

На правах рукописи



Квасов Иван Андреевич

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ПУТЕМ
ЦИФРОВИЗАЦИИ И ВЗАИМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ:
МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством: экономика,
организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами
(промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора экономических наук

Научный консультант
Доктор экономических наук, профессор
Мосейкин Ю.Н.

Москва - 2019

Диссертация выполнена на кафедре национальной экономики ФГАОУ ВО
«Российский университет дружбы народов» (РУДН)

Научный консультант	Мосейкин Юрий Никитович доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета, заведующий кафедрой национальной экономики РУДН
Официальные оппоненты	Епифанов Виктор Александрович доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента в энергетике и промышленности ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (Московский энергетический институт) Лясников Николай Васильевич доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник института управления и регионального развития Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации Сизова Ирина Юрьевна доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, финансов и бухгалтерского учета ФГБОУ ВО Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева
Ведущая организация:	ФГБОУ ВО Государственный университет управления (ГУУ)

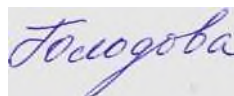
Защита состоится «23» октября 2019 г. в 14.00 на заседании диссертационного совета Д 999.205.02 при ФГАОУ ВО «Московский государственный институт международных отношений Министерства иностранных дел Российской Федерации» (МГИМО) и ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН) по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, зал 1.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке РУДН и МГИМО по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6 и 119454, г. Москва, проспект Вернадского, д. 76.

Объявление о защите и текст автореферата размещены на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации и на сайте РУДН.

Автореферат разослан «14» августа 2019 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 999.205.02



Ж.Г. Голодова

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования.

Сформулированные Президентом РФ Путиным В.В. принципы перехода РФ на цифровую экономику, необходимость, в этой связи, новой технологической революции, формирующей, по сути, новый экономический уклад требует достойного экономического обоснования, раскрытия практических механизмов и методов реализации поставленных задач. Ключевым элементом проблемы является, на наш взгляд, резкое повышение эффективности и устойчивости работы отраслей и предприятий, что возможно лишь при использовании принципиально новых подходов, способов производства и управления, механизмов их практической реализации.

Новая стратегия развития энергетики России рассматривает отрасль не как «локомотив», а «стимулирующая инфраструктура», обеспечивающая энергетическую интеграцию регионов и их комплексно-устойчивое развитие. Как следствие вытекает ориентация на сдержанность энергопотребления из-за снижения темпов роста ВВП и необходимости снижения тарифов путем внедрения энергоэффективных мероприятий. Энергетическая политика переориентируется от ресурсно-сырьевого варианта к ресурсно-инновационному развитию, что позволяет во главу угла поставить проблему не количественного увеличения показателей, а качественное изменение структуры производства и энергопотребления с акцентом на экономическую доступность энергоносителей и теплоэнергии. Кроме того, стратегические цели развития энергетики неоднозначны - с одной стороны они глобальны и реализуются через мега-проекты, включая создание Центральноазиатских инвестиционных и энергетических хабов. С другой стороны наблюдается явная регионализация, связанная с необходимостью эффективного энерго- теплоснабжения автономных регионов, районов, предприятий, а также со стремлением избавиться от «вынужденной» генерации.

Огромная территория с относительно малочисленным населением, как в России, так и Казахстане, делает необходимым осуществление заявленных экономических целей развития страны, ЕАЭС путем реализации мега-проектов (инфраструктурных, энергетических, транспортных). Одним из таких мега-проектов является развитие «распределенной» энергетики, напрямую решающей проблемы ЖКХ и энергоснабжение автономных районов.

Новые интеграционные процессы, участие РФ в ЕАЭС и БРИКС, экономической программе «Шелкового пути», а также введение санкций, кризисные явления – все это заставляет по новому осмыслить развитие энергетики, использовать опыт ГЧП, корпоративного развития, включая экономический механизм «тройной спирали», новые источники финансирования, обмен современными инновационными технологиями.

Объекты энергетики являются одними из главных загрязнителей окружающей среды - отсюда неотложная необходимость снизить это вредное воздействие, наряду с открывающейся возможностью участвовать в продаже квот на выбросы парниковых газов (ПГ), что предусмотрено Парижскими

соглашениями по изменению климата. Эти обстоятельства и определяют актуальность темы настоящего исследования, ее научную новизну и практическую значимость.

Изученность проблемы. Проблема повышения эффективности – одна из ключевых в экономике. Она многогранна, имеет много аспектов, обычно при ее анализе выделяют определяющие, на взгляд исследователя, факторы и их анализируют, сопоставляют и строят теоретические модели и прогнозы.

Разрабатываемая в работе методология опирается на теоретические разработки по естественному и технологическому разделению труда, использованию элементов «цифровой экономики», обосновывающей комплексный - производственный и управленческий подход, и в рамках многофакторной модели, учитывает огромное количество значимых факторов.

Теоретические подходы к оценке эффективности достаточно подробно изложены в работах А.Г. Аганбегяна, О.В. Демьяновой, Г.Б. Клейнера, Б.Л. Кузнецова, Б.З. Мильнера, О.Л. Стэнфорда и др.

Практические, прикладные модели роста экономики в современных условиях приведены в работах С.Ю. Глазьева, А.А. Дынкина, М.В. Ковальчука, А.Л. Кудрина, В.М. Матюшка, Б.Ю. Титова, В.М. Полтеровича и др.

Многочисленные аспекты устойчивого развития анализировались в исследованиях Т.А. Акимовой, Д.М. Гвишиани, А.Г. Гранберга, И.Г. Животовской, О.Л. Кузнецова, Ю.Н. Мосейкина, А.Д. Урсула и др.

Современное состояние и перспективы развития энергетики, включая альтернативную, возобновляемую и распределенную, излагаются в многочисленных публикациях таких ученых как А.Е. Копылов, В.В. Молодюк, С. Никитин, В. Сидорович, В.В. Смирнов и др.

Огромный объем информации, связанной с разработкой и реализацией различных вариантов и аспектов цифровой экономики, приведены в публикациях В.Б. Бетелина, В. Вальстера, А.П. Добрынина, Т. Питерса, О.А. Усковой, М. Шеховцева и др.

Несмотря на большое количество разного рода рекомендаций и методологических разработок проблема повышения эффективности в энергетике в условиях кризиса, спада экономики, наличия санкций, внедрения новых «сквозных» технологий, «цифровизации» требует формирования новых подходов и механизмов их реализации.

Обзор и анализ имеющихся разработок показал необходимость и востребованность разработки новой методологии оценки эффективности и устойчивости развития энергетики.

Идея работы. Глобальные изменения в мировой экономике, обусловленные 4-ой промышленной революцией и связанные с развитием ИКТ, робототехники, так называемыми «закрывающими» технологиями – сверхэффективными, но дешевыми и простыми, кардинально меняют подходы к оценке эффективности. Появилась возможность существенного повышения эффективности производства и инвестиций в электроэнергетику за счет

взаимной интеграции и цифровизации производственных и управленческих технологий.

Цель – разработать методологию повышения эффективности электроэнергетики за счет реализации элементов технологического разделения труда, Платформы «Индустрия 4.0», внедрения триады взаимноинтегрированных инновационных производственных и управленческих технологий с оценкой эффективности в схеме инвестиционного проекта.

Задачи работы:

- обосновать повышение экономической эффективности за счет инвестирования в материальные и нематериальные активы, внедрения инновационных энергосберегающих технологий, компьютерных и SMART – технологий в производственную сферу и управление;
- провести критический анализ состояния электроэнергетики, наметить и оценить перспективы и направления ее развития;
- оценить подходы к разработке инновационных проектов и предложить критерии оценки их работоспособности;
- выявить и оценить факторы, дополняющие существующую систему технологического разделение труда и в рамках «цифровой экономики» представить концепцию организации производственного процесса;
- разработать многокритериальную модель принятия инвестиционных и управленческих решений;
- предложить экономические механизмы оценки и внедрения инновационных инвестиционных программ в электроэнергетику;
- разработать методологию повышения эффективности путем внедрения инновационных экологически чистых, информационных и автоматизированных технологий в сферу производства и управления, выявить условия их применения.

Объект исследования – электроэнергетический комплекс, основные факторы, дополняющие существующую систему разделения труда в энергетике и формирующие ее эффективность

Предмет исследования - системы функциональной и технологической взаимосвязи, интегрирующие производственные и управленческие технологии, определяющие эффективность энергетических процессов.

Область исследования – экономика электроэнергетического комплекса Российской Федерации в условиях новой технологической волны, цифровизации, внедрения принципов и подходов концепции «Индустрия 4.0»

Научная новизна результатов исследования заключается в разработке принципов, алгоритмов и инструментов управления повышением эффективности электроэнергетической системы, основанных на механизме «тройной спирали», цифровых, управленческих и производственных технологиях.

К наиболее важным научным результатам, характеризующим новизну исследования, относятся следующие:

1. Предложена современная авторская трактовка технологического разделения труда, выделены технологические факторы повышения эффективности производства, объединенные в триаду взаимноинтегрированных технологий.

2. Разработаны концепция повышения эффективности и методика принятия оптимальных решений применительно к многоуровневым и многокритериальным системам.

3. Предложена оценка инвестиционной привлекательности регионов, как элемент обоснования размещения объектов генерации электро- и теплоэнергии.

4. Создана концепция многообъектной модели принятия решений, основанная на объектно-ориентированном подходе (ООП). Модель оптимально подходит для использования в многоуровневых организационных структурах, позволяя осуществлять гибкий переход от целей одних участников к целям других, меняя критерии оценки на различных уровнях.

5. Разработана методика определения потребности в электро- и теплоэнергии на перспективу, основанная на показателях учитываемых в индикативном планировании. Данный подход позволяет осуществить расчет в условиях структурной перестройки и кризиса.

6. Разработана методология повышения эффективности электроэнергетики путем принятия оптимальных управленческих и инвестиционных решений, основанная на применении киберфизических систем, математическом моделировании и цифровизации технологических и управленческих процессов. Принципиально предлагаемая методология отличается платформенным подходом к проблеме; реализацией триады технологий: производственных, автоматизированных, управленческих; многокритериальным выбором оптимального варианта.

7. Научно-практические рекомендации по реализации предложенной методологии и оценке ее эффективности.

8. На основе методологии осуществлена экологическая оценка предлагаемых мероприятий и выбор оптимальной схемы реализации природоохранных мероприятий для административного района или отдельного предприятия.

Теоретической значимостью диссертационной работы являются разработанные автором концептуальные положения разделения труда и факторы, дополняющие существующую систему разделения труда, интегрирующие технологические и управленческие процессы на базе современных информационных технологий, в том числе: методика выявления и оценки факторов, определяющих процессы эффективности и устойчивого развития отрасли; блоковый подход повышения эффективности традиционной пылеугольной энергетики; рекомендации по управлению производственными процессами, позволяющие создавать и оптимизировать модели, в которых конечные экономические показатели являются функцией, а аргументами – технологические параметры сырья, реагентов, материалов и энергоресурсов.

Практическая значимость. Результаты работы предназначены для использования при разработке и обосновании стратегии (концепции) развития электроэнергетики областей и регионов, разработке концепции развития распределенной энергетики РФ и объединенной энергосистемы Евразийского Союза, обоснования экономической эффективности использования ВИЭ страны, регионов, районов, обоснования внедрения новых технологий SMART управления и инновационных природоохранных технологий.

На основе детального анализа состояния и перспектив электроэнергетического комплекса РФ доказано, что стратегическими приоритетами его развития должны стать модернизация существующих генерирующих мощностей и сетей, повышение энергоэффективности, снижение вредного воздействия на окружающую среду, а не экстенсивный подход, основанный на строительстве новых объектов. Это втрое рентабельней. Замена выбывающих, и тех энергоисточников, модернизация которых нерациональна, должна осуществляться с помощью ВИЭ и распределенной генерации, что обусловлено требованиями экологизации промышленности и концепцией Устойчивого развития.

Информационная база исследования включает:

- официальные статистические материалы по вопросам экономического, социального, финансового, инновационного, инвестиционного развития экономики, эффективности производства отраслей народного хозяйства, содержащиеся в изданиях Росстата и Комитета по Статистике Республики Казахстан, региональных служб статистики, материалы международных, национальных и региональных экономических исследований;
- материалы, опубликованные в отечественных и зарубежных монографиях, научных журналах и периодических изданиях, размещенных на сайтах авторитетных учреждений и организаций;
- законодательные и нормативные акты Российской Федерации, Указы Президента, федеральные и региональные программы, концепции по повышению эффективности и устойчивого развития, независимые информационные источники.

