

На правах рукописи

РЕШНЁВА ЕКАТЕРИНА



**УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
СЕКТОРА В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ТОПЛИВНЫХ
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

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

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук**

Санкт-Петербург – 2020

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»

Научный руководитель –

доктор экономических наук, профессор

Пономаренко Татьяна Владимировна

Официальные оппоненты:

Кныш Валентин Андреевич

доктор экономических наук, профессор, институт экономических проблем им. Г.П. Лузина Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», главный научный сотрудник;

Новикова Ольга Валентиновна

кандидат экономических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Высшая школа атомной и тепловой энергетики Института энергетики СПбПУ Петра Великого, доцент.

Ведущая организация - федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», г. Санкт-Петербург.

Защита диссертации состоится 25 декабря 2020 г. в 13 ч 00 мин на заседании диссертационного совета ГУ 212.224.05 Горного университета по адресу: 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, дом 2, ауд. 1171а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Горного университета и на сайте www.spmi.ru.

Автореферат разослан 23 октября 2020 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



ВАСИЛЬЕВ
Юрий Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Энергетический сектор играет ключевую роль в развитии как национальной, так и глобальной экономики, при этом рост зависимости промышленности, аграрного сектора, транспорта, компаний и населения от энергетики обусловлен стремлением общества к улучшению качества жизни. Рост потребления энергии и расширение способов ее использования требует устойчивого функционирования энергетического сектора. Устойчивое развитие (УР) энергетического сектора оказывает влияние на энергетическую безопасность, окружающую среду, здоровье и образ жизни населения, экономические отношения в обществе.

Достаточно низкий уровень развития энергетического сектора характерен для многих стран с переходной экономикой, на что указывают их значения индекса энергетической устойчивости Мирового Энергетического Совета (МЭС) и места во второй сотне рейтинга из 130 оцениваемых стран. Например, в 2019 году Республика Молдова (РМ) занимала в общем рейтинге 107 место, последнее среди европейских стран, в том числе по критериям энергетической безопасности 120 место, энергетического равенства - 98 место, экологической устойчивости - 106 место. Необеспеченность собственными топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР), низкая энергоэффективность, устаревшие энергетическое оборудование и линии электропередач, потери в энергетической системе обуславливают рост энергозависимости, тарифов и снижение доступности электроэнергии для населения.

Это определяет актуальность обеспечения устойчивого развития национального энергетического сектора в странах с переходной экономикой, не имеющих собственных энергетических ресурсов, с уровнем дохода ниже среднего и неэффективным энергетическим сектором.

Степень разработанности темы исследования

Устойчивое развитие энергетического сектора включает широкий круг вопросов, связанных с трактовкой и измерением устойчивого развития энергетики (Д. Л. Грин, О. Ю. Аполонский, Т. Г. Зорина, И. Ю. Загоруйко, В. В. Юрак), исследованием устойчивости энергетических систем в России (В. П. Лузгин, В. В. Бушуев, А. М. Мастепанов), в развитых странах и странах с переходной экономикой (И. Комендант, М. Пашке), разработкой концепции энергетической безопасности (О. В. Кондраков, Н. И. Воропай, В. Л. Уланов, Е. В. Быкова, Г. Г. Дука, В. М. Постолатий, В. И. Рясин), обоснованием направлений развития энергетического сектора (А. М. Мастепанов, В. Г. Родионов, Л. В. Чайка), диверсификацией источников генерации энергии (В.С. Литвиненко), оценкой эффективности использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) (А. Е. Череповицын, Б. Н. Порфирьев, А. И. Кузовкин, А. Б. Алхасов, А. В. Зимаков, Б. В. Лукутин, Р. К. Бехл, Чирас Дан, инновационного развития энергетики (Ю. Л. Александров), управлением энергоэффективностью (О. В. Новикова, М. Ван дер Хувен, К. Пэунеску, П. Толландэр, М. Шульз, Г. Нехлер, М. Отгоссон), конкуренцией на энергорынке (Ю. К. Шафраник, В. А. Волконский, М. М. Хайкин и В. А. Кныш), управлением рисками в электроэнергетике (М. Б. Игнатъев, А. Е. Карлик, Б. Л. Кукор, В. В. Платонов, Е. А. Яковлева) и смежными вопросами.

