной энергетики. Ввод АЭС в Белорусскую энергосистему (1-й блок — 2018 г.; 2-й блок — 2020 г.) улучшит показатели энергобезопасности республики. В частности, значительно снизится доля использования природного газа в производстве электрической и тепловой энергии, также

уменьшатся удельный вес накопленной амортизации в первоначальной стоимости основных фондов предприятий энергетики и удельный вес затрат на топливно-энергетические ресурсы. При этом могут возникнуть проблемы регулирования нагрузки, особенно при прохождении ночных минимумов в отопительный период. Расчеты показывают, что себестоимость выработки электрической энергии в сценарии «АЭС» вырастет на 14 % по сравнению со сценарием «Базовый». Вместе с тем высокие инвестиционные затраты на ввод АЭС, которыми обусловлен рост себестоимости выработки электрической энергии по Белорусской энергосистеме, в размере 11 млрд дол. США будут компенсированы за счет снижения объема импортируемого природного газа и электрической энергии в течение 10–11 лет, т.е. к 2028 г.

4. Составление плана мероприятий для реализации направлений достижения устойчивого развития электроэнергетики.

В качестве основы для разработки плана мероприятий для реализации направлений достижения устойчивого развития электроэнергетики были рассчитаны 8 сценариев функционирования энергетических мощностей Белорусской энергосистемы в 2014–2020 гг.: сценарий 1 — базовый; сценарий 2 — ВИЭ; сценарий 3 — АЭС; сценарий 4 — рынок; сценарий 5 — ВИЭ + АЭС; сценарий 6 — ВИЭ + рынок; сценарий 7 — АЭС + рынок; сценарий 8 — АЭС + ВИЭ + рынок.

На рисунке 7 представлен прогноз затрат по сценариям до 2020 г. в миллионах долларов США.

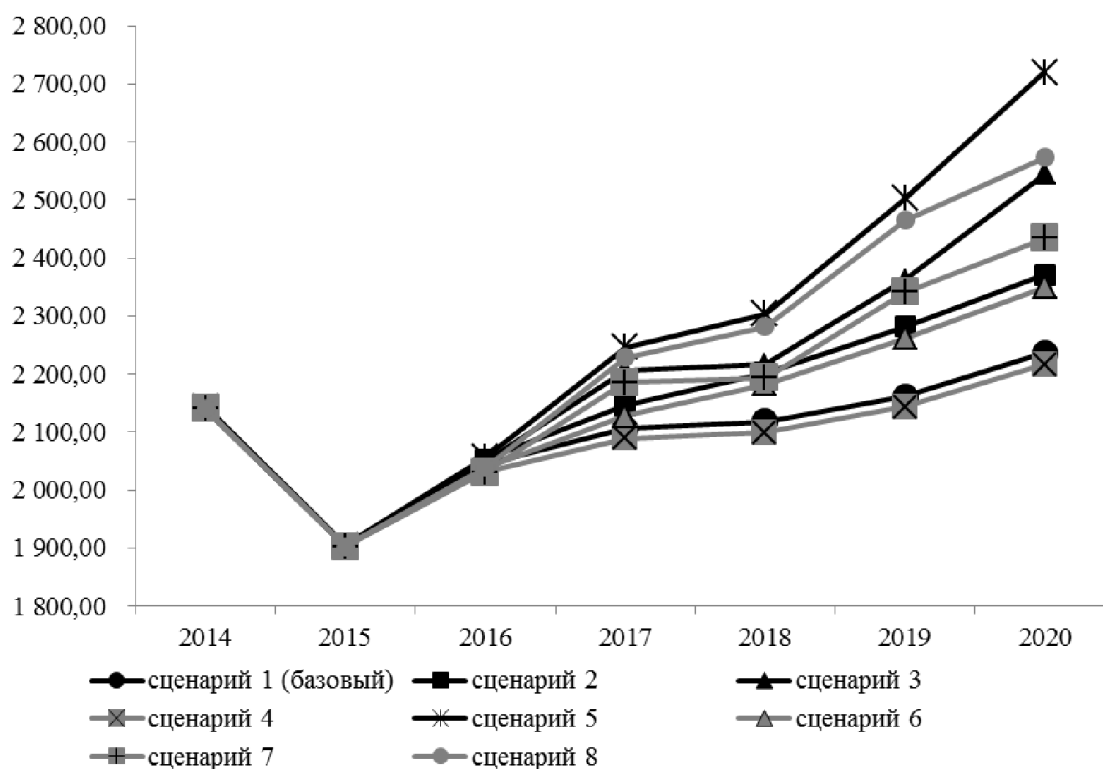
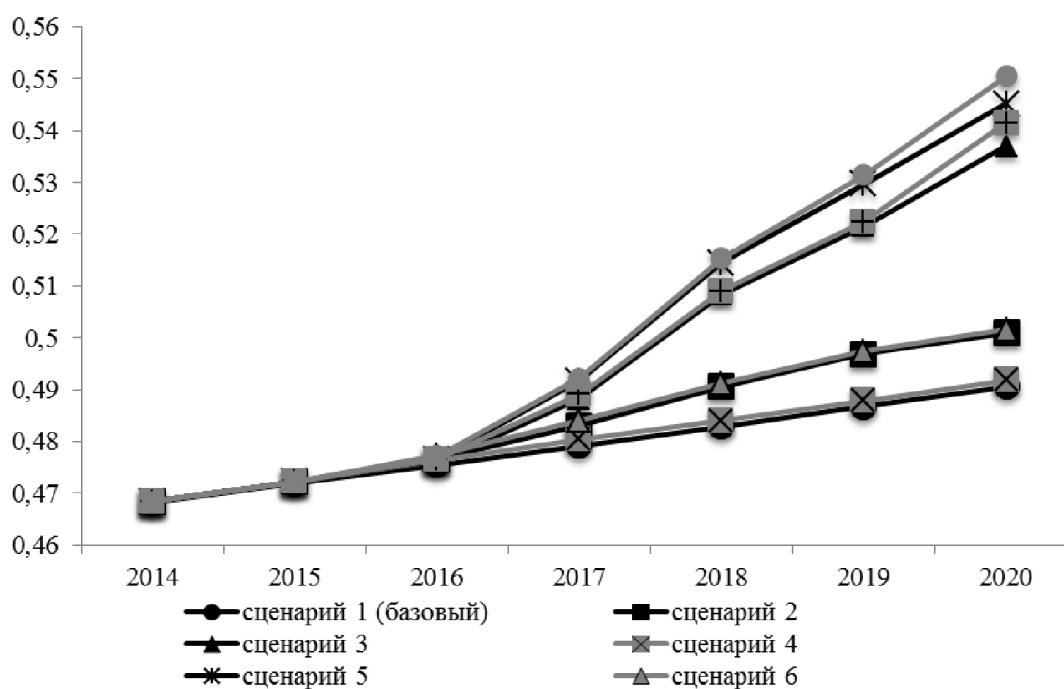


Рисунок 7. — Прогноз затрат по сценариям до 2020 г., млн дол. США

В 2015 г. во всех сценариях наблюдается снижение совокупных затрат. Такая ситуация вызвана падением в 2015 г. объема производства электроэнергии, вследствие чего снижаются переменные и топливные затраты. В целом в 2020 г. наиболее высокие затраты будут характерны для сценария 5 (2 720,41 млн дол. США) и сценария 8 (2 573,69 млн дол. США), что связано со значительными затратами на ввод и обслуживание АЭС.