Обоснованность и достоверность результатов исследования обуславливается применением общенаучных методов познания (абстрактно-логического, диалектического, индукционного и дедукционного), а также специальных методов исследования (моделирования, инвестиционного и экономического анализа, структурного и объектно-ориентированного анализа), патентами и свидетельствами о регистрации программ ЭВМ.

Соответствие паспорта специальности ВАК:

Диссертация соответствует следующим пунктам Паспорта специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством:

1.1.18. Проблемы повышения энергетической безопасности и экономически устойчивого развития ТЭК. Энергоэффективность.

1.1.19. Методологические и методические подходы к решению проблем в области экономики, организации управления отраслями и предприятиями топливно-энергетического комплекса.

1.1.20. Состояние и перспективы развития отраслей топливно-энергетического, машиностроительного, металлургического комплексов.

1.1.21. Состояние и основные направления инвестиционной политики в топливно-энергетическом, машиностроительном и металлургическом комплексах.

Апробация и внедрение результатов исследования. Результаты исследования докладывались на международных конференциях: Современные проблемы, тенденции и перспективы управления региональными социально-экономическими системами (Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ВКГТУ, 2002г.); Компьютерные технологии в технике и экономике (г. Воронеж, 2007г.); Информационно-коммуникационные технологии как основной фактор развития инновационного общества (Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ВКГТУ, 2007г.); Наш общий дом – Алтай. Международное партнерство: наука, экономика, образование, культура, туризм (Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ВКГТУ, 2008г.); Модернизация экономики и общества и инновационный путь развития России. Правовые аспекты социально-экономических изменений в обществе (г. Москва, СФГА, 2010г.); Проблемы формирования единого информационного поля как основы социально-экономического развития территории (г. Сургут, Сургутский гос. ун-т, 2012г.); Развитие информационных образовательных технологий (г. Москва, 2016г.); Антикризисное управление в условиях развития цифровой экономики (г. Москва, ИЭАУ, 2018г.); Россия и мир: развитие цивилизаций. Трансформация политических ландшафтов за период 1999-2019 годы (г. Москва, Институт мировых цивилизаций, 2019г.); Государство и бизнес: современные проблемы и векторы антикризисного развития (г. Москва, ИЭАУ, 2019г.).

Теоретические и методические разработки диссертации используются в Министерстве промышленности и энергетики Алтайского края; Оренбургском филиале АО «ЭнергосбыТ Плюс», Казахстанско-французской фирме ТОО «Лаборатория альтернативной энергетики», а также в учебный процесс в НАНО ВО «Институт мировых цивилизаций» и АНО ВО «Институт экономики и антикризисного управления».

Публикации. Опубликовано 53 научные работы, общим объемом 111,8 п.л., из них авторских 82,1 п.л. По теме диссертации опубликованы 43 научные работы (83,2 п.л. / 64,3 п.л.): 38 статей в научных журналах (19,7 п.л. / 12,8 п.л.), из которых 22 – в периодических изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных журналов и изданий ВАК Минобрнауки России (10,9 п.л. / 7,2 п.л.), 5 монографий (63,5 п.л. / 51,5 п.л.).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (286 источников) и приложений.

Диссертация изложена на 330 страницах (19 таблиц и 124 рисунка) основного текста.

Во *введении* обосновывается актуальность темы, сформулирована проблема исследования, определена степень ее разработанности, выделены объект и предмет исследования, поставлены цель и основные задачи, представлена теоретико-методологическая основа исследования, научная новизна и практическая значимость, приведены сведения о внедрении и реализации полученных результатов исследования.

В *первой главе* рассмотрены вопросы эффективности в экономике и электроэнергетике, выявлены и оценены факторы, предопределяющие их рост, взаимосвязь экономики и электроэнергетики. Выявлены приоритеты, определяющие тенденции экономического развития и технологический прорыв, а также современные тенденции развития электроэнергетики, обоснована необходимость повышения ее эффективности

Во *второй главе* проведена оценка, совместное ранжирование регионов Российской Федерации и Республики Казахстан по инвестиционной привлекательности, представлена авторская многофакторная модель инвестиционной привлекательности регионов. Также разработан экономический механизм регулирования выбросов парниковых газов объектами энергетики.

В *третьей главе* представлены особенности системного принятия решений в рамках многокритериального выбора, методика расчета потребности в электро- и теплотребления для объектов распределенной электроэнергетики, механизм применения SMART технологий при решении экономических задач, а также алгоритм учета рисков при принятии инвестиционных решений.

В *четвертой главе* представлена концепция и принципы оценки эффективности, модель и алгоритм методологии повышения эффективности в энергетических и химико-технологических проектах, а также модель и алгоритм решения инвестиционных задач, предполагающие учет дополнительных рисков. Приведены практические результаты реализации методологии.

В *пятой главе* представлены примеры интеграции производственных, автоматизированных и управленческих SMART технологий на ТЭЦ, а также реализация технологии SMART – управления технологическим процессом на примере автономного «умного» дома.

В *заключении* излагаются основные выводы и предложения по результатам диссертационного исследования.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Предложена современная авторская трактовка технологического разделения труда, выделены технологические факторы повышения

эффективности производства, объединенные в триаду взаимноинтегрированных технологий.

Современная 4-я промышленная революция заставила по иному расставить приоритеты при оценке производительности труда - ее связывают с появлением новых технических решений, производственных технологий, модернизацией организационных и управленческих структур, т.е. совершенствованием системы управления.

С внедрением в экономику цифровизации этот процесс приобрел революционный характер – появились новые цифровые технологии производства: искусственный интеллект, роботизация, умные дома, сети, города, т.е. по иному оценивается участие человека в производстве. В настоящее время наблюдаются кардинальные изменения в характере производства и управления, получившие названия «Индустрия 4.0», «Общество 5.0», основанные на принципиально новых платформенных системах. Это, по сути, новый этап технологического разделения труда, позволяющий исключить непосредственное участие человека в производстве. Отсюда возникает возможность кардинального повышения эффективности производства и производительности труда.

Перспективы и приоритеты российской экономики, как правило, связывают с надвигающейся технологической революцией, использованием «сквозных» производственных, управленческих и компьютерных технологий и обусловленное этим внедрение «цифровой экономики». Суть цифровой экономики не только в интернет технологиях и электронной коммерции, как это рассматривает Всемирный Банк в докладе «Цифровые дивиденды» (2016 г.), но и в интеграции производственных и компьютерных технологий, что свидетельствует о коренном характере происходящих изменений и успешно реализуется в КНР, где в связи с таким подходом изменились методы расчета ВВП, учитывая НИР, ПО и др. компьютерные услуги в материальных активах.

Особенности российского подхода к глобальной системе технологического разделения труда связаны с наличием санкций и контрсанкций, что исключает трансферт наиболее эффективных и супер доходных технологий, заставляя ориентироваться на собственные ресурсы, научные разработки и материально-техническую базу.

Системный подход к проблеме, многофакторный анализ позволили не только определить фундаментальные, обуславливающие процессы факторы, но и количественно оценить их, учесть взаимное влияние. Какие это факторы? Прежде всего технологическое разделение труда, дополнившее естественное разделение труда и сопровождающееся внедрением интернет-технологий в сферы торговли, услуг, рекламы, финансов, а также элементов цифровизации киберфизических (CPS) систем в сферы промышленности, на основе германской платформы «Индустрия 4.0».

Принципиально важно, что современное технологическое разделение труда переходит на новый этап, когда осуществляется замена в производстве не каких-то элементов технологии в виде отдельных блоков, узлов, деталей, а

замена самих устаревших (морально, физически) технологий на новые современные, удовлетворяющие определенным требованиям, инновационные, созревшие, пригодные к интегрированию с другими - автоматизированными, роботизированными, умными, управленческими (в том числе SMART) технологиями. Появилось понимание того, что на современном этапе технологического разделения труда, за счет искусственного интеллекта возникла возможность производства без участия человека (автоматизированные, умные ГЭС, мини ТЭС, котельные, умные сети, дома и т.д.). Характер таких изменений представлен С.Ю. Глазьевым как смена 4, 5 технологического уклада (ТУ) технологиями 6,7 ТУ. Наше видение процесса – не смена одного ТУ другим – 6,7 и т.д., ведь не все технологии ТУ одновременно созревают, становятся «закрывающимися», а потому не одномоментная смена ТУ, а постепенная, последовательная трансформация за счет уже «созревших» технологий.

Переход к платформенному подходу в рамках «Индустрия 4.0» обусловлен ограничением перспектив и возможностей развития электроэнергетического комплекса в рамках прежней экстенсивной модели развития. Эта модель предусматривала, главным образом, улучшение отдельных видов оборудования, блоков, узлов технологий генерации, передачи и распределения электроэнергии. В качестве факторов, на которых основывалась экстенсивная модель развития, выступали: ограничение инвестиционных ресурсов для нового строительства; ограничения возможностей повышения энергоэффективности генерирующих мощностей; повышение экологических требований; отсутствие перспектив увеличения эффективности использования традиционных углеводородных ресурсов; высокая себестоимость электроэнергии ВИЭ. Перечисленные обстоятельства потребовали отказа от традиционных подходов развития электроэнергетики и, по сути, обосновали необходимость ее развития на базе ИКТ, платформенного подхода в рамках «Индустрии 4.0» Ключевым элементом этого подхода является целостная концепция инновационного преобразования электроэнергетического комплекса, в котором техническим и технологическим, новым технологиям, устройствам, приборам, автоматизации отводится решающая роль. В этой концепции Smart Grid, Smart metering, Smart City – умные сети, умный учет, умные города, новые смарт технологии (центры управления) рассматриваются как частный случай Интернета вещей (IoT) цифровой экономики.

Общая схема такого подхода хорошо известна, а ее привязка, применительно к электроэнергетике РФ, представлена в виде авторской концепции и предполагает математическое моделирование триады взаимно интегрированных современных инновационных производств, автоматизированных и управленческих технологий. Используемый прием – гибридное моделирование, т.е. сочетание (комбинирование) строгих математических моделей (теорий) с фактическими (статистическими, экспертными, производственными) данными представляется наиболее

плодотворным и обоснованным. Это становится совершенно необходимым в условиях цифровизации экономики, внедрении SMART – технологий управления. Здесь главная особенность реализованного подхода и методологии математического моделирования – блоковый принцип решения задачи. Такой подход оказался наиболее плодотворным при моделировании энергетических и химико-технологических процессов (технологий), поскольку учитывает их особенности. Он был успешно реализован и на него получены охранные документы – свидетельства об интеллектуальной собственности, авторские свидетельства и патенты.

2. Разработаны концепция повышения эффективности и методика принятия оптимальных решений применительно к многоуровневым и многокритериальным системам.

Общие принципы повышения эффективности производства, сформулированы в виде концепции оценки эффективности электроэнергетического предприятия в рамках системного платформенного подхода и многокритериального выбора целей. Излагаются авторская трактовка термина эффективность и многокритериальные подходы к ее оценке. Ключевыми здесь являются взаимная интеграция производственных и управленческих технологий (фрагмент такой интеграции показан на рисунке 1, при соответствующей постановке цели, отраженной на рисунке 2), а также выбор приоритетных проектов (мероприятий) в условиях ограничений собственных средств и включения дополнительных издержек, связанных с использованием заемных средств – задача многокритериальной оптимизации.