Несмотря на значительное внимание в российской и зарубежной науке к проблематике развития энергетического сектора и представительное число научных публикаций, специфика развития энергетического сектора в странах с переходной экономикой, имеющих дефицит собственных энергетических ресурсов, требует исследований в области обоснования альтернатив устойчивого развития.

Цель исследования - обоснование методического подхода к устойчивому развитию энергетического сектора в странах с переходной экономикой, не имеющих собственных энергетических

ресурсов, с учетом требований энергетической безопасности, энергетического равенства, экологической устойчивости.

Основная научная идея - разработан методический подход к оценке и выбору альтернатив развития энергетического сектора в странах с переходной экономикой, имеющих дефицит энергоресурсов, направленный на обеспечение энергетической безопасности, энергетического равенства, экологической устойчивости, с учетом концепции «энергетической трилеммы», систематизированных проблем кризисного состояния и выявленных факторов устойчивого развития энергетического сектора.

Основные задачи исследования:

1. Анализ концепций и разработка принципов устойчивого развития энергетического сектора в странах с переходной экономикой;

2. Анализ состояния, энергетической и экономической эффективности, проблем функционирования энергетики в странах с переходной экономикой и дефицитом энергетических ресурсов (на примере Республики Молдова), с учётом влияния государственного регулирования;

3. Исследование факторов устойчивого развития для обоснования направлений развития энергетического сектора в странах с переходной экономикой и дефицитом энергоресурсов (на примере Республики Молдова);

4. Разработка методического подхода к оценке альтернатив развития энергетического сектора в странах с переходной экономикой с применением многокритериального анализа решений (МКАР).

Предметом исследования являются управленческие отношения, возникающие в процессе функционирования и развития энергетического сектора в странах с переходной экономикой и дефицитом собственных энергоресурсов.

Объектом исследования является энергетический сектор европейских стран с переходной экономикой и дефицитом собственных энергоресурсов, в частности, Республики Молдова.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

1. Уточнена трактовка и обоснованы принципы устойчивого развития энергетического сектора в странах с переходной экономикой, включая диверсификацию энергоресурсов и источников генерации энергии, энергоэффективность, социальную доступность энергии и экологизацию производства;

2. Выявлены проблемы устойчивого развития энергетического сектора в Республике Молдова, к которым относятся дефицит электроэнергии, отсутствие собственных энергетических ресурсов при наличии потенциала «зелёной энергетики», высокая степень износа энергетического оборудования, недостаток инвестиций для развития, растущая энергозависимость страны и низкая энергоэффективность экономики;

3. Выявлены 4 группы специфических факторов устойчивого развития энергетического сектора Республики Молдова, включая экономические, социальные, экологические, государственное регулирование;

4. Разработан методический подход к выбору альтернатив устойчивого развития энергетического сектора Республики Молдова с применением многокритериального анализа решений (МКАР).

Теоретическая и практическая значимость работы

Диссертационное исследование направлено на расширение научного знания в области методических подходов к выбору альтернатив устойчивого развития энергетического сектора стран с переходной экономикой, имеющих дефицит энергоресурсов.

Значимость исследования заключается в возможном использовании органами государственного управления энергетическим сектором разработанных предложений по выбору и обоснованию альтернатив устойчивого развития энергетики в странах с переходной экономикой, имеющих дефицит энергоресурсов.

Разработана программа для ЭВМ «Программа по применению МКАР при выборе направления развития энергетического сектора Республики Молдова».

Методология и методы исследования

Использованы научные исследования отечественных и зарубежных ученых в области устойчивого функционирования и развития энергетического сектора; законодательные и нормативные акты, регулирующие энергетический сектор Республики Молдова; методы технико-экономического, стратегического, статистического, отраслевого анализа и экономико-математического моделирования.