Оценка влияния каждого из исследуемых сценариев на уровень устойчивого развития осуществлялась при помощи прогноза интегрального индекса, характеризующего уровень устойчивого развития в рамках данного сценария (рисунок 8).



**Рисунок 8. — Интегральный индекс, характеризующий уровень устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь в 2014–2020 гг. при различных сценариях**

До 2016 г. не проявлялось значимых различий в уровне устойчивого развития между различными сценариями. В период с 2017 по 2020 г. наиболее высокий индекс, характеризующий уровень устойчивого развития, имеют сценарии 5 и 8.

Сравнительный анализ результатов моделирования показал, что наилучшими сценариями с оптимальным сочетанием затрат на реализацию и выгод от внедрения концепции устойчивого развития являются сценарии 4, 6–8. Каждому из них присуща реструктуризация отрасли путем формирования оптового электроэнергетического рынка, что свидетельствует о ее первостепенной важности для дальнейшего развития электроэнергетики Республики Беларусь. При этом следует отметить, что использование ВИЭ и развитие атомной энергетики дают наилучшие результаты наряду с реструктуризацией отрасли.

В рамках составления плана мероприятий по реализации направлений достижения устойчивого развития электроэнергетики предложены рекомендации в области финансовой (инвестиционной), ценовой политики и политики регулирования.

При формировании инвестиционной политики выявлено, что на уровень устойчивого развития электроэнергетики положительно влияют затраты на топливо (при их увеличении на 1 % степень устойчивого развития отрасли повышается на 0,133 %), инвестиции в промышленно-производственные фонды (повышение данного показателя на 1 % способствует увеличению степени устойчивого развития отрасли на 0,161 %), затраты на оплату труда (уровень устойчивого развития электроэнергетики повышается на 0,106 % при росте затрат на оплату труда на 1 %), а также затраты на окружающую среду в электроэнергетике (увеличение данного показателя на 1 % стимулирует повышение уровня устойчивого развития отрасли на 0,192 %).

В рамках ценовой политики автором предложено применять дифференцированное по часам тарифообразование на основе коэффициента эластичности.

Почасовой тариф на электрическую энергию рассчитывается следующим образом:

$$P_1 = \bar{P} + (P_0 - \bar{P}) \cdot \left( 1 + \frac{1}{(-E)} \cdot \frac{Q_0 - \bar{Q}}{\bar{Q}} \right), \quad (2)$$

где  $P_1$  — новый почасовой тариф на электрическую энергию в энергосистеме, руб./кВт·ч;

$\bar{P}$  — средняя почасовая существующая себестоимость электропроизводства в энергосистеме за сутки, руб./кВт·ч;

$P_0$  — существующий почасовой тариф на электрическую энергию в энергосистеме, руб./кВт·ч;

$E$  — коэффициент эластичности спроса на электрическую энергию по цене;

$Q_0$  — существующее почасовое электропотребление, руб./кВт·ч;

$\bar{Q}$  — среднесуточное существующее почасовое электропотребление, руб./кВт·ч.

Оценить изменение структуры потребления электрической энергии в течение суток при использовании почасовых тарифов при сохранении среднесуточного электропотребления неизменным можно с помощью почасового электропотребления, рассчитанного следующим образом:

$$Q_1 = Q_0 + \bar{Q} \cdot E \cdot \frac{P_1 - P_0}{P_0}, \quad (3)$$

где  $Q_1$  — почасовое электропотребление, полученное в результате влияния нового тарифа, руб./кВт·ч.

Применение дифференцированных тарифов позволит в 2,35–2,59 раза снизить максимальный диапазон регулирования нагрузки и увеличить коэффици-

ент неравномерности до 0,814 при росте затрат потребителей электрической энергии лишь на 1,26–2,67 %.

Таким образом, использование почасовых дифференцированных тарифов для рабочих и выходных дней отопительного и межотопительного периодов позволит Республике Беларусь в рамках выбранных направлений достижения устойчивого развития электроэнергетики выровнять суточные графики нагрузки Белорусской энергосистемы и увеличить ее базовую нагрузку, создать предпосылки для перехода к оптовому электроэнергетическому рынку, нарастить экспортный потенциал в электроэнергетике.

Для ограничения негативного влияния блок-станций на традиционных видах топлива на Белорусскую энергосистему при их интеграции в нее автором разработаны следующие меры:

1. Плата за горячий резерв, необходимый энергосистеме в случае отказа работы блок-станции:

$$T_{\text{ГР}} = P_{\text{Б-С}} \cdot Z_{\text{уд-пост}}, \quad (4)$$

где  $T_{\text{ГР}}$  — плата блок-станциями за горячий резерв, руб.;

$P_{\text{Б-С}}$  — мощность блок-станции, МВт;

$Z_{\text{уд-пост}}$  — средние удельно-постоянные затраты ТЭЦ, входящих в энергосистему, которые рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{уд-пост}} = \frac{\sum_i Z_{\text{пост}}^{\text{ТЭЦ}_i}}{\sum_i P^{\text{ТЭЦ}_i}}, \quad (5)$$

где  $Z_{\text{пост}}^{\text{ТЭЦ}_i}$  — постоянные затраты  $i$ -й ТЭЦ, руб.;

$P^{\text{ТЭЦ}_i}$  — установленная мощность  $i$ -й ТЭЦ, МВт.

## 2. Плата за диспетчеризацию

$$T_{\text{дисп}} = \frac{Z_{\text{дисп}}^T}{\mathcal{E}^T} \cdot \left(1 + \frac{p'}{100}\right) \cdot \mathcal{E}2_{\text{Б-С}}^T, \quad (6)$$

где  $T_{\text{дисп}}$  — плата блок-станциями за диспетчеризацию, руб.;

$Z_{\text{дисп}}^T$  — затраты на диспетчеризацию по энергосистеме за период, руб.;

$\mathcal{E}^T$  — выработка электрической энергии по энергосистеме за период, кВт·ч;

$\mathcal{E}2_{\text{Б-С}}^T$  — выработка электрической энергии на блок-станциях за период, кВт·ч;

$p'$  — норма прибыли за оказание услуг по диспетчеризации, %.