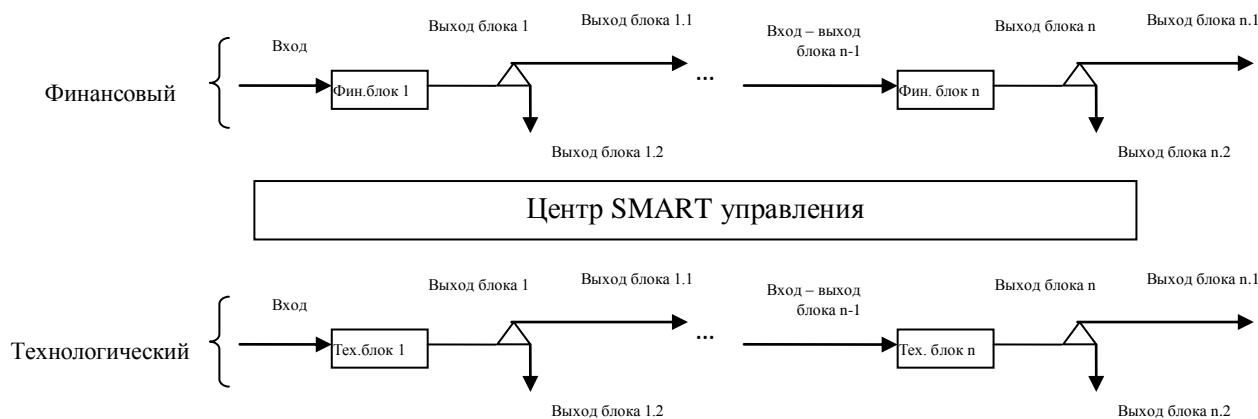


Рис. 1. Схема формирования потоков на основе центра SMART управления.



Рис. 2. Дерево целей.

Существует множество способов приоритезации, среди которых можно выделить принятый в работе метод определения приоритетности «затраты-эффективность». В этом случае проекты упорядочиваются по убыванию их эффективности и финансируются в этом же порядке (на рисунке 3 верхняя кривая). Точки P_1 , P_2 , P_3 и P_4 на верхней кривой соответствуют проектам, упорядоченным по убыванию их эффективностей.

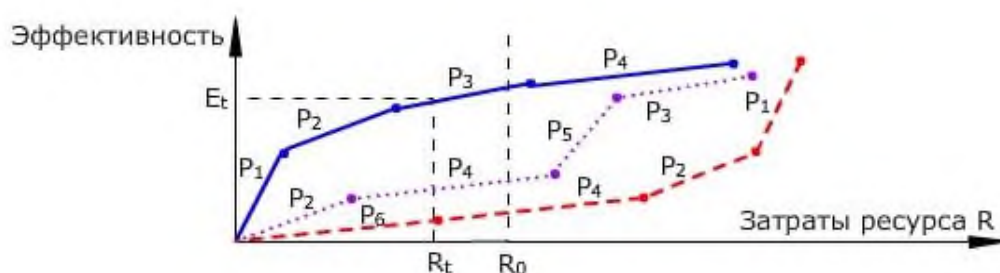


Рис. 3. Анализ приоритетности по критерию «затраты-эффективность».

Построение агрегированной кривой «затраты-эффективность» отражает максимальный эффект, который может быть получен при выделении того или иного количества ресурсов R_t и наоборот необходимое количество ресурсов для достижения заданного уровня эффективности. При многокритериальном анализе строятся дополнительные кривые, демонстрирующие ранжирование проектов (мероприятий) по разным критериям. Так, графики на рисунке 3 могут представлять зависимость прибыли от ресурсов: верхняя кривая - при максимизации критерия прибыль, средняя кривая - при максимизации объема выпускаемой продукции, нижняя кривая - при минимизации рисков.

Концепция основана на современном понимании цифровой экономики, рассматриваемой как элемент производства и учитывает особенности технологического разделения труда в современных условиях – интеграцию производственных и управленческих технологий, их совместимость. Условиями формирования методологии оценки и повышения эффективности являются: 1. Современное технологическое разделение труда, дополняющее естественное разделение труда; 2. Особенности современного уровня технологического разделения труда – интеграцию инновационных, производственных (сквозных) и управленческих, в том числе SMART технологий; 3. Совместимость интегрируемых технологий – современный уровень автоматизации, роботизации, готовности к внедрению инноваций для производственных технологий, с одной стороны и комплексность, применимость в разнородных многоуровневых и многокритериальных системах – для управленческих технологий; 4. Наличие большого числа цифровых, компьютерных технологий (BIM, PLM, CAD, IoT, Smart City, BIG DATA и др.), связанных с обработкой больших массивов данных, автоматизации процессов, наличие многочисленных управленческих моделей,

что требует применение SMART-технологий, представленных в нашем случае, в виде центра SMART управления; 5. Для производственных, так называемых, сквозных технологий, определяющим их применение является их инновационность, т.е. способность быстро реагировать на меняющуюся ситуацию – появление новых производственных элементов, блоков, изобретений, а также новых свойств известным конструкциям; 6. Критерием оценки необходимости интеграции технологий является повышение экономической эффективности и устойчивости функционирования всего производственного комплекса; 7. Для оценки критериев и эффективности принимаемых инвестиционных и управленческих решений необходим инструментарий, в значительной степени независимый от вкусов и субъективного мнения лица принимающего решение, роль которого сводится к выбору критериев и анализу полученных результатов; 8. Многообъектная модель принятия решений ориентированная на применение в многоуровневых организационных структурах, как форма координации и отраслевой интеграции, в которой впервые учтены новые элементы и взаимосвязи; 9. Критериальный аппарат для управления инвестиционным пакетом включает комплекс эколого-экономических критериев для определения инвестиционной привлекательности проектов; 10. Предлагаемое программное обеспечение, включающее многообъектную модель и алгоритм оценки ситуации, обеспечивающее возможность проектного проектирования и управления проектами; 11. Апробация разработанной методологии и пакета прикладных программ осуществленная на объектах энергетики.

Конкретные шаги, реализующую предложенную методологию, включают:

1. Новую кластерную форму организации бизнес-процессов, учитывающую технологическое разделение труда и элементы цифровой экономики.

2. Интеграцию совместимых производственных и управленческих технологий.

3. Новые требования к информационным технологиям, их совместимости.

4. Реализацию методологии в рамках кластера, в составе тройной спирали.

5. Оценку эффективности инвестиционных и управленческих решений

Изменение функциональных возможностей управления, которое становится адаптирующимся в зависимости от внешних условий, умным (SMART), позволяет по-другому взглянуть на перспективы централизованного управления, способного на базе процессного подхода осуществлять оптимизацию всего технологического цикла. Выделение субъекта управления в качестве отдельного структурного элемента (SMART-центра), деятельность которого базируется на использовании информационных технологий, а также интеграция возможностей технологического совершенствования с управленческим потенциалом, которая дает огромный системный синергетический эффект – отличительные черты предлагаемого подхода.

Принятие решений в рамках концепции оценки эффективности и устойчивости электроэнергетики осуществляется по схеме, представленной на рисунке 4:

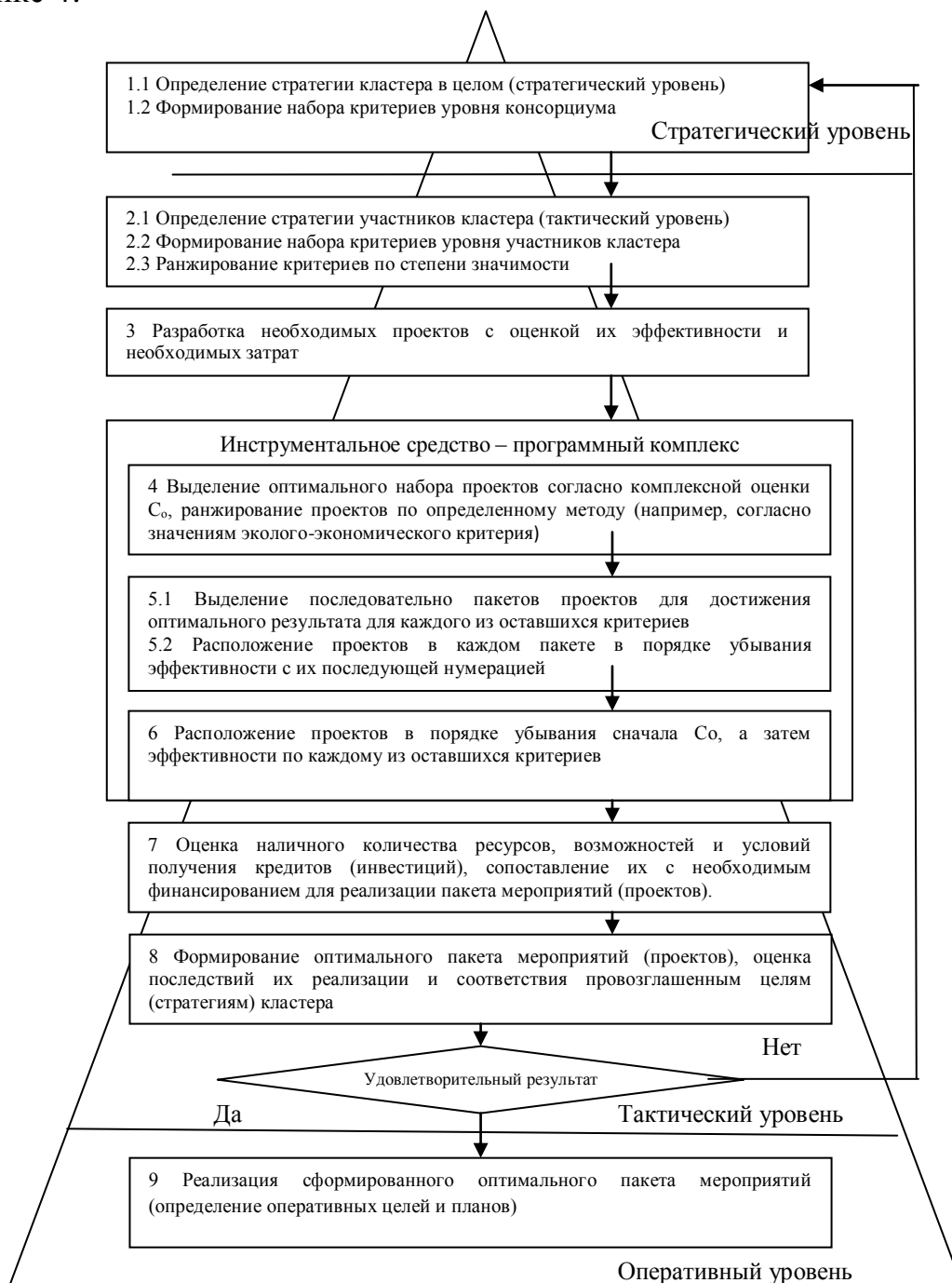


Рис. 4. Схема принятия решений.

Предлагаемая концепция основывается на процессном подходе к управлению, рассматривая интеграцию технологического и финансового потоков представленных в виде блоков в логической и технологической последовательности.

3. Предложена оценка инвестиционной привлекательности регионов, как элемент обоснования размещения объектов генерации электро- и теплоэнергии.

Обозначенная в Стратегии развития электроэнергетики РФ до 2035 ее роль, как обеспечивающая развитие инфраструктура, требует нестандартных подходов к оценке устойчивого развития и инвестиционной привлекательности российских регионов. Разработана модель, характеризующая устойчивое развитие и инвестиционную привлекательность региона. Использовались комплексные индексы, показывающие соответствующую составляющую: природно-ресурсный потенциал; индустриальный (промышленный, включающий АПК) потенциал; человеческое развитие (капитал), как потенциал трудовых ресурсов. Наши проработки показали насущную необходимость включения экологического фактора в эту оценку, что и было сделано путем его включения в природно-ресурсный потенциал.

Предлагаемый нами подход с использованием комплексного индекса устойчивого развития позволяет оценить в динамике уровень экономического развития и жизни, и выявить негативные проблемы, свойственные конкретному региону (уровень заболеваний, продолжительность жизни, инвестиций и т.д.). Это позволит федеральную поддержку (субсидирование) сделать более обоснованной и целенаправленной.

Выполнены расчеты по всем регионам Российской Федерации и Республики Казахстан, на рисунке 5 представлена динамика изменения индекса устойчивого развития регионов Центрального Федерального округа, а на рисунке 6 соответствующие показатели по областям Республики Казахстан.