Положения, выносимые на защиту:

1. Энергетический комплекс стран с переходной экономикой с дефицитом собственных энергоресурсов должен функционировать на основе управленческой доктрины «энергетической трилеммы», с применением принципов диверсификации энергоресурсов и источников генерации энергии, энергоэффективности, социальной доступности энергии и экологизации производства, что будет создавать предпосылки для его устойчивого развития и обеспечивать на этой фундаментальной основе устойчивое развитие экономики.

2. Выявленные в результате проведенного стратегического анализа состояния энергетического сектора Республики Молдова факторы, включающие экономические (потребность в инвестициях для развития и отсутствие собственных энергетических ресурсов при наличии потенциала «зелёной энергетики»); социальные (тарифное регулирование и требования к безопасности энергоснабжения); экологические (экологическая устойчивость); государственное регулирование (модернизация энергетической системы и необходимость в трансграничных взаимодействиях), должны определять выбор альтернатив устойчивого развития.

3. Оценку альтернатив устойчивого развития энергетического сектора Республики Молдова следует проводить на основе метода многокритериального анализа и разработанного комплексного показателя, включающего показатели текущей стоимости инвестиций, среднего тарифа на электроэнергию, степени

энергетической безопасности, конкуренции на национальном энергетическом рынке, транзитной мощности, воздействия на окружающую среду, сложности операционного управления.

Степень достоверности результатов исследования подтверждается соответствием методологии исследования основным положениям теорий и концепций управления, стратегического менеджмента, анализа, прогнозирования, экономико-математического моделирования; сбором, обработкой и анализом значительного объема фактических данных по энергетическому сектору Республики Молдова и других стран с переходной экономикой из официальных источников.

Апробация результатов

Главные идеи и научные результаты диссертационного исследования были представлены на научных конференциях международного уровня:

- 7-я Международная научно-практическая конференция молодых ученых и студентов «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» (Тульский государственный университет, 2017 г.);

- Международный форум-конкурс молодых ученых «Проблемы недропользования» (Санкт-Петербургский горный университет, 2018 г.), диплом II степени;

- Международный семинар «V International scientific conference management, economics, ethics, technics - MEET 2019» (Санкт-Петербургский горный университет, 2019 г.);

- Российский этап Международного конкурса молодых учёных «Актуальные проблемы недропользования» (Санкт-Петербургский горный университет, 2020 г.).

Практическая реализация

Результаты диссертационного исследования, а также разработанный программный продукт могут применяться при выборе альтернатив развития энергетического сектора. Полученные результаты могут использоваться в учебном процессе при изучении дисциплин «Методы принятия управленческих решений»,

«Мультипроектное управление», «Аналитическое обеспечение бизнес-решений» и других.

Информационная база исследования

Статистические данные Мирового Энергетического Совета, Всемирного банка, Eurostat; Национального бюро статистики РМ, Агентства по энергоэффективности РМ; нормативно-правовые документы в области регулирования энергетического сектора; аналитические и статистические данные Министерства экономики и инфраструктуры РМ, оператора передающей системы РМ ГП «Moldelectrica», корпоративной отчетности энергетических компаний, официальных сайтов Мировой энергетической статистики, Мирового атласа данных.

Личный вклад автора заключается в постановке и реализации цели и задач диссертационного исследования, обосновании принципов устойчивого развития энергетического сектора в странах с переходной экономикой, анализе проблем и выявлении факторов, определяющих устойчивое развитие энергетического сектора Республики Молдова, разработке методического подхода к выбору альтернатив развития энергетического сектора Республики Молдова с применением многокритериального анализа решений (МКАР), разработке и апробации программы для ЭВМ.