## 3. Плата за передачу и распределение

$$T_{\text{расп}} = \frac{Z_{\text{расп}}^T}{\mathcal{E}^T} \cdot \left(1 + \frac{p'}{100}\right) \cdot \mathcal{E}2_{\text{Б-С}}^T, \quad (7)$$

где  $T_{\text{расп}}$  — плата блок-станциями за передачу и распределение, руб.;

$Z_{\text{расп}}^T$  — затраты на передачу и распределение по энергосистеме за период, руб.

Расчеты показали, что в 2014 г. ГПО «Белэнерго» могло бы получить дополнительную выручку в размере 885 153,206 млн руб., или 63,225 млн дол. США, в том числе 91 539,401 млн руб. в качестве платы за горячий резерв, 4 475,175 млн руб. — за диспетчеризацию, 789 138,630 млн руб. — за передачу и распределение электроэнергии, вырабатываемой на блок-станциях на традиционных видах топлива.

5. Реализация перечисленных мероприятий будет способствовать достижению устойчивого развития электроэнергетики в намеченных пределах на основе инновационно-структурного, технологического обновлений отрасли при сохранении окружающей природной среды для будущих поколений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Основные научные результаты диссертации.** Обобщая изложенные в диссертационной работе результаты выполненных исследований, можно констатировать следующее:

1. Исследование генезиса, а также систематизация и анализ научных взглядов на использование концепции устойчивого развития в энергетике дали возможность выделить этапы эволюции, определить сущность устойчивого энергетического развития и совокупность объектов, сформировать понятийный аппарат и раскрыть содержание категорий: «устойчивое энергетическое развитие региона (страны)», «устойчивое развитие отрасли энергетики (энергетики как совокупности отраслей)», «устойчивое развитие предприятия энергетики».

Исторический подход позволил обосновать три этапа эволюции концепции устойчивого развития в энергетике: 1987–2000 гг.; 2001–2008 гг.; с 2009 г. по настоящее время. При этом для каждого из них характерны собственные тенденции, которые проявляются на теоретическом, институциональном, практическом и технологическом уровнях. Это позволило сделать вывод о том, что устойчивое энергетическое развитие, базируясь на одной из наиболее значимых сфер общественного производства, во многом определяется уровнем развития технологий и выделить технологический фактор устойчивого энергетического развития в качестве равноправного наряду с традиционными (экономическим, социальным и экологическим) [1, 19].

Проведенное исследование позволило сделать вывод о необходимости изучения устойчивого энергетического развития как самостоятельного явления, под которым следует понимать процесс изменения способной к саморегулированию системы с целью повышения эффективности ее функционирования за



счет обеспечения социального равенства в области доступа к энергоуслугам и сохранения окружающей среды при рациональном использовании энергоресурсов в условиях неопределенности.

На основе анализа существующих подходов были выделены два уровня устойчивого энергетического развития: региональный (устойчивое энергетическое развитие региона (страны), отраслевой (устойчивое развитие отрасли энергетики). Эти уровни были положены в основу предложенной автором многоуровневой вертикально-интегрированной иерархической системы объектов устойчивого энергетического развития. При этом региональный уровень представлен государством и областями (его административно-территориальными единицами), а отраслевой — энергетикой как совокупностью отраслей, отраслями энергетики и предприятиями энергетики. Данная система позволяет изучать взаимосвязь отдельных ее элементов, а также влияние деятельности различных субъектов энергетики на устойчивое энергетическое развитие региона (страны) [11].

Анализ существующих научных подходов, а также разработанная вертикально-интегрированная иерархическая система объектов устойчивого энергетического развития позволили сформировать понятийный аппарат, базовыми понятиями которого являются:

- устойчивое энергетическое развитие региона (страны) как процесс изменения территориально обособленной экономической системы с целью достижения региональной энергобезопасности при рациональном использовании энергоресурсов, обеспечении социального равенства в области доступа к энергоуслугам и сохранении окружающей среды в условиях неопределенности;

- устойчивое развитие отрасли энергетики (энергетики как совокупности отраслей) — это процесс технологического и экономического развития отрасли (отраслей) энергетики в условиях неопределенности, направленный на надежное и бесперебойное обеспечение потребителей энергией и топливом при рациональном использовании энергоресурсов и минимальном воздействии на окружающую среду для повышения эффективности функционирования энергетики;

- устойчивое развитие предприятия энергетики представляет собой процесс технологического и экономического развития предприятия энергетики в условиях неопределенности, направленный на достижение его стратегических целей при повышении удовлетворенности потребителей, выполнении обязательств перед различными контрагентами при минимальном воздействии на окружающую среду с целью повышения эффективности функционирования отрасли энергетики [3, 12].

Обоснованные автором элементы теории устойчивого энергетического развития базируются на историческом подходе, принципах системности, комплексности и преемственности, а также в полной мере отражают суть изучаемого явления.

2. Анализ существующих подходов к оценке уровня устойчивого энергетического развития продемонстрировал отсутствие единого подхода к определению данного явления как в целом, так и для каждого объекта системы устойчивого энергетического развития в частности. Так, на региональном уровне анализ устойчивого энергетического развития принято осуществлять на основе системы показателей и интегральных показателей. На отраслевом уровне кроме перечисленных подходов нашли применение рейтинговые оценки и факторные модели. Устойчивое развитие предприятий энергетики анализируют также с помощью факторных моделей.

Такое многообразие подходов позволило автору обосновать существенные общенаучные, организационные, экономические и экологические принципы, предпосылки и критерии устойчивого энергетического развития [21, 39, 40].

К предпосылкам устойчивого энергетического развития отнесены следующие: наличие ресурсов, направления социально-экономического развития, спрос на энергоресурсы, энергобезопасность [23].

В качестве критериев предложено использовать экономический рост энергетического сектора, инновационное развитие отрасли, доступность энергии для потребителя, нагрузку электроэнергетики на окружающую среду.

Экономический, технологический, социальный и экологический факторы, многоуровневая вертикально-интегрированная система объектов, а также предпосылки устойчивого энергетического развития положены автором в основу системы показателей, позволяющих анализировать устойчивое энергетическое развитие на различных уровнях и включающих:

- интегральный индекс, характеризующий уровень устойчивого энергетического развития региона (страны);
- интегральный индекс, характеризующий уровень устойчивого развития отрасли энергетики (энергетики как совокупности отраслей);
- интегральный индекс, характеризующий уровень устойчивого развития предприятия энергетики.