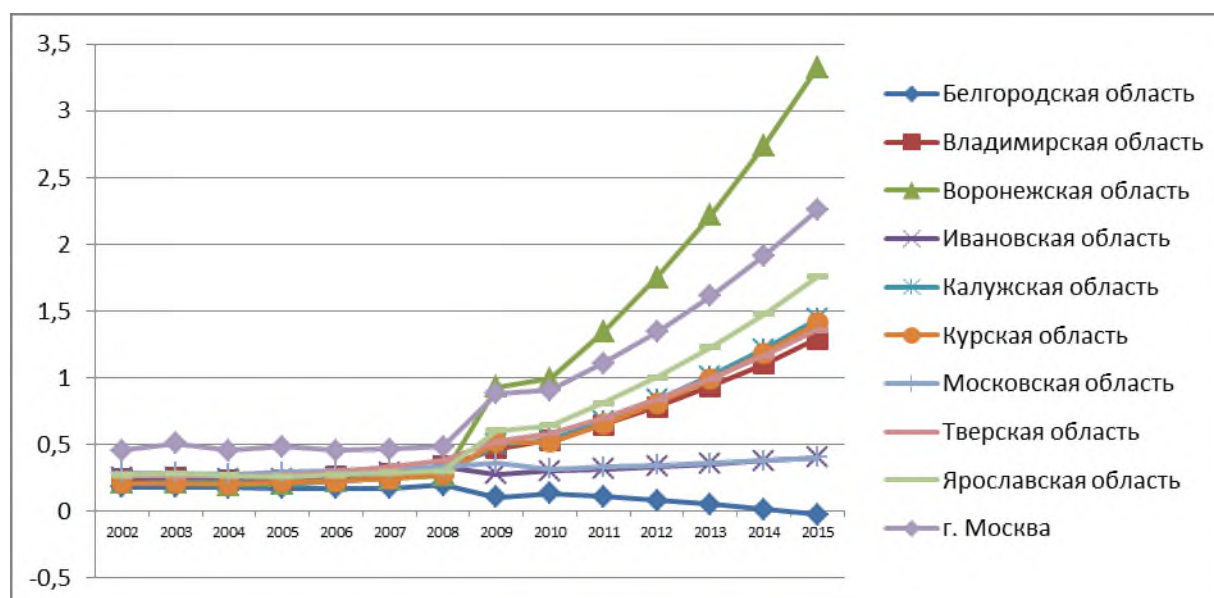


Рис. 5. Динамика изменения индекса устойчивого развития регионов Центрального Федерального округа.

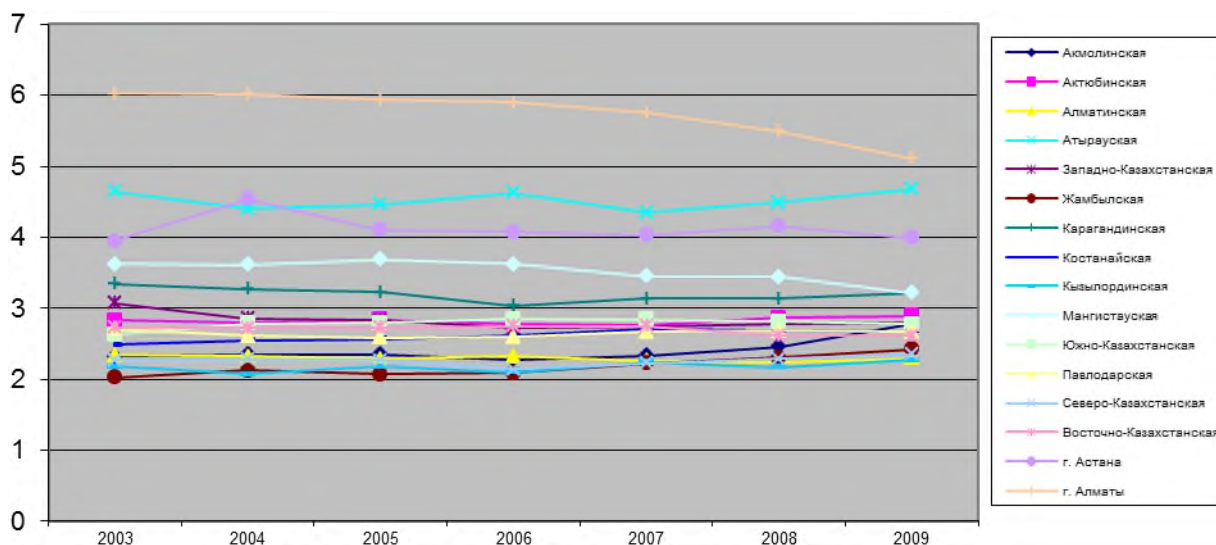


Рис. 6. Динамика изменения индекса устойчивого развития регионов Республики Казахстан.

Предлагаемая методика ранжирования обладает следующими преимуществами по сравнению с процедурами, применяющимися для определения рейтингов:

1. Позволяет получить быстрый результат на основе актуальных данных;
2. Основана на доступной информации – официальных статистических показателях;
3. Не использует экспертных оценок;
4. Позволяет определить не только места регионов, но и разницу позиций между ними;
5. Позволяет производить совместную оценку регионов нескольких стран;
6. Прозрачна и проста для понимания

Инвестиционная привлекательность регионов Республики Казахстан и Российской Федерации оценивалась по двум критериям – ВРП и предложенному автором индексу инвестиционной привлекательности регионов (ИИП), формирующемуся как сумма трех составляющих: индекса ресурсов человеческого капитала (ИЧК), индекса промышленно-производственных ресурсов (ИПП) и индекса ресурсно-сырьевой привлекательности (ИРС), на основе модели, которая позволила выделить наиболее значимые факторы, отсеять малозначимые, сделать проверку на отсутствие корреляции между выбранными факторами, построить графики и аналитические зависимости.

Апробация и сопоставление этих модельных построений за 2000-2012 гг. с их фактическими значениями года показали удовлетворительную сходимость – отклонения не превышали 23%.

4. Создана концепция многообъектной модели принятия решений, основанная на объектно-ориентированном подходе (ООП).

В основу предлагаемой концепции многоуровневой оценки принимаемых решений положена разработанная в Институте проблем управления РАН (ИПУ

РАН) методика объектной ориентации. Суть предлагаемого подхода заключается в попарном сравнении вариантов в соответствии с поставленной задачей и выбранным (заданным) критерием.

Практическая реализации концепции и математический аппарат базируется на полной математической модели процесса, которая включает:

- основные переменные процесса;
- связи между основными переменными в статике;
- ограничения на процесс;
- критерий оптимальности;
- функции оптимальности;
- связи между основными переменными в динамике.

Схематически этапы построения полной математической модели представлены на рисунке 7.

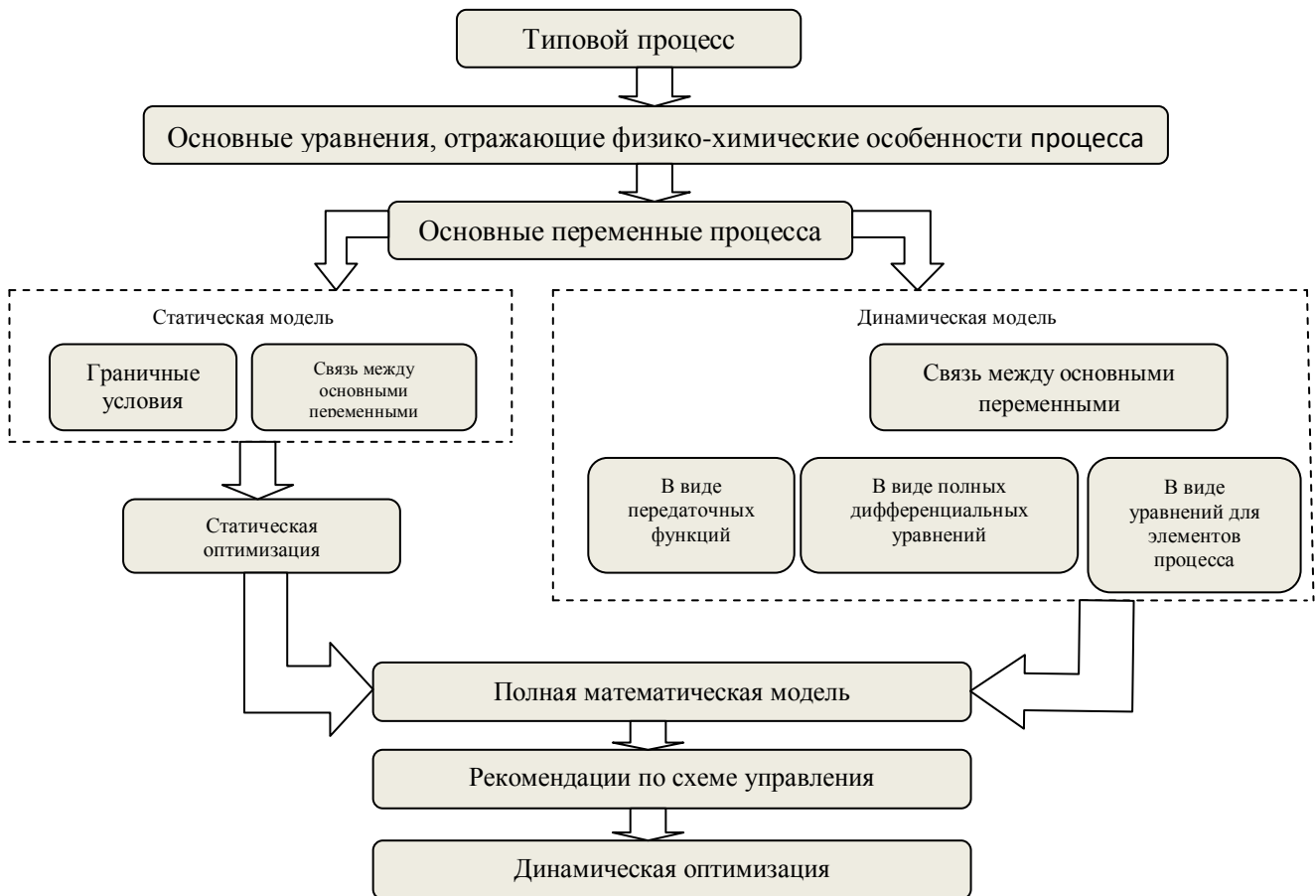


Рис. 7. Этапы построения полной математической модели.

Процесс оценки распределения ресурсов может протекать по следующему алгоритму:

- во-первых, сверху вниз по организационной структуре определяются стратегические, тактические и оперативные цели, формируются критерии. После чего снизу вверх формируются предложения по решению этих задач и

предложения по необходимому количеству ресурсов, кроме того, производится комплексная оценка предложенных проектов по заданным критериям;

- во-вторых, на основе полученных результатов производится распределение наличных ресурсов между проектами. Корректируется состав и сроки реализации проектов и делается снизу вверх оценка реально достижимых результатов.

Подсистема оценки и распределения ресурсов должна обеспечивать эти итерационные процессы и решать комплекс задач на многоуровневой основе, что может быть сведено к решению последовательности типовых двухуровневых задач распределения ресурсов.

5. Разработана методика определения потребности в электро- и теплоэнергии на перспективу, основанная на показателях учитываемых в индикативном планировании.

Имеющиеся многочисленные прогнозные модели и формулы оценки потребности в электроэнергии обладают одним общим недостатком – они опираются на многочисленные параметры и исходные данные, обеспечивающие их повышенную точность. Однако, в условиях переходной транзитной экономики, кризиса, они практически, не доступны для расчетчиков или их точность весьма сомнительна. Именно поэтому востребована, особенно для распределенной генерации упрощенная, но учитывающая основные экономические факторы модель, удовлетворительно согласующаяся с реальными данными.

Представленная в настоящей работе агрегированная модели и расчеты потребности в тепло и электроэнергии учитывают основные факторы, определяющие энергопотребление: валовой внутренний продукт и тенденции его изменения, темпы роста и структуру экономики, темпы энергосбережения. Модель описывает три сектора экономики: промышленность (сектор 1), сельское хозяйство (сектор 2), коммунально-бытовой сектор (сектор 3). Выделение этих секторов обусловлено стремлением учесть специфику энергопотребления и наличием необходимой информации. Каждый из секторов характеризуется объемом производства, его энергоемкостью, темпами энергосбережения.