Публикации по работе

По теме диссертационного исследования опубликовано 6 печатных работ, в том числе 3 работы в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук, 1 работа - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Структура работы обусловлена целью и задачами диссертационного исследования. Диссертация состоит из введения, трех глав, включающих 10 подразделов, заключения, списка

литературы и приложений. Работа содержит 35 рисунков, 15 таблиц и 3 приложения. Библиографический список содержит 155 наименования. Общий объем работы составляет 177 страниц машинописного текста.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д.э.н. Т.В. Пономаренко, заведующему кафедрой Организации и Управления д.э.н. А.Е. Череповицыну, к.э.н. М.А. Невской и к.э.н. А. Ю. Никулиной и всему коллективу кафедры Организации и Управления Горного университета за помощь в подготовке диссертации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы научного исследования, сформулированы цели и основные задачи диссертации, определены предмет и объект исследования, сформированы основные элементы научной новизны, представлены теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе «Оценка современного состояния развития энергетики как инфраструктурной отрасли экономики в странах с переходной экономикой» на основе сравнительного анализа европейских стран с переходной экономикой обоснован выбор объекта исследования – энергетический сектор Республики Молдова, определены значение и отраслевые особенности энергетического сектора, исследованы показатели энергоэффективности и энергосбережения, экономической эффективности централизованного и децентрализованного энергоснабжения населения, обоснована возможность применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) как фактора УР энергетики и проведен анализ методов государственного регулирования в области энергетики в РМ.

Во второй главе «Проблематика устойчивого развития энергетического сектора Республики Молдова и разработка направлений ее решения» исследованы концепции УР и принятые в международной практике методы оценки УР энергетического

сектора, обоснованы принципы УР, выполнены анализ и оценка факторов УР энергетического сектора РМ, с применением стратегического анализа даны характеристики стратегических направлений развития энергетического сектора РМ.

В третьей главе «Разработка методического подхода к выбору альтернатив устойчивого развития энергетического сектора в странах с переходной экономикой» исследованы методы обоснования стратегических решений в энергетическом секторе, обоснован методический подход к УР на основе многокритериального анализа решений (МКАР), разработаны экономико-математическая модель и программа для ЭВМ «Применение МКАР выбора направления развития энергетического сектора Республики Молдова», выполнены оценки 8 альтернатив развития энергетического сектора и обоснованно выбрана лучшая альтернатива.

В заключении представлены основные результаты диссертационного исследования, обобщены выводы и предложения, направленные на УР энергетического сектора стран с переходной экономикой.

Основные результаты исследования отражены в следующих защищаемых положениях.

1. Энергетический комплекс стран с переходной экономикой с дефицитом собственных энергоресурсов должен функционировать на основе управленческой доктрины «энергетической трилеммы», с применением принципов диверсификации энергоресурсов и источников генерации энергии, энергоэффективности, социальной доступности энергии и экологизации производства, что будет создавать предпосылки для его устойчивого развития и обеспечивать на этой фундаментальной основе устойчивое развитие экономики.

С середины 1980-х гг. исследования в области устойчивого развития, с точки зрения методологии и практики применения, перешли в активную фазу. Устойчивое развитие комплексно характеризуется с трех основных сторон:

- 1) *экономическая устойчивость* - развитие производственного, естественного, человеческого и социального капитала для обеспечения и развития экономического производства;
- 2) *экологическая устойчивость* - рассматривается как сохранение экосистем и природных ресурсов для устойчивого экономического производства на сегодняшний день и для будущих поколений;
- 3) *социальная устойчивость* - представляет собой социальное равенство, полное удовлетворение базовых потребностей всех слоев населения, а также имеется непосредственная связь с экологической и экономической устойчивостью.

Исследования в области устойчивого развития проводились применительно к различным областям, включая инфраструктурную энергетическую отрасль. В энергетической отрасли устойчивое развитие следует концепции «энергетической трилеммы», включающей требования к безопасной, доступной для всего населения и экологически чистой энергии.