Перечисленные индексы основаны на использовании системы индикаторов, изменяются в диапазоне  $[0; 1]$ , позволяют оценивать в динамике уровень устойчивого энергетического развития различных объектов в конкретный момент времени, а также составлять рейтинг объектов одного уровня с точки зрения состояния устойчивого развития. Принцип преемственности, применяемый при выборе показателей устойчивого развития, позволяет помимо прочего сопоставлять значения индексов объектов разных уровней.

Предложенный автором набор индексов является инструментарием, позволяющим всесторонне изучать устойчивое энергетическое развитие [17, 18, 28, 30–32].

3. Изучив нормативные правовые акты и программные документы в области энергетической политики 149 стран, выделены наиболее типичные направления достижения устойчивого развития энергетики. Кроме того, автором сделано предположение, что данные направления являются неравноценными и реализация одних из них способствует достижению целей других.

Данное наблюдение легло в основу многоуровневой классификации направлений достижения устойчивого развития энергетики, согласно которой к направлениям нулевого уровня отнесены использование атомной энергетики, ВИЭ, местных ископаемых энергоресурсов, реструктуризация отрасли; направлениям первого уровня — диверсификация энергоресурсов и энергоисточников, расширение и модернизация энергоисточников, использование энергоэффективных технологий; направлениям второго уровня — электрификация, энергосбережение, энергобезопасность, снижение выбросов CO<sub>2</sub> [7, 10, 14, 53]. Полиерархическая классификация направлений достижения устойчивого развития была построена на основе метода анализа круга проблем, позволяющего устанавливать взаимосвязь «причина—следствие» [47].

С помощью методики выбора направлений достижения устойчивого развития энергетики, используя кластерный и дискриминантный анализ, доказано, что в основе их обоснования лежат следующие факторы: уровень экономического развития, размер выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, уровень электрификации, уровень запасов энергоресурсов. Для этого исследуемые страны с помощью иерархического кластерного анализа объединены в 12 кластеров на основе следующих показателей: ВВП на душу населения, тысяч долларов США; выбросы CO<sub>2</sub>, тонн на душу населения; доля населения, имеющего доступ к электрической энергии, процентов; доля использования собственных ископаемых энергоресурсов (угля, природного газа и нефти) при производстве электрической энергии, процентов [2, 5, 6]. Для каждого кластера определен перечень наиболее широко используемых направлений достижения устойчивого энергетического развития.

С помощью дискриминантного анализа проведено сопоставление используемых и наиболее целесообразных направлений и предсказана принадлежность дискриминантных групп к кластерам. При этом в качестве зависимой переменной выступала принадлежность страны к кластерам, а в качестве предикторов (независимых переменных) — используемые странами направления достижения устойчивого развития энергетики [48].

Предложенная автором методика позволяет определить перечень наиболее перспективных направлений и выявить несоответствие между ними и используемыми направлениями достижения устойчивого развития энергетики.

4. С целью повышения уровня устойчивого энергетического развития электроэнергетики разработан экономический механизм достижения устойчивого

развития, представляющий собой систему, состоящую из двух взаимодействующих подсистем, которая исходя из совокупности экономических методов, способов, форм и рычагов (государственных отраслевых программ, финансовой, ценовой политики и политики регламентирования) реализует взаимодействие управляющей подсистемы (в виде рынка и государственной политики) на управляемую (в форме материальных, социальных, природных и других ресурсов) в процессе их последовательного преобразования для достижения устойчивого развития электроэнергетики.

Экономический механизм достижения устойчивого развития включает четыре основных элемента: управляющую и управляемую подсистемы; последовательные этапы достижения устойчивого развития электроэнергетики; инструменты достижения задач каждого этапа; цель реализации экономического механизма.

В процессе взаимодействия управляющей и управляемой подсистем экономический механизм достижения устойчивого развития электроэнергетики реализуется посредством прохождения пяти последовательных этапов: а) оценка текущего состояния; б) определение желаемого состояния; в) составление направлений достижения устойчивого энергетического развития; г) обоснование плана мероприятий для применения направлений достижения устойчивого развития; д) реализация мероприятий для применения направлений достижения устойчивого развития электроэнергетики [4, 8, 9, 18, 20, 22].

Представленный экономический механизм базируется на авторской методике оценки устойчивого развития электроэнергетики и обоснованных с помощью кластерного и дискриминантного анализа наиболее перспективных направлений, сценарном подходе к прогнозированию функционирования энергетических мощностей энергосистемы, а также включает периодизацию и делегирование ответственности его участникам в рамках выделенных этапов [51, 52].

5. Обоснован комплекс рекомендаций по достижению устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь (включая методики) в области финансовой, ценовой политики и политики регламентирования, в котором сбалансированы основные положения концепций экономического роста и устойчивого развития.

Методика управления затратами в электроэнергетике в рамках совершенствования финансовой политики на основе системы эконометрических моделей позволяет определить основные направления инвестирования, содействующие повышению уровня устойчивого развития отрасли. В частности, доказано, что увеличение затрат на окружающую среду в электроэнергетике на 1 % стимулирует повышение уровня ее устойчивого развития на 0,19 %, а инвестиций в промышленно-производственные фонды электроэнергетики — на 0,16 % [15].

В рамках совершенствования ценовой политики автором предложена методика установления дифференцированных по времени (почасовых) тарифов на

электрическую энергию на основе коэффициента эластичности. Использование данной методики позволяет рассчитывать почасовые тарифы для различных категорий потребителей, а также оценить их эффект для сглаживания почасового графика потребления электрической энергии. Применение дифференцированных тарифов способствует снижению максимального диапазона регулирования нагрузки в 2,35–2,59 раза и увеличению коэффициента неравномерности до 0,814 при росте затрат потребителей электрической энергии лишь на 1,26–2,67 % [8, 13].

Кроме того, были предложены меры по ограничению влияния блок-станций на традиционных видах топлива на энергосистему (политика регламентирования). Оценен ущерб, наносимый в настоящее время блок-станциями на традиционных видах топлива Белорусской энергосистеме. В целях снижения данного негативного эффекта были предложены подходы к оценке компенсаторных выплат, в том числе методики определения платы за горячий резерв, необходимый энергосистеме в случае отказа работы блок-станции; платы за диспетчеризацию; платы за передачу и распределение. За счет применения перечисленных выше компенсаторных выплат ГПО «Белэнерго» в 2014 г. могло получить дополнительную выручку в размере 885 153,206 млн руб., или 63,225 млн дол. США.