Модель включает следующие уравнения:

$$I = I_t^1 + I_t^2 + I_t^3 \quad (1)$$

$$\frac{S_0^1}{S_0} = \beta_0^1 \quad (2)$$

$$S_0^1 = \beta_0^1 S_0 \quad (3)$$

$$\frac{S_t^1}{S_t} = \beta_t^1 \quad (4)$$

$$S_t^1 = d_t S_0 \quad (5)$$

$$S_t^1 = \beta_t^1 S_t = \beta_t^1 d_t S_0 \quad (6)$$

$$I_0^1 = K_{уд}^1 S_0^1 \quad (7)$$

$$K_{yd}^1 = \frac{l_0^1}{S_0^1} \quad (8)$$

$$l_t^1 = K_{yd}^1 \delta_t^1 S_t^1 = l_0^1 \delta_t^1 \frac{\beta_t^1 d_t S_0}{\beta_0^1 S_0} = l_0^1 \delta_t^1 \frac{\beta_t^1}{\beta_0^1} d_t \quad (9)$$

$$l_t^2 = l_0^2 \delta_t^2 \frac{\beta_t^2}{\beta_0^2} d_t \quad (10)$$

$$l_0^3 = K_{yd}^3 S_0^3 \quad (11)$$

$$S_t^3 = S_t - S_t^1 - S_t^2 \quad (12)$$

$$l_t^3 = K_{yd}^3 \delta_t^3 S_t^3 = \frac{l_0^3 \delta_t^3 S_t^3}{S_t^3} = \frac{l_0^3 \delta_t^3 (S_t - S_t^1 - S_t^2)}{S_0 - S_0^1 - S_0^2} = \frac{l_0^3 \delta_t^3 (S_0 d_t - \beta_t^1 d_t S_0 - \beta_t^2 d_t S_0)}{S_0 - \beta_0^1 S_0 - \beta_0^2 S_0} =$$

$$= \frac{l_0^3 \delta_t^3 d_t (1 - \beta_t^1 - \beta_t^2)}{1 - \beta_0^1 - \beta_0^2} \quad (13)$$

$$l_t = d_t \left[l_0^1 \delta_t^1 \frac{\beta_t^1}{\beta_0^1} + l_0^2 \delta_t^2 \frac{\beta_t^2}{\beta_0^2} + l_0^3 \delta_t^3 \frac{1 - \beta_t^1 - \beta_t^2}{1 - \beta_0^1 - \beta_0^2} \right] \quad (14)$$

где l_0^1, l_0^2, l_0^3, l_t – энергоемкость валового продукта соответственно в первом, третьем секторах и по всему народному хозяйству в целом;

$\delta_t^1, \delta_t^2, \delta_t^3$ – темпы энергосбережения в соответствующих секторах, равные темпам снижения энергоемкости;

d_t – темпы роста валового внутреннего продукта;

β^1, β^2 – показатель структуры, равный отношению продукции, произведенной в соответствующем секторе, ко всему валовому продукту;

S^1, S^2, S^3 – объем продукции, произведенной в соответствующем секторе экономики.

$$\alpha_t = \gamma_t \left[\begin{array}{l} \alpha_0^1 \beta_t^1 \frac{\varepsilon_t^1}{\varepsilon_0^1} + \alpha_0^2 \beta_t^2 \frac{\varepsilon_t^2}{\varepsilon_0^2} + \\ + \alpha_0^3 \beta_t^3 \frac{(1 - \varepsilon_t^1 - \varepsilon_t^2)}{1 - \varepsilon_0^1 - \varepsilon_0^2} \end{array} \right] \quad (15)$$

где: $\alpha_0^1, \alpha_0^2, \alpha_0^3, \alpha_t$ – тепло-энергоемкость валового продукта соответственно в первом, третьем секторах и по всему народному хозяйству в целом;

$\beta_t^1, \beta_t^2, \beta_t^3$ – темпы тепло-энергосбережения в соответствующих секторах, равные темпам снижения энергоемкости;

γ_t – темпы роста валового внутреннего продукта;

$\varepsilon^1, \varepsilon^2$ - показатель структуры, равный отношению продукции, произведенной в соответствующем секторе, ко всему валовому продукту;

η^1, η^2, η^3 - объемы продукции, произведенной в соответствующем секторе экономики.

Расчетная формула (15) связывает потребность в энергетических и тепловых ресурсах валового продукта с характеристиками трех секторов экономики и среднегодовыми темпами роста валового внутреннего продукта.

6. Разработана методология повышения эффективности электроэнергетики путем принятия оптимальных управленческих и инвестиционных решений, основанная на применении киберфизических систем, математическом моделировании и цифровизации технологических и управленческих процессов.

Формализация процесса принятия решений через применение объектно-ориентированного подхода (ООП), широко используемого в объектном программировании, позволяет получить надежный инструмент выбора курса действий при решении широкого круга задач. Принятие решений с применением ООП реализуется через использование объектной модели принятия решений (ОМПР), что может быть формализовано в виде следующих этапов.

1. Выявление типов объектов, характеризующих область принятия решений. Например, тип «Риск».

2. Определение атрибутивного состава каждого объектного типа. Для этого выявленные на первом этапе данные разбиваются на две группы: атрибуты и методы.

3. Определение поведения объектов, то есть подробное описание и моделирование всех методов, вызывающих изменения в значениях атрибутов как самого объекта, так и других объектов.

4. Моделирование взаимодействия объектов через описание отзывов объектов на действия со стороны других объектов.

5. Построение целевого многомерного объектного дерева, характеризующего взаимосвязи объектных типов.

6. Заполнение объектного дерева экземплярами объектов (ЭО). ЭО нижних уровней соответствуют альтернативам решений, приводящим к достижению целей.

7. Определение оптимальных наборов ЭО нижних уровней, обеспечивающих достижение целевых состояний ЭО верхних уровней с минимальными издержками.

8. Ранжирование полученных наборов и их объектов при помощи специфических алгоритмов с целью определения приоритетных направлений финансирования.

Разработана веб-ориентированная многопользовательская распределенная система поддержки принятия решений, обладающая функциональностью объектной модели. За основу была взята разработанная визуальная среда

построения деревьев принятия решений, использующая многообъектную схему, образы экранов которой приведены на рисунке 8.

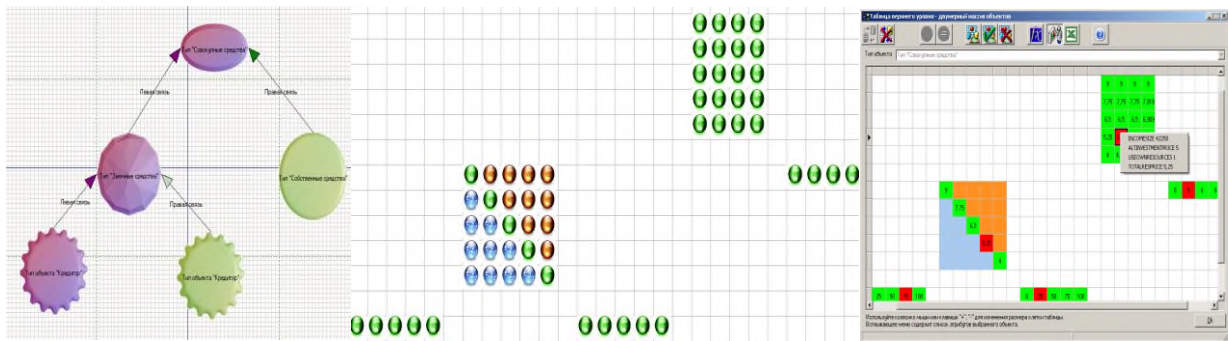


Рис. 8. Визуальная среда построения деревьев принятия решений.

Для работы с многомерными матрицами свертки объектной модели в программном комплексе используется один из самых популярных методов анализа данных - механизм OLAP.

Модель используется для экономического обоснования управленческих решений в иерархических структурах с целью синхронизации деятельности различных уровней. В роли таких структур могут выступать как коммерческие предприятия-холдинги, так и государство, делающее выбор среди программ, приводящих к оптимальному решению с минимальными затратами. Модели применяются в инвестиционной деятельности, стратегическом управлении и риск менеджменте. В первом случае ОМПР помогает совершить обоснованный выбор между различными альтернативами реализации инвестиционных программ. Во втором - интеграция ОМПР с системой сбалансированных показателей позволит качественно улучшить процесс стратегического управления. И, наконец, применение ОМПР в третьем случае позволит оценить совокупный риск для различных уровней иерархии и обосновать приоритет выполнения мероприятий по управлению рисками.

Учет, анализ и оценка рисков в рамках проектного управленческого подхода представляется исключительно важной. При выборе множества проектов (мероприятий), которые обеспечивают максимальный эффект при ограниченных ресурсах и риске не более заданной величины, наиболее удобными инструментом решения этой задачи, на наш взгляд, являются так называемые РЭСТ-диаграммы (Риск, Эффективность, Стоимость). Основанные на сценарном подходе, предполагающим перебор всех возможных вариантов осуществления проекта, а также использование метода динамического программирования РЭСТ-диаграммы позволяют получить оптимальный вариант по заданным критериям оптимальности и существующих ограничениях.

На рисунках 9, 10, 11 представлены результаты реализации разработанного автором программного средства «Многокритериальный выбор инвестиционных и управленческих решений», которое позволяет осуществлять

оценку инвестиционных проектов и определять максимально эффективные наборы проектов (мероприятий).

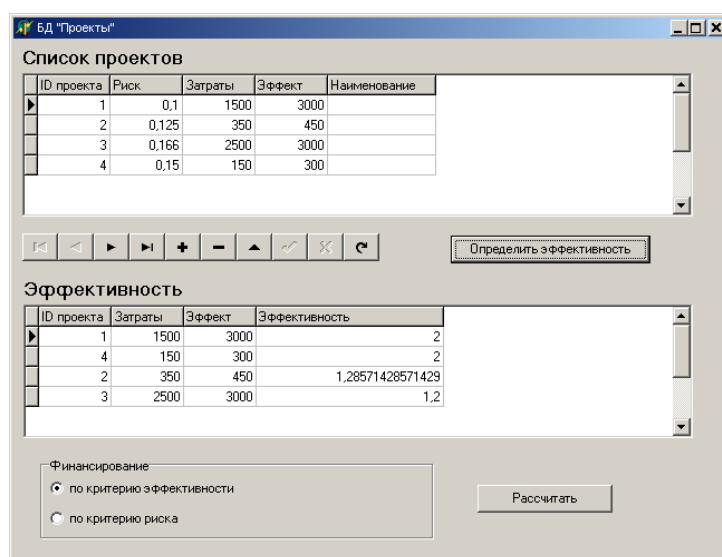


Рис. 9. Окно базы данных проектов кластера.

База данных проектов, показанная на рисунке 10, содержит описание каждого проекта, которое включает уникальный номер, наименование, затраты на реализацию, эффект и риск. Для учета затрат и эффекта используется их чистая приведенная стоимость (NPV).

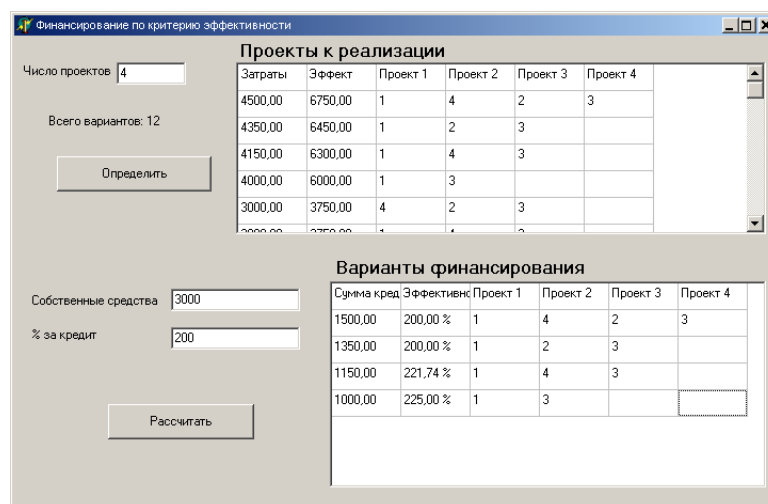


Рис. 10. Окно вариантов финансирования по критерию коммерческой эффективности.

Проекты к реализации могут быть выбраны по критерию коммерческой эффективности или по критерию риска

Проекты в наборах отсортированы по эффективности – отношению эффекта к затратам и в дальнейшем в каждом возможном наборе отображаются

именно в порядке уменьшения эффективности. Таким образом, наиболее эффективные инвестиционные проекты реализуются в первую очередь.