Применение на практике названных мер будет способствовать реализации направлений достижения устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь и увеличению экономического роста в намеченных в рамках экономического механизма пределах и тем самым повлияет на разрешение проблемы прохождения ночных минимумов нагрузки, подготовит энергосистему к интеграции в нее АЭС, создаст предпосылки для перехода к оптовому электроэнергетическому рынку, повысит энергоэффективность и использование ВИЭ.

**Рекомендации по практическому использованию результатов.** Практическое применение научных разработок и предложений позволяет повысить уровень устойчивого энергетического развития Республики Беларусь. Выводы и рекомендации, содержащиеся в диссертационной работе, могут быть использованы органами государственного управления, Министерством энергетики Республики Беларусь, РУП «Белэнерго», а также научно-исследовательскими организациями при разработке стратегии развития электроэнергетики, министерствами и концернами других отраслей национальной экономики Республики Беларусь.

Отдельные положения диссертации, в частности методические рекомендации по оценке уровня устойчивого развития предприятий энергетики, внедрены в практику РУП «Витебскэнерго», СООО «ТДФ Экотех», СЗАО «ТДФ Экотех Лань», ООО «Ирридио», УП «Ирридио Моторс», ООО «Ирридио АТМ», что подтверждается актами внедрения и справками о принятии к использованию.

Предложения и результаты исследований, изложенные в диссертации, нашли применение в учебном процессе Белорусского государственного экономического университета при преподавании курса «Устойчивое развитие».

Использование содержащихся в диссертационном исследовании положений будет способствовать выработке и проведению экономически обоснованной политики достижения устойчивого энергетического развития государства, созданию оптового рынка электрической энергии, повышению эффективности функционирования энергетических мощностей энергосистемы, а следовательно, и социально-экономической эффективности функционирования отрасли. Результаты исследования могут быть использованы в качестве интеллектуального коммерческого продукта, представляющего интерес для предприятий электроэнергетики, областных объединений и Министерства энергетики Республики Беларусь при оценке эффективности их деятельности и формировании стратегий развития.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

### *Монографии*

1. Зорина, Т. Г. Устойчивое развитие энергетики: теория, методология, стратегии : монография / Т. Г. Зорина. — Saarbrucken : LAP LAMBERT Academic Publ., 2015. — 152 с.
2. Зорина, Т. Г. Энергетическая политика в контексте социально-экономического развития : монография / Т. Г. Зорина, Е. С. Шершунович. — Saarbrucken : LAP LAMBERT Academic Publ., 2015. — 184 с.
3. Зорина, Т. Г. Формирование стратегии устойчивого энергетического развития : монография / Т. Г. Зорина. — Минск : Мисанта, 2016. — 332 с.

### *Статьи в научных рецензируемых журналах*

4. Зорина, Т. Г. Моделирование межрегионального энергообмена с помощью программы MESSAGE / Т. Г. Зорина, Е. В. Федорова // Изв. вузов. Ядерная энергетика. — 2004. — № 4. — С. 3–11.
5. Зорина, Т. Г. Диагностика стратегических сегментов энергетического рынка Минска и Минской области / Т. Г. Зорина // Белорус. экономика: анализ, прогноз, регулирование. — 2005. — № 7(97). — С. 22–26.
6. Зорина, Т. Г. Реализация стратегического подхода к сегментации энергетического рынка Минской области / Т. Г. Зорина // Вести ин-та соврем. знаний. — 2005. — № 1(22). — С. 36–41.

7. Зорина, Т. Г. Распределенное производство энергии / Т. Г. Зорина // Наука и инновации. — 2013. — № 8(126). — С. 11–16.

8. Зорина, Т. Г. Совершенствование тарифной политики на тепловую и электрическую энергию на основе прогноза развития системы электрогенерирующих источников Республики Беларусь / Т. Г. Зорина, С. Н. Никитин, И. С. Филютюч // Гуманитар.-экан. весн. — 2013. — № 2(56). — С. 105–114.

9. Зорина, Т. Г. Разработка стратегии развития энергетической системы Республики Беларусь на основе модели оптимального планирования энергопроизводства с нечеткими параметрами / Т. Г. Зорина, И. В. Кашникова // Экономика и упр. — 2013. — № 4(36). — С. 49–53.

10. Зорина, Т. Г. Создание модульных комплексов, комбинирующих генерацию разных видов энергии, как направление развития малой энергетики в Республике Беларусь / Т. Г. Зорина // Аграр. экономика. — 2014. — № 1(224). — С. 39–47.

11. Зорина, Т. Г. Концептуальные основы устойчивого развития энергетики в современных условиях / Т. Г. Зорина // Труд, профсоюзы, общество. — 2015. — № 2. — С. 26–29.

12. Зорина, Т. Г. Устойчивое развитие энергетики: сущность и методические подходы к оценке / Т. Г. Зорина // Соврем. технологии упр. — 2015. — № 1(49). — С. 27–38.

13. Зорина, Т. Г. Внедрение дифференцированных тарифов на электрическую энергию по временным периодам / Т. Г. Зорина // Гуманитар.-экан. весн. — 2015. — № 2. — С. 78–85.

14. Зорина, Т. Г. Интеграция белорусской АЭС в энергосистему: влияние на национальную безопасность и экономическое развитие / Т. Г. Зорина, В. А. Рак, В. А. Ткачев, Е. С. Шершунович // Экономика и упр. — 2015. — № 4(44). — С. 60–65.

15. Зорина, Т. Г. Оценка влияния различных видов затрат на устойчивое развитие электроэнергетики Республики Беларусь / С. А. Александрович, Т. Г. Зорина, Е. С. Шершунович // Труд, профсоюзы, о-во. — 2016. — № 1(51). — С. 10–16.

16. Зорина, Т. Г. Моделирование стратегий достижения устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь: сценарный подход / Т. Г. Зорина // Экономика и упр. — 2016. — № 1(45). — С. 21–25.

17. Зорина, Т. Г. Устойчивое развитие в энергетике: сущность, принципы и методика оценки [Электронный ресурс] / Т. Г. Зорина // Моск. экон. журн. — 2016. — № 2. — Режим доступа: <http://qe.su/upravlenie-predpriyatim/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-2-2016-13/>. — Дата доступа: 20.06.2016.

18. Зорина, Т. Г. Сравнительный анализ устойчивого энергетического развития России, Беларуси, Украины, Латвии, Польши / Т. Г. Зорина // Соврем. экономика: проблемы и решения. — 2016. — № 3. — С. 65–77.

19. Зорина, Т. Г. Использование концепции устойчивого развития в энергетике / Т. Г. Зорина // Весн. Беларус. дзярж. экан. ун-та. — 2016. — № 2(115). — С. 24–30.