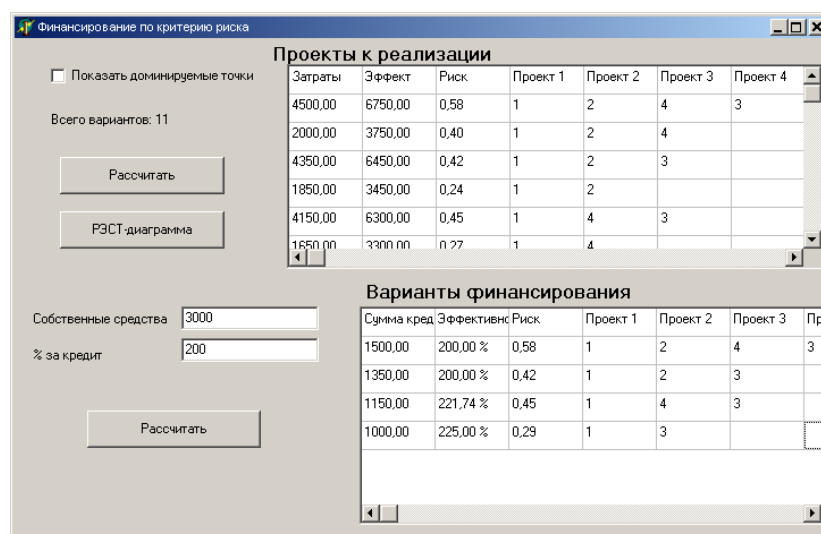


Рис. 11. Окно «Финансирование по критерию риска».

При рассмотрении проектов по критерию риска, показанному на рисунке 11, в списке «Проекты к реализации» по умолчанию отображаются точки, которые являются приемлемыми для инвестора по критерию риска, они отсортированы – от наименее рискованных – к наиболее рискованным. При включении соответствующей опции – будут отображены все возможные варианты наборов проектов. Для любой комбинации наборов проектов может быть построена РЭСТ -диаграмма, представленная на рисунке 12.

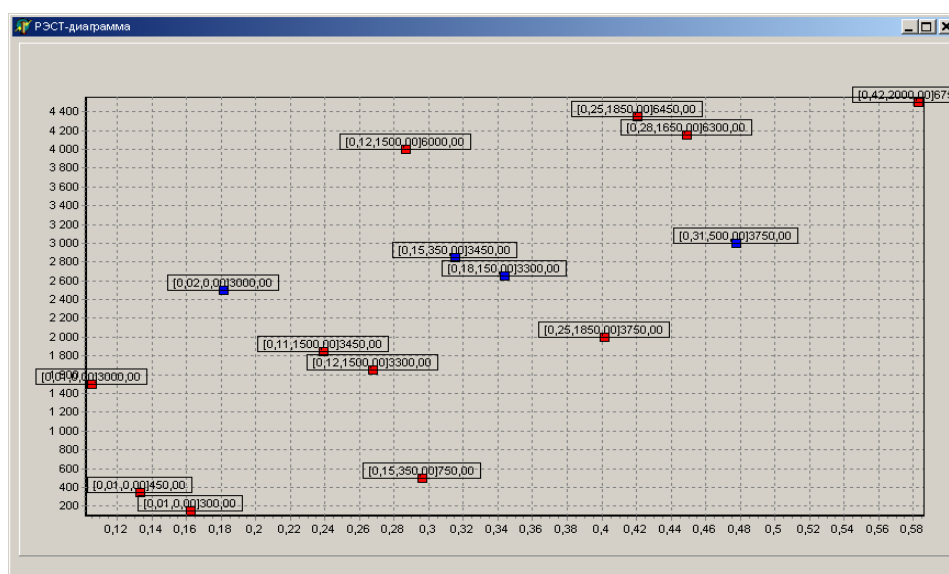


Рис. 12. Окно «РЭСТ-диаграмма».

При практической реализации представленной методологии необходимо отметить три особенности проведения оценки экономической эффективности проектов:

- во-первых, в современной экономике отдается предпочтение краткосрочным, но определенным возможностям, поскольку долгосрочное планирование обладает повышенными рисками;
- во-вторых, обязательно производится учет фактора времени путем дисконтирования затрат и выгод;
- в-третьих, уделяется повышенное внимание процентной ставке.

В таблицах 1, 2 приведены расчеты показателей экономической эффективности строительства каскада ГЭС для различных вариантов инвестирования, а также возможностей привлечения дополнительных финансовых ресурсов, представленных в виде получения лицензий на выбросы парниковых газов и различной стоимости этих лицензия

Таблица 1

Расчет эколого-экономического показателя при стоимости лицензий на выброс CO_2 в 2 цента при производстве 1Квт.ч

ГЭС	Без учета дисконтирования			С учетом дисконтирования		
	Стоимость лицензий	Инвестиции	Критерий	Стоимость лицензий	Инвестиции	Критерий
Кызылкунгей	4836000,00	181950,00	26,58	1274283,07	156200,70	8,16
Кербулакская	2603800,00	100000,00	26,04	725122,22	88052,55	8,24
Кызылбулак	2228400,00	80000,00	27,86	606402,95	69567,46	8,72
Токтышак	1109200,00	37000,00	29,98	309229,51	32159,50	9,62
Баргогайская	1000000,00	20000,00	50,00	315237,21	17610,51	17,90
Майнакская	8553600,00	120000,00	71,28	2108177,86	103807,17	20,31

Таблица 2

Расчет эколого-экономического показателя при стоимости лицензий на выброс CO_2 в 3 цента при производстве 1Квт.ч

ГЭС	Без учета дисконтирования			С учетом дисконтирования		
	Стоимость лицензий	Инвестиции	Критерий	Стоимость лицензий	Инвестиции	Критерий
Кызылкунгей	7254000,00	181950,00	39,87	1911424,61	156200,70	12,24
Кербулакская	3905700,00	100000,00	39,06	1087683,33	88052,55	12,35
Кызылбулак	3342600,00	80000,00	41,78	909604,43	69567,46	13,08
Токтышак	1663800,00	37000,00	44,97	463844,26	32159,50	14,42
Баргогайская	1500000,00	20000,00	75,00	472855,82	17610,51	26,85
Майнакская	12830400,00	120000,00	106,92	3162266,79	103807,17	30,46

Проекты отсортированы согласно дисконтированным значениям эколого-экономического критерия.

Другим практическим результатом реализации методологии является анализ проектов малых электростанций с учетом рисков недофинсирования, изменения ставки дисконтирования и увеличения стоимости строительства.

7. Научно-практические рекомендации по реализации предложенной методологии и оценке ее эффективности.

Подписание Парижских климатических соглашений, предусматривающих ужесточение требований к выбросам пыли и вредных веществ в атмосферу велось для традиционной пылеугольной электроэнергетике к огромным проблемам финансового характера. В результате энергетики оказались перед выбором: либо - выплатам штрафов (так называемый углеродный налог), либо - кардинальной перестройке всей системы пылегазоочистки. Второй вариант

оказался предпочтительнее, а использование триады технологий – производственных, управленческих и автоматизированных позволило избежать «углеродных» штрафов. Для реализации этого мероприятия был разработан алгоритм решения, который заключается в следующем.

Шаг 1 – четкая формулировка проблемы, требующей решения. В нашем случае – предотвращение сбросов загрязненных стоков гидрозолоудаления (ГЗУ) в водоемы, регулирование и контроль за выбросами дымовых газов, обеспечивающих их соответствие экологическим нормативам.

Шаг 2 – формулирование идеи, за счет чего или каким образом решается поставленная задача. У нас это – разработка конструкции, аппарата с изменяемой внутренней геометрией, расширяющей диапазон эффективной работы гидроциклонов, труба-коагулятор Вентури (ТКВ), другого оборудования.

Шаг 3 – проверка: решает ли выдвигаемая идея (гипотеза) поставленную задачу. В нашем случае – это эксперимент – лабораторный и натурный. Вывод: это наиболее плодотворный и оптимальный по экономическим соображениям вариант решения задачи.

Шаг 4 – разработка новой инновационной технологии с использованием аппаратов нового типа, решающей в принципе сформулированную в шаге 1 проблему. В нашем случае, – это две технологии ГЗУ и одна – пылегазоулавливания: а) ГЗУ с централизованным узлом сгущения золошлаков – сформулирована бессточная схема водоснабжения ТЭЦ и котельных; б) разработка индивидуальной схемы ГЗУ для каждого котла – сформулирована обратная схема водоснабжения; в) схема пыле-газоулавливания с использованием СВС фильтров и ТКВ с изменяемой геометрией и внедрением интенсивного режима орошения (ИРО) в ТКВ.

Шаг 5 – автоматизация работы главного элемента рассматриваемых технологических схем – аппарата с изменяемой автоматически внутренней геометрией. Реализовано и показано на графиках-схемах управления процессом и мнемосхемах.

Шаг 6 – переход от автоматизации отдельного элемента (блока) технологии к оптимизации всего технологического процесса, всей технологической цепочки. Основа этой оптимизации – триада технологий: производственной, SMART управленческой и сопряженной с ними автоматизированной.

Предлагаемые как типовые для ТЭС России и Казахстана схемы ГЗУ позволяют наряду с оптимизацией работы гидротранспортной установки решить в комплексе вопросы повторного использования загрязненных сточных вод и утилизации золошлаковых материалов на предприятиях стройиндустрии, получить существенный экономический эффект.

Разработанная программа «Управление процессом пылегазоулавливания» предназначена для информационной поддержки управления процессами пылегазоулавливания на традиционной пылеугольной ТЭЦ позволяет изменять параметры используемых углей и соответствию с ними определять

технологические характеристики пылегазоулавливания. Цель программы – обеспечить информацией, необходимой для принятия решений по пылегазоулавливанию. Управление процессами пыли и газоочистки осуществляется путем изменения параметров соответствующих технологических блоков.

Другим примером практической реализации методологии является одна из наиболее востребованных в электроэнергетике тем – умный дом.

Особенность нашего проекта – дом автономный и передвижной – дом для пасеки, отгонного животноводства, летнего отдыха и т.д. Такое решение может реализовываться в схемах автономного энергоснабжения территорий опережающего развития (ТОР) на Дальнем Востоке, Крыма или для экономического пояса «Шелкового пути».

Ноу-хау проекта обеспечивают: новая светодиодная осветительная установка; новая схема низковольтного светодиодного освещения, схема управления «умным домом», основанная на триаде технологий и SMART центре управления; программное обеспечение технологии, новизна и самобытность которого подтверждена свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ. Отдельные элементы (блоки) комплексной схемы SMART – управления «умным» домом приведены на рисунке 13.

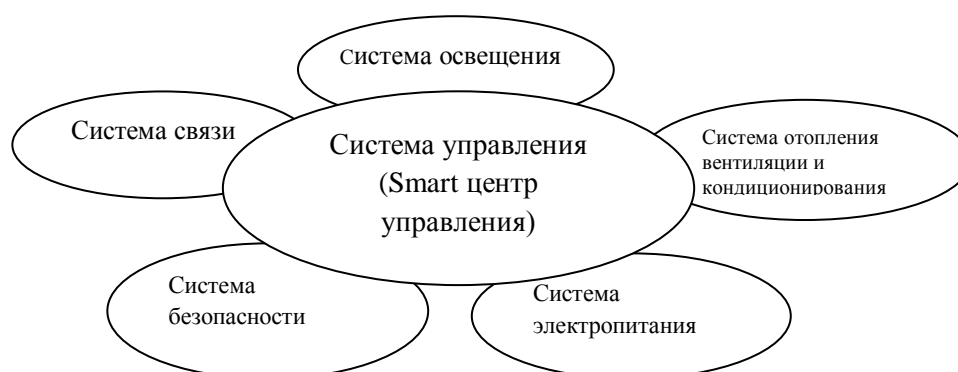


Рис. 13. Составляющие «умного дома».

Программа для ЭВМ «Smart – управление генерацией и потреблением электроэнергии» предназначена для информационной поддержки управления процессами генерации и потребления электроэнергии в рамках распределенной энергетики, когда осуществляется работа множества генерирующих мощностей, а потребитель имеет возможность выбора. Цель программы – минимизация издержек потребителя. Программа обеспечивает формирование, хранение, аналитическую обработку и наглядное представление необходимой для принятия решений информационных данных на основе объектно-ориентированного программирования

Разработка распределенной информационной системы (РИС) даст возможность обработки, анализа и исследования огромных массивов информации, разного рода данных.