20. Зорина, Т. Г. Организационно-экономические условия развития электроэнергетики в Беларуси / Т. Г. Зорина // Наука и инновации. — 2016. — № 6. — С. 41–46.

21. Зорина, Т. Г. Устойчивое энергетическое развитие: сущность, предпосылки, критерии, принципы и методика оценки / Т. Г. Зорина // Вестн. Всерос. науч.-исслед. ин-та электрификации сельского хозяйства. — 2016. — № 2. — С. 95–101.

22. Зорина, Т. Г. Особенности функционирования энергосистемы Республики Беларусь с точки зрения готовности к формированию оптового рынка электрической энергии / Т. Г. Зорина, Е. С. Шершунович // ИППОКРЕНА. — 2016. — № 1(28). — С. 88–99.

*Статьи в сборниках научных трудов и статей*

23. Зорина, Т. Г. Особенности функционирования топливно-энергетического комплекса Республики Беларусь / Т. Г. Зорина // Менеджмент и маркетинг: опыт и проблемы : сб. науч. тр. / Белорус. гос. экон. ун-т ; под общ. ред. И. Л. Акулича. — Минск, 2002. — С. 100–103.

24. Зорина, Т. Г. Сравнительный анализ существующих моделей энергетического рынка / Т. Г. Зорина // Менеджмент и маркетинг: опыт и проблемы : сб. науч. тр. / Белорус. гос. экон. ун-т ; под общ. ред. И. Л. Акулича. — Минск, 2003. — С. 102–106.

25. Зорина, Т. Г. Стратегическое позиционирование субъектов энергетического рынка г. Минска и Минской области / Т. Г. Зорина // Научные труды Государственного института управления и социальных технологий БГУ / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: П. И. Бригадин [и др.]. — Минск, 2007. — С. 292–305.

26. Зорина, Т. Г. Энергетика в концепте устойчивого развития государства / Т. Г. Зорина // Менеджмент и маркетинг: опыт и проблемы : сб. науч. тр. / Белорус. гос. экон. ун-т ; под общ. ред. И. Л. Акулича. — Минск, 2014. — С. 160–166.

27. Зорина, Т. Г. Возможности развития гидроэнергетики в Республике Беларусь / Т. Г. Зорина // Менеджмент и маркетинг: опыт и проблемы : сб. науч. тр. / Белорус. гос. экон. ун-т ; под общ. ред. И. Л. Акулича. — Минск, 2015. — С. 176–179.

28. Зорина, Т. Г. Устойчивое развитие энергетики государства: индекс энергетического развития / Т. Г. Зорина // Науч. тр. / Белорус. гос. экон. ун-т. — Минск, 2015. — Вып. 8. — С. 144–151.



29. Zoryna, T. Problems of Nuclear Power Plant Integration into Belarusian Power System / T. Zoryna, A. Mikhalevich // International Conference on Problems of Critical Infrastructures : 6<sup>th</sup> Conf. of International Institute for Critical Infrastructures, St. Petersburg, 25–27 June 2015 / St. Peterburg Energy Inst. of Advanced Training ; ed. by Z. A. Styczynski and N. I. Voropai. — Irkutsk, 2015. — P. 85–90.

30. Зорина, Т. Г. Управление устойчивым развитием трансграничных территорий: оценка Польши, Беларуси и Украины посредством индекса энергетической устойчивости / Т. Г. Зорина // Институциональные основы трансграничного предпринимательства : сб. науч. ст. : в 2 т. / Гос. высш. шк. им. Папы Римского Иоанна Павла II ; под ред.: Т. Селюк, К. Сверчевска-Петрас, М. Пыра. — Бяла-Подляска, 2015. — Т. 2. — С. 64–70.

31. Зорина, Т. Г. Индекс устойчивого энергетического развития в системе международных индикаторов / Т. Г. Зорина // Науч. тр. / Белорус. гос. экон. ун-т. — Минск, 2016. — Вып. 9. — С. 144–150.

32. Зорина, Т. Г. Методический подход к оценке устойчивого развития энергетики / Т. Г. Зорина // Продовольственная самодостаточность региона в условиях импортозамещения: вопросы теории и практики : сб. науч. ст. / Татар. ин-т переподготовки кадров агробизнеса ; редкол.: Н. М. Якушкин [и др.]. — Казань, 2016. — Вып. 10. — С. 46–52.

#### *Материалы конференций*

33. Зорина, Т. Г. Прогнозирование развития белорусской энергетической системы / Т. Г. Зорина // Теоретические и прикладные проблемы маркетинга : материалы междунар. науч.-практ. конф., Иркутск, 20–22 апр. 2004 г. / Байкал. гос. ун-т экономики и права ; под ред. Н. В. Поляковой. — Иркутск, 2004. — С. 323–327.

34. Зорина, Т. Г. Реформирование энергетической системы Республики Беларусь / Т. Г. Зорина, В. С. Зеньков // Теория и практика менеджмента и маркетинга : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 30–31 мая 2005 г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; под общ. ред. проф. И. Л. Акулича. — Минск, 2005. — С. 104–105.

35. Зорина, Т. Г. Построение сценариев развития топливно-энергетического комплекса с помощью программы MESSAGE / Т. Г. Зорина, И. В. Иванова // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития в регионе ЦЕИ : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20–21 окт. 2005 г. : в 4 т. / Науч.-исслед. экон. ин-т М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: С. С. Полоник [и др.]. — Минск, 2005. — Т. 3. — С. 187–189.

36. Зорина, Т. Г. Анализ основных тенденций функционирования белорусской электроэнергетики / Т. Г. Зорина // Актуальные проблемы современной экономики : материалы респ. конф. молодых ученых, Минск, 25 нояб. 2005 г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В. Н. Шимов [и др.]. — Минск, 2006. — Вып. 3. — С. 126–128.

37. Зорина, Т. Г. Возможности развития электроэнергетики Республики Беларусь / Т. Г. Зорина // Теория и практика менеджмента и маркетинга : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 1–2 июня 2006 г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; под общ. ред. проф. И. Л. Акулича. — Минск, 2006. — С. 117–118.

38. Zoryna, T. Strategic segmentation of electricity market / T. Zoryna // Integration science and technology for a sustainable and secure future: energy, environment, informatics and human health : Book of abstracts of Humboldt Kolleg, Minsk, 15–18 May 2008 / JIPNR — Sosny NAS Belarus. — Minsk, 2008. — P. 114–116.

39. Zoryna, T. Strengthening of Energy Security on the Basis of Sustainable Energy Systems Modeling / T. Zoryna, S. Levchenko // Sciences, Engineering, and Humanities for the Energy World : Book of abstracts of Humboldt Kolleg, Odessa, 27–30 May 2009 / IRCE. — Odessa, 2009. — P. 41–43.

40. Зорина, Т. Г. Укрепление энергетической безопасности на основе устойчивого моделирования энергетических систем / Т. Г. Зорина // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития : материалы X Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 15–16 окт. 2009 г. : в 4 т. / Науч.-исслед. экон. ин-т М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: С. С. Полоник [и др.]. — Минск, 2009. — Т. 3. — С. 16–18.

41. Zoryna, T. Simulation Veracity at Construction Long-term Energy Systems Modelling / T. Zoryna, S. Levchenko // Integrating Science and Technology for Sustainable Energy Development as Basis for Secure Future : Book of abstracts of Humboldt Kolleg, Minsk, 3–8 June 2010 / HMTI NAS Belarus. — Minsk, 2010. — P. 13–15.

42. Zoryna, T. Scenarios of the Belarus Electricity Generation System Development / I. Filiutich, S. Nikitsin, T. Zoryna // Energy Economy, Policies and Supply Security: Surviving the Global Economic Crisis : Book of abstracts of 11th IAEE European Conference, Vilnius, 25–28 Aug. 2010. — Vilnius, 2010. — P. 399–401.

43. Zoryna, T. Forecasting of Belarusian Power Engineering Development on the Basis of Sustainable Systems Modeling / T. Zoryna // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития : материалы XIII Междунар. науч. конф., Минск, 25–26 окт. 2012 г. : в 3 т. / Науч.-исслед. экон. ин-т М-ва экономики Респ. Беларусь ; редкол.: А. В. Червяков [и др.]. — Минск, 2012. — Т. 2. — С. 215–216.

44. Зорина, Т. Г. Комбинированное использование возобновляемых источников энергии как направление повышения энергоэффективности / Т. Г. Зори-

на // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15–16 мая 2013 г. : в 2 т. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В. Н. Шимов [и др.]. — Минск, 2013. — Т. 1. — С. 176–177.

45. Зорина, Т. Г. Диверсификация источников энергии как фактор повышения устойчивости функционирования энергосистемы Республики Беларусь / Т. Г. Зорина, Е. С. Шершунович // Современные тенденции развития теории и практики управления в России и за рубежом : материалы II (VII) Междунар. науч.-практ. конф., Ставрополь, 5–9 дек. 2013 г. / Сев.-Кавказ. федер. ун-т ; под ред. Л. И. Ушвицкого. — Ставрополь, 2013. — Ч. 1. — С. 34–39.

46. Зорина, Т. Г. Развитие энергетической отрасли: страны Таможенного союза в контексте мировых тенденций использования энергоресурсов [Электронный ресурс] / Т. Г. Зорина // Современные технологии управления — 2014 : материалы междунар. науч. конф., Москва, 14–15 июля 2014 г. / Междунар. центр науч.-исслед. проектов и журнал «Соврем. технологии упр.» ; под ред. А. Я. Кибанова. — Киров, 2014. — С. 1579–1591. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

47. Зорина, Т. Г. Стратегии устойчивого развития энергетики: анализ мировых тенденций, проблемы и пути решения, прикладные аспекты использования в сельском хозяйстве / Т. Г. Зорина // АПК Беларуси: новейшие вызовы региональной и международной интеграции : материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 4–5 сент. 2014 г. / Ин-т систем. исслед. в АПК Нац. акад. наук Беларуси ; под ред. В. Г. Гусакова. — Минск, 2015. — С. 123–130.

48. Zoryna, T. Energy Resources Use for Electricity Production: World Trends / T. Zoryna // Наука и технология как основы модернизации для будущего устойчивого развития : материалы науч.-техн. конф. им. А. Гумбольдта, Минск, 18–21 сент. 2014 г. : сб. тез. / ИТМО ; редкол.: С. А. Левченко, Е. А. Кузей. — Минск, 2014. — С. 15–17.

49. Зорина, Т. Г. Анализ мирового опыта реализации стратегий устойчивого развития энергетики / Т. Г. Зорина // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25–26 сент. 2014 г. : в 2 т. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В. Н. Шимов [и др.]. — Минск, 2014. — Т. 1. — С. 164–166.

50. Zoryna, T. Sustainable energy development: countries and strategies / T. Zoryna // Sustainable Energy Policy and Strategies for Europe : 14th International Association for Energy Economics European Conf., Rome, 28–31 Oct. 2014 / Associazione Italiana Economisti dell'energia ; ed. C. A. Bollino. — Rome, 2014. — P. 278–281.

51. Зорина, Т. Г. Экономический механизм устойчивого энергетического развития: теоретические предпосылки / Т. Г. Зорина // Современные модели развития в аспекте глобализации: мировой опыт, российские реалии, тенденции

и перспективы в экономике, управлении проектами, педагогике, праве, истории, культурологии, искусствоведении, языкознании, журналистике, природопользовании, растениеводстве, биологии, зоологии, химии, политологии, психологии, демографии, медицине, филологии, философии, социологии, математике, технике, физике, информатике, градостроительстве : материалы междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 14–15 авг. 2015 г. / С.-Петерб. ин-т пректного менеджмента. — СПб., 2015. — С. 60–64.

52. Зорина, Т. Г. Формирование экономического механизма устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь / Т. Г. Зорина // Устойчивое развитие экономики промышленных предприятий : материалы междунар. науч.-практ. конф., Нижний Новгород, 25 нояб. 2015 г. — Н. Новгород, 2015. — С. 53–58.

53. Зорина, Т. Г. Синхронизация оптовых рынков электрической энергии и мощности Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации / Т. Г. Зорина, Е. В. Шершунович // Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Астана, 17 марта 2016 г. / Евраз. нац. ун-т им. Л. Н. Гумилева ; редкол.: А. А. Талтенов (пред.) [и др.]. — Астана, 2016. — Ч. 1. — С. 200–203.

## РЭЗІЮМЭ

Зорына Таццяна Генадзьеўна

### Устойлівае энергетычнае развіццё Рэспублікі Беларусь: тэорыя, метадалогія, эканамічны механізм

**Ключавыя словы:** канцэпцыя ўстойлівага развіцця, устойлівае энергетычнае развіццё, дыягностыка, індэксны метада, мадэляванне, стратэгія, эканамічны механізм.

**Мэта даследавання:** навуковае абгрунтаванне і распрацоўка тэорыі і метадалогіі ўстойлівага энергетычнага развіцця, эканамічнага механізму яго дасягнення ў сучасных умовах нацыянальнай эканомікі Рэспублікі Беларусь.