С помощью РИС был проведен анализ проектов малых электростанций, получены наборы проектов для различных вариантов финансирования. Так же результат можно просмотреть в виде РЭСТ диаграммы представленной выше, на рисунке 12.

Таким образом, использование программного обеспечения РИС позволяет значительно сократить время, затрачиваемое на проведение инвестиционного анализа, путем исключения заведомо неоптимальных вариантов.

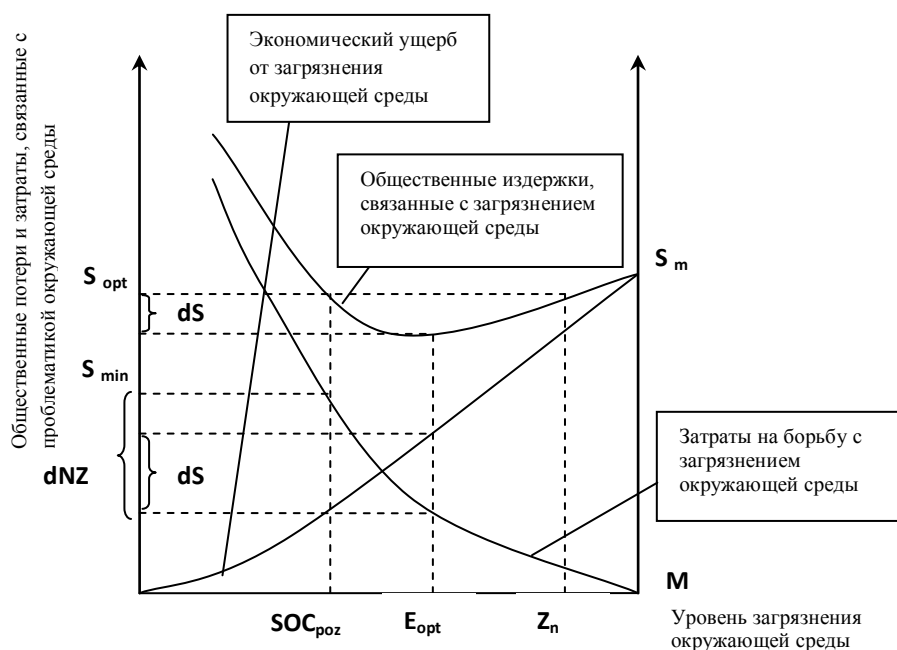
8. На основе методологии осуществлена экологическая оценка предлагаемых мероприятий и выбор оптимальной схемы реализации природоохранных мероприятий для административного района или отдельного предприятия.

Подписание РФ и предстоящая ратификация Парижских климатических соглашений, предусматривающих продажу квот на выбросы парниковых газов (ПГ) заставляют по новому оценить экологическую составляющую энергетических проектов. Квоты образуются за счет сокращения (ликвидации) выбросов ПГ, независимо от места их появления. Поэтому возникает естественный вопрос – почему бы их не получить там где ПГ наносят наиболее ощутимый вред здоровью – в населенных пунктах. В работе четко показано, что выбросы ПГ напрямую коррелируют со здоровьем населения. Обработка массивов информации по выбросам вредных веществ и обусловленные этими выбросами заболевания населения, позволили не только установить источник загрязнения, но и оценить ущерб от загрязнения атмосферы.

В работе обсуждаются проекты малых гидроэлектростанций (МГЭС), рассматриваемых как инфраструктура сухопутного «Шелкового пути», замещающих пылеугольную генерацию, за счет чего образуются квоты. Детально рассматриваются рекомендации по оптимизации системы ГЗУ и газоочистки типичных ТЭЦ с применением высокоэффективного энергетического оборудования (гидроциклоны, ТКВ, автоматизация и СВС – фильтры) в качестве газоочистки, что позволяет получить существенный экономический эффект.

В работе предложены две схемы снижения до нормативных показателей величины выбросов вредных веществ, оформленных в виде методики в целом для административного района, представленной на рисунке 14 и для отдельного предприятия, показанного на рисунке 1.

В представленной на рисунке 14 схеме финансирования мероприятий по охране окружающей среды государственные органы устанавливают допустимый для района уровень загрязнения и контролируют выполнение природоохранных мероприятий всеми предприятиями района.



- где E_{opt} – экономический оптимум качества окружающей среды
 SOC_{poz} – общественно желательное качество окружающей среды (с учетом экономических возможностей);
 S_{min} – необходимый минимум общественных потерь и затрат, связанный с загрязнением окружающей среды;
 dNZ – увеличение расходов на борьбу с загрязнением в связи с обеспечением общественно желательного качества среды;
 dS – уменьшение экономического ущерба от загрязнения в связи с обеспечением общественно желательного качества среды;
 S_{opt} – общественно оптимальный уровень потерь и расходов, связанных с загрязнением окружающей среды и ее охраной;
 Z_n – нежелательный уровень загрязнения окружающей среды;
 S_m – максимально возможный экономический ущерб от загрязнения окружающей среды (в данных условиях модели);
 M – максимально возможный уровень загрязнения окружающей среды (в условиях модели).

Рис. 14. Оптимум качества окружающей среды.

Схема, представленная на рисунке 1 относится к отдельному предприятию, реализующему пакет природоохранных мероприятий, т.е. последовательно осуществляются наиболее эффективные мероприятия, что позволяет менять приоритеты – минимизировать сумму экологических штрафов, максимизировать прибыль или объемы выпускаемой продукции, т.е. предоставляют руководству свободу выбора.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании теоретических, экспериментальных (лабораторных, натуральных, производственных, компьютерных) исследований, опытно-промышленных испытаний разработаны теоретические, методические, концептуальные положения представляющие целостную методологию повышения эффективности электроэнергетики, путем цифровизации и взаимной интеграции производственных и управленческих технологий. Методологию можно представить как рассмотрение и решения группы взаимосвязанных задач в совокупности решающих проблему повышения эффективности:

- сформулированы методологические принципы достижения синергетических эффектов, получаемых в процессе интеграции существующих основных фондов производственного предприятия, имеющихся нематериальных активов, потенциала SMART-технологий, использующихся в системе управления и новых материалов, разработанных на базе нано технологий;

- развиты концептуальные положения экономической эффективности в энергетике в части уточнения понятий ресурсов и потенциала генерирующих источников: показано, что эффективность в постиндустриальной (современной) экономике формируется за счет использования интеграционных стратегий, обеспечивающих объединение ресурсов и компетенций участников;

- выявлены ключевые закономерности развития экономики РФ в условиях технологической революции, повышенных экологических требований и санкционных ограничений, состоящие в переходе от ориентации на внешние источники ресурсов и технологий на внутренние, основанные на согласовании общей стратегии, что способствует формированию потенциала взаимодействия участников;

- обоснована необходимость перехода от экстенсивной «модели развития электроэнергетики России» к цифровой, основанной на ИКТ, GPS – системах, автоматизации и роботизации;

- определена и раскрыта форма реализации механизма «тройной спирали» в распределенной энергетике (энергетике ЖКХ и др.), отличительной особенностью которой является формирование центра SMART управления, базирующего на применении современных информационных технологий;

- предложена технология устойчивого развития энергетики (энергетической системы) основанная на выявлении резервов ее эффективности за счет сочетания имеющихся основных средств, нематериальных активов и использовании средств информационных технологий;

- разработана методика прогнозирования потребностей в тепло-электроэнергии, основанная на показателях энергоемкости ключевых потребителей. Отличительной особенностью такого подхода является то, что в нем систематизированы параметры, влияющие на эффективность энергетики,

что позволяет формировать конкретные целевые показатели и их оценивать по количественным критериям;

- предложен механизм комплексного развития распределенной энергетической системы, основанный на концепции «тройной спирали», с использованием SMART технологий, выделением обособленного центра управления и оценкой вариантов по критериям энергоэффективности и устойчивости;

- на основе общих законов и закономерностей развития энергетики разработана методология повышения эффективности и устойчивости энергетической системы;

- предложена методика принятия инвестиционных и управленческих решений на основе многообъектной модели и попарном сравнении и выборе целей. Данная методика реализована в виде программного средства и апробирована в региональной энергосистеме;

- разработан подход к диагностике устойчивости региональных систем по критерию инвестиционной привлекательности. В отличие от обычных моделей, предложенный вариант базируется на многофакторном анализе и финансово-экономическом и социальном подходах, что позволяет его использовать в режиме «ручного управления», обусловленного экономическим кризисом;

- определены роль и значение ВИЭ и распределенной генерации в решении ключевых задач повышения эффективности и устойчивости развития энергетики РФ. Отличительной особенностью является учет влияния экологических и финансово-технологических ограничений, изменений приоритетов и критериев оценки;

- разработана методология и алгоритм формирования комплексной оценки эффективности энергетики, основанной на предложенной концепции технологического разделения труда и взаимной интеграции производственных, управленческих и автоматизированных технологий, реализующих Программный подход «Индустрия 4.0»;

- на основе проведенного исследования и оценки вариантов развития традиционной пылеугольной энергетики предложены научно-практические рекомендации по повышению ее эффективности, которые включают: зависимость эффективности организаций (предприятий), входящих в кластер (корпорацию «тройной спирали») от числа предприятий и нормы прибыли, бессточную и оборотную системы гидроудаления, автоматизированную систему пылегазоулавливания с SMART центром управления, в совокупности обеспечивающие выполнение нормативных экологических требований.

IV. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ИЗЛОЖЕНЫ АВТОРОМ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ

Публикации в научных журналах, содержащихся в перечне рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации:

1. Алексеева С.А., Квасов И.А. Инвестиции в человеческий капитал как фактор перестройки и модернизации экономики. / С.А. Алексеева., И.А. Квасов // Кадровик. – 2011. - №9. - С.80-88 (0,5 п.л. / 0,2 п.л.).
2. Артамонова Л.С., Квасов И.А. Особенность оценки трудового потенциала регионов в условиях кризиса / Л.С. Артамонова И.А. Квасов // Вестник Московской академии предпринимательства при Правительстве Москвы. – 2015. - № 4.- С. 174-178 (0,4 п.л. / 0,2 п.л.).
3. Артамонова Л.С., Квасов И.А., Шпилькина Т.А. Кадровое обеспечение механизма «тройной спирали» / Л.С. Артамонова, И.А. Квасов, Т.А. Шпилькина // Вестник Государственного университета управления. – 2016. - №6 - С. 183-191 (0,5 п.л. / 0,2 п.л.).
4. Квасов И.А., Бондарева М.В. Эколого-экономическая эффективность проектов / И.А. Квасов, М.В. Бондарева // Экономический анализ: теория и практика. – 2004. - № 11(26). – С. 48-53 (0,4 п.л. / 0,2 п.л.).
5. Квасов И.А., Бондарева М.В. Многообъектная модель принятия решений // И.А. Квасов, М.В. Бондарева // Экономический анализ: теория и практика. – 2005. - № 10(43). – С. 33-39 (0,5 п.л. / 0,2 п.л.).
6. Квасов И.А., Кайгородцев А.А. Роль оптовых продовольственных рынков в решении социальных проблем / И.А. Квасов, А.А. Кайгородцев // Региональная экономика: теория и практика. – 2006. - №7. - С. 58-64. (0,4 п.л. / 0,2 п.л.).
7. Квасов И.А. Особенности формирования межотраслевых кластерных структур / И.А. Квасов // Вестник Московской академии предпринимательства при Правительстве Москвы. – 2010. - № 4. - С. 89-91. (0,2 п.л.).
8. Квасов И.А. Использование нейронных сетей в задачах формирования стратегии развития / И.А. Квасов // Вестник Московской академии предпринимательства при Правительстве Москвы. – 2012. - № 1. - С.54-57. (0,2 п.л.).
9. Квасов И.А. Управление корпорацией на основе мультиобъектного подхода / И.А. Квасов // Вестник Российского нового университета. - 2013. - № 2. - С. 125-129. (0,2 п.л.)
10. Квасов И.А. Новый объектно-ориентированный подход к принятию решений / И.А. Квасов // Научные труды Вольного экономического общества России. - 2013. Т. 170. - С.293-310. (1 п.л.).
11. Квасов И.А. Бутурлакина Е.Г. Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов стран Таможенного Союза / И.А. Квасов, Е.Г. Бутурлакина // Вестник Российского нового университета. – 2014. № 2. С. 152-162. (0,6 п.л. / 0,3 п.л.).
12. Квасов И.А. Принятие управленческих решений в иерархических структурах / И.А. Квасов // Экономика и предпринимательство – 2014. - № 11 (ч.4). - С. 711-718. (0,5 п.л.).
13. Квасов И.А. Механизм системного управления инновационным развитием / И.А. Квасов // Вектор науки. - 2015. - №4 (34) - С.116-121. (0,4 п.л.).