**Метады даследавання:** сістэмны падыход і сінэргетыка, эвалюцыйна-інстытуцыянальная тэорыя развіцця эканомікі, фундаментальныя тэорыі логікі, эканамічнага аналізу і кіравання, метады эканоміка-матэматычнага мадэлявання, статыстычныя метады, метады фактарнага аналізу.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** навуковая навізна дысертацыйнага даследавання заключаецца ў наступным: сфармуляваны перадумовы і абгрунтавана тэорыя ўстойлівага энергетычнага развіцця; распрацаваны метадалогія комплекснай ацэнкі ўстойлівага энергетычнага развіцця і сістэма канкрэтных метадыка яго дыягностыкі на рэгіянальным і галіновым узроўнях; прапанавана шматузроўневая класіфікацыя напрамкаў дасягнення ўстойлівага развіцця энергетыкі, на яе аснове абгрунтавана метадыка іх выбару з выкарыстаннем кластарнага і дыскрымінантнага аналізу; распрацаваны эканамічны механізм дасягнення ўстойлівага развіцця электраэнергетыкі; прапанаваны комплекс рэкамендацый, уключаючы метадыкі, якія садзейнічаюць рэалізацыі напрамкаў ўстойлівага развіцця электраэнергетыкі Рэспублікі Беларусь.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** навуковыя распрацоўкі і прапановы, якія з'яўляюцца вынікамі даследавання, дазваляюць павысіць узровень ўстойлівага энергетычнага развіцця Рэспублікі Беларусь.

Асобныя палажэнні дысертацыі ўкаранены ў практыку ДВА «Белэнерга», СТАА «ТДФ Экатэх», СЗАТ «ТДФ Экатэх Лань», ТАА «Іррыдзіо», УП «Іррыдзіо Мотарс», ТАА «Іррыдзіо АТМ Інжынірынг», філіял «Барысаўскія электрычныя сеткі» РУП «Мінскэнерга», што пацвярджаецца актамі ўкаранення і даведкамі аб прыняцці да выкарыстання.

**Вобласць ужывання:** энергетычная палітыка, гаспадарчая дзейнасць прадпрыемстваў энергетыкі, вучэбная і навуковая дзейнасць.

## РЕЗЮМЕ

Зорина Татьяна Геннадьевна

### **Устойчивое энергетическое развитие Республики Беларусь: теория, методология, экономический механизм**

**Ключевые слова:** концепция устойчивого развития, устойчивое энергетическое развитие, диагностика, индексный метод, моделирование, стратегия, экономический механизм.

**Цель исследования:** научное обоснование и разработка теории и методологии устойчивого энергетического развития, экономического механизма его достижения в современных условиях национальной экономики Республики Беларусь.

**Методы исследования:** системный подход и синергетика, эволюционно-институциональная теория развития экономики, фундаментальные теории логики, экономического анализа и управления, методы экономико-математического моделирования, статистические методы, методы факторного анализа.

**Полученные результаты и их новизна:** научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем: сформулированы предпосылки и обоснована теория устойчивого энергетического развития; разработаны методология комплексной оценки устойчивого энергетического развития и система конкретных методик его диагностики на региональном и отраслевом уровнях; предложена многоуровневая классификация направлений достижения устойчивого развития энергетики, на ее основе обоснована методика их выбора с использованием кластерного и дискриминантного анализа; разработан экономический механизм достижения устойчивого развития электроэнергетики; предложен комплекс рекомендаций, включая методики, содействующие реализации направлений устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь.

**Рекомендации по использованию:** научные разработки и предложения, являющиеся результатами исследования, позволяют повысить уровень устойчивого энергетического развития Республики Беларусь.

Отдельные положения диссертации внедрены в практику ГПО «Белэнерго», СООО «ТДФ Экотех», СЗАО «ТДФ Экотех Лань», ООО «Ирридио», УП «Ирридио Моторс», ООО «Ирридио АТМ Инжиниринг», филиал «Борисовские электрические сети» РУП «Минскэнерго», что подтверждается актами внедрения и справками о принятии к использованию.

**Область применения:** энергетическая политика, хозяйственная деятельность предприятий энергетики, учебная и научная деятельность.

## SUMMARY

Zoryna Tatsiana Genadz'euna

### **Sustainable energy development of the Republic of Belarus: theory, methodology, economic mechanism**

**Key words:** concept of sustainable development, sustainable energy development, diagnostics, index method, simulation, strategy, economic mechanism.

**Research objective:** scientific basis and development of the theory and methodology of sustainable energy development, economic mechanism of its achievement in the current conditions of the national economy of the Republic of Belarus.

**Research methods:** system approach and synergetics, evolutionary and institutional theory of the economy development, fundamental theories of logic, economic analysis and management, methods of mathematical modelling in economics, statistical methods, methods of the factorial analysis.

**The received results and their novelty:** the scientific novelty of the thesis research lies in the following: formulated assumptions and unsubstantiated theory of sustainable energy development; the methodology of the complex assessment of the sustainable energy development and the system of concrete methods to diagnose it at the regional and industry levels are developed; multilevel classification of the directions achievements of the energy sector sustainable development is offered and on its basis the method of their choice with the use of the cluster and discriminant analysis is proved; the economic mechanism achievements of the power industry sustainable development is worked out; the complex of recommendations, including methods which stimulate implementation of the directions of the power industry sustainable development of the Republic of Belarus is offered.

**Recommendations about:** the scientific research results and recommendations which are the conclusions of research allow increasing the level of the sustainable energy development of the Republic of Belarus.

Separate provisions of the thesis are implemented by SPA "Belenergo", JLLC "TDF of Ecotech", CJSC "TDF of Ecotech Lan", LLC "Irridio", UE "Irridio Motors", LLC "Irridio ATM Engineering", "Borisov Electricity Network" the branch of RUE "Minskenergo" that is confirmed by implementation documents and certificates of acceptance to use.

**Sphere of use:** the application sphere is energy policy, economic activity of the energy industry enterprises, educational and scientific activity.

Редактор *Е.Г. Сазончик*  
Корректор *Т.В. Скрипко*  
Технический редактор *О.В. Бордашева*  
Компьютерный дизайн *О.Н. Белезяк*

Подписано в печать 23.11.2016. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.  
Офсетная печать. Усл. печ. л. 2,8. Уч.-изд. л. 3,1. Тираж 66 экз. Заказ

УО «Белорусский государственный экономический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/299 от 22.04.2014.  
220070, Минск, просп. Партизанский, 26.

Отпечатано в УО «Белорусский государственный экономический университет».  
Лицензия полиграфическая № 02330/210 от 14.04.2014.  
220070, Минск, просп. Партизанский, 26.