14. Квасов И.А., Левина Н.В. Влияние человеческого капитала на конкурентоспособность социально-экономической системы /И.А. Квасов, Н.В. Левина // Науковедение. – 2015. - №1 Том 7. [Электронный ресурс] URL: <http://naukovedenie.ru/index.php?vol7-2>. (0,8 п.л. / 0,4 п.л.).
15. Квасов И.А., Левина Н.В. Роль человеческого капитала в условиях глобального экономического кризиса / И.А. Квасов, Н.В. Левина // Кадровик – 2015.- №5-6. С.52-57 (0,5 п.л. /0,3 п.л.).
16. Квасов И.А. Применение SMART технологий при решении экономических задач в рамках «тройной спирали»/ И.А. Квасов // Экономика и предпринимательство – 2016. - №4(ч.1) - С.676-681 (0,4 п.л.).
17. Квасов И.А. Механизм «тройной спирали» в электроэнергетике с использованием SMART технологий / И.А. Квасов // Управление экономическими системами - 2016. - № 5 [Электронный ресурс] URL: <http://uecs.ru/teoriya-upravleniya/item/3931-2016-05-13-06-35-33>. (0,5 п.л.).
18. Квасов И.А. Формирование системы SMART управления в распределенной энергетике / И.А. Квасов // Науковедение. – 2016. - №2 Том 8. [Электронный ресурс] URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/121TVN216.pdf>. (0,5 п.л.).
19. Квасов И.А., Бутурлакина Е.Г. Распределенная информационная система сбора и анализ данных для поддержки инвестиционных решений / И.А. Квасов, Е.Г. Бутурлакина // Экономика и предпринимательство. – 2017. - №7. С. 1147-1152 (0,4 п.л. / (0,2 п.л.).
20. Сахаров Г.В., Квасов И.А. Оценка инвестиционных проектов в области энергетики / Г.В. Сахаров, И.А. Квасов // Научные труды вольного экономического общества России – 2011.-№4. - С.283-299 (1 п.л. /0,5 п.л.).
21. Фетисова М.М., Хозяинов М.С., Квасов И.А., Определение эффективности наставничества с помощью KPI / Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6 [Электронный ресурс] URL:<https://science-education.ru/ru/article/view?id=15444> (0,6 п.л. / 0,2 п.л.).
22. Хозяинов М.С., Квасов И.А. Управление рисками: полуэмпирический анализ / М.С. Хозяинов, И.А. Квасов // Проблемы современной экономики. – 2015. - №2(54). - С. 157-160. (0,6 п.л. / 0,2 п.л.).

Монографии

23. Бондарева М.В., Квасов И.А. Многокритериальный анализ: оценка инвестиций. / М.В. Бондарева, И.А. Квасов - Нижневартовск: ООО «Северный город». - 2005. - 156 с. (10 п.л. / 5 п.л.).
24. Квасов А.И., Азаматов Б.Н., Квасов И.А., Азаматова Ж.К. Новые автоматизированные технологии гидрозолоудаления и пылегазоулавливания с использованием СВС материалов/ Квасов А.И., Азаматов Б.Н., Квасов И.А., Азаматова Ж.К.- Усть-Каменогорск: ВКГТУ. 2017.-181 с. (10 п.л. /3 п.л.).
25. Квасов И.А. Геоэкологические проблемы энергетики Восточного Казахстана / И.А. Квасов – Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2003. – 159 с. (10 п.л.).

26. Квасов И.А. Моделирование размещения объектов энергетики с учетом инвестиционной привлекательности регионов Казахстана и России / И.А. Квасов - М., Научные технологии, 2014 г. - 234 с. (14,6 п.л.)
27. Квасов И.А. Цифровизация и интеграция технологий и управления – механизм повышения эффективности / И.А. Квасов – М.: Научные технологии, 2017 – 303 с. (18,9 п.л.).

Публикации в других изданиях
28. Азаматов Б.Н., Квасов И.А., Экспериментальное изучение работы гидроциклонов с изменяемой геометрией / Б.Н. Азаматов, И.А. Квасов // Вестник ВКГТУ – 2017. - № 2(76). - С.33-39. (0,4 п.л. / 0,2 п.л.).
29. Бондарева М.В., Квасов И.А. Применение многокритериального подхода для повышения эффективности природоохранных программ / Современные проблемы, тенденции и перспективы управления региональными социально-экономическими системами / М.В. Бондарева, И.А. Квасов // Материалы Международной научно-практической конференции, 6-7 ноября 2002 г. ВКГУ. – Усть-Каменогорск. – 2002. С. 47-55. (0,4 п.л. / 0,2 п.л.).
30. Бондарева М.В., Квасов И.А. К вопросу выбора проектов по эколого-экономическим критериям / М.В. Бондарева, И.А. Квасов // Научные труды Западно-Сибирского Института финансов и права. – 2003. № 2. С. 56-63 (0,5 п.л. / 0,2 п.л.).
31. Бондарева М.В., Квасов И.А., Глазырина Л.М. Принятие решений на основе критериального подхода / М.В. Бондарева, И.А. Квасов, Л.М. Глазырина // Индустриально-инновационная политика – новый этап развития Казахстана / Материалы международной научно-технической конференции. – 2003. С. 114-122 (0,5 п.л. / 0,2 п.л.).
32. Бондарчук Н.В., Квасов И.А. Особенности построения системы SMART управления энергетикой ЖКХ/ Н.В. Бондарчук, И.А. Квасов // Вестник ИЭАУ. - 2017 г.- № 17. [Электронный ресурс] URL: <http://ieau.ru/nauka-v-ieau/vestnik-ieau/publikacii-zhurnala-vestnik-ieau/vestnik-ieau-2017.-n-17/> (1 п.л. / 0,5 п.л.).
33. Квасов И.А. Обоснование природоохранной программы (на примере г. Усть-Каменогорска) / И.А. Квасов // Материалы международной научно - практической конференции «Экономические реформы и совершенствование системы управления на предприятиях Казахстана и России». –2001. Ч. 1. С. 219-227 (0,4 п.л.)
34. Квасов И.А. Рекомендации по организации бессточной системы водоснабжения для ТЭЦ Казахстана / И.А. Квасов // Материалы международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030». - 2001. С. 136-144 (0,5 п.л.).
35. Квасов И.А. К вопросу о рациональности выбора и принятия решений / И.А. Квасов // Материалы III Международной научной конференции (8-9 декабря 2005 г.). – Нижневартовск. – 2005. С. 108-115 (0,5 п.л.)

36. Квасов И.А. Управление производственно-технологическими процессами средствами автоматизации / И.А. Квасов // Вестник РГАЗУ.– 2008. - № 1(46) - с. 78-90 (0,8 п.л.).
37. Квасов И.А. К вопросу об инновациях в промышленности / И.А. Квасов // Материалы международной научно-практической конференции: Модернизация экономики и общества и инновационный путь развития России. 22 декабря 2010 г., Москва, НОУ ВПО «СФГА» - 2010. С.98-101 (0,1 п.л.).
38. Квасов И.А. Взаимосвязь стратегического и операционного уровней управления / И.А. Квасов // Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экономика знаний и рынок: проблемы взаимодействия» - 2011. - Т.2. с. 136-144 (0,5 п.л.).
39. Квасов И.А., Троеглазова Е.Г. Применение сценарного подхода для определения оптимального набора проектов / И.А. Квасов, Е.Г. Троеглазова // Материалы международной научно-практической конференции: Наш общий дом – Алтай. Международное партнерство: наука, экономика, образование, культура, туризм 3 июня 2008 г., Усть-Каменогорск, - 2008. С. 79-84 (0,4 п.л. / 0,2 п.л.)
40. Мосейкин Ю. Н., Квасов И. А. Применение технологии нейронных сетей для поддержки системы принятия инвестиционных решений при управлении устойчивым развитием региона / Ю.Н. Мосейкин, И.А. Квасов // Вестник ИЭАУ – 2017. - № 18 г. [Электронный ресурс] URL: <http://www.ieau.ru/nauka-v-ieau/vestnik-ieau/publikacii-zhurnala-vestnik-ieau/vestnik-ieau-2017.-n-18/> (0,8 п.л. / 0,4 п.л.).
41. Мосейкин Ю. Н., Квасов И. А. Цифровизация как глобально-стратегический фактор управления устойчивым развитием социально-экономической системы / Ю.Н. Мосейкин, И.А. Квасов // Вестник ИЭАУ – 2017. - № 18 г. [Электронный ресурс] URL: <http://www.ieau.ru/nauka-v-ieau/vestnik-ieau/publikacii-zhurnala-vestnik-ieau/vestnik-ieau-2017.-n-18/> (1 п.л. / 0,5 п.л.).
42. Мутанов Г.М., Квасов И.А., Бакланов А.Е., Куриленко Е.А., Бакланова О.Е. Исследование влияния вредных выбросов промышленных предприятий в атмосферу на состояние здоровья населения с использованием OLAP – технологии / Г.М. Мутанов, И.А. Квасов, А.Е. Бакланов, Е.А. Куриленко, О.Е. Бакланова // Вестник ВКГТУ. – 2007. - №3, С. 103-111. (0,5 п.л. / 0,2 п.л.).
43. Buturlakina E.G., Kvasov I.A. Multi-agent distributed information system of investment decision support / Reports of national Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan № 8, 2017. p.38-47 (0,5 п.л. / 0,2 п.л.).

КВАСОВ ИВАН АНДРЕЕВИЧ (Россия)
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ПУТЕМ
ЦИФРОВИЗАЦИИ И ВЗАИМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

В диссертации разработан и обоснован новый подход к повышению эффективности производственной деятельности предприятий электроэнергетики путем внедрения трех взаимноинтегрированных технологий: инновационно-производственных, Smart – технологий управления и сопутствующих автоматизированных, что позволит регулировать, контролировать и, в конечном счете, оптимизировать не отдельные блоки, а всю технологическую цепочку. Учитываются реально сложившаяся ситуация, внедрение инноваций и элементов цифровой экономики, новые принципы и механизмы принятия управленческих и инвестиционных решений, а также отраслевая специфика.

Теоретическая значимость и научная новизна исследования состоит в разработке методологии многокритериального повышения эффективности электроэнергетики и ее оценки. Предлагаемая методология отличается платформенным подходом к решению проблемы, использованием триады технологий, выбором и обоснованием критерия оптимизации, объектно-ориентированным методом отбора управленческих и инвестиционных решений, практической реализацией в авторском программном обеспечении.

В рамках работы решены задачи определения потребности в электроэнергии, эколого-экономической оценки природоохранных мероприятий и разработки механизма их оптимизации, дана оценка эффективности проектов строительства малых ГЭС.

KVASOV IVAN (Russia)
IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY
THROUGH DIGITALIZATION AND INTEGRATION OF PRODUCTION AND
MANAGEMENT TECHNOLOGIES

The thesis developed and justified a new approach to improving the efficiency of production activities of electric power enterprises through the introduction of three mutually integrated technologies: innovative production, Smart – control technologies and related automated, which will regulate, control and, ultimately, optimize not individual blocks, and the entire technological chain. Taking into account the actual situation, the introduction of innovations and elements of the digital economy, new principles and mechanisms of management and investment decisions, as well as industry specifics.

The theoretical significance and scientific novelty of the study is to develop a methodology for multi-criteria increase in the efficiency of the electric power industry and its evaluation. The proposed methodology is characterized by a platform approach to solving the problem, the use of a triad of technologies, the choice and justification of optimization criteria, object-oriented method of selection of management and investment decisions, practical implementation in the author's software.

Within the framework of the work, the tasks of determining the need for electricity, environmental and economic assessment of environmental measures and developing a mechanism for their optimization were solved, the efficiency of small hydropower projects was evaluated.