В мировой практике разработаны два подхода к измерению устойчивого развития энергетического сектора страны: с применением комплексного индикатора или системы показателей. Комплексный индикатор представлен в отчете Мирового Энергетического Совета, ранжирует страны согласно индексу энергетической устойчивости (Energy Sustainability Index). Последний оценивает энергетическую устойчивость по трем измерениям и тесно связан с «энергетической трилеммой»:

- *энергетическая безопасность (30%)* отражает способность страны удовлетворять текущие и будущие потребности в энергии, оценивает эффективность управления энергетическим сектором, а также надежность и устойчивость энергетической инфраструктуры;
- *энергетическое равенство (30%)* оценивает способность страны обеспечить всеобщий доступ к надежным и недорогостоящим источникам энергии, экологически чистым видам топлива и технологиям, а также уровень благосостояния, которое основано на потреблении и доступности электроэнергии, газа и топлива;
- *экологическая устойчивость (30%)* представляет собой возможности энергетического сектора страны предотвращать

потенциальный экологический ущерб, изменение климата, фокусируется на эффективности производства, передачи и распределении энергии, декарбонизации и качестве воздуха.

С 2019 года предложен новый критерий - *национальная обстановка (страновая) (10%)* для отражения институциональных и макроэкономических различий между странами, оценивающий стабильность энергетической политики, качество нормативно-правовой базы, НИОКР и инновационные технологии, а также привлечение инвестиций.

Второй подход к индексу энергетической устойчивости разработан Институтом технологий Джорджии для оценки устойчивого развития энергетики США и поэтому применяется ограниченно.

На основе анализа литературы сделан вывод о том, что в основу устойчивого развития энергетического сектора стран с переходной экономикой должна быть положена «энергетическая трилемма». Для конкретизации ее применения предложены 4 принципа устойчивого функционирования энергетических систем развивающихся стран:

- *принцип диверсификации энергоресурсов и источников генерации энергии* основан на постоянном развитии энергетического сектора, с использованием различных энергоресурсов и способов генерации энергии, что будет снижать энергозависимость и положительно влиять на энергетическую безопасность страны.

Диверсификация энергоресурсов и источников генерации энергии осуществляется при наличии в стране различных видов энергоресурсов (природный газ, нефтепродукты, уголь) и возможностей генерировать электро- и теплоэнергию различными способами. По данным Национального бюро статистики (НБС) за 2017 год, Республика Молдова обеспечена собственными энергетическими ресурсами на 26,2%, остальная часть - импортируется. В стране есть возможность диверсификации источников генерации энергии за счет потенциала «зелёной энергетики». Исследование Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) показало, что

Республика Молдова располагает обширным техническим потенциалом возобновляемой энергии, оцениваемым в более чем 21 ГВт. Эта мощность в 10 раз превышает действующую установленную мощность всех электростанций страны.

- *принцип обеспечения энергоэффективности* для снижения расхода используемых энергетических ресурсов (или природного капитала) и повышения эффективности функционирования воспроизведенного капитала (для создания добавленной стоимости).

Энергоэффективность достигается при использовании энергетическими установками и предприятиями других отраслей экономики меньшего количества энергии для производства продукции, работ, услуг того же количества и качества. Реализация принципа энергоэффективности направлена на снижение коммунальных расходов для населения, расхода ТЭР, повышение производительности, конкурентоспособности страны, ограничение выбросов парниковых газов в атмосферу для окружающей природной среды, снижение затрат на топливо и инвестиций на строительство и ввод новых мощностей для энергетических компаний. Рост энергоэффективности важен для стран с переходной экономикой, т.к. они, как правило, не имеют достаточных инвестиционных ресурсов, не получают высокой добавленной стоимости, имеют незначительный ВВП. Энергоэффективность выступает рычагом роста социально-экономической эффективности функционирования национальной экономики.

- *принцип обеспечения социальной доступности энергии* связан с темпами прироста населения, экономическими (уровень заработной платы) и техническими факторами (резервы производственной мощности для обеспечения населения электро- и теплоэнергией в необходимом количестве и регламентированного качества).

По доступности электроэнергии (количеству кВт•ч, которое может купить житель страны на среднюю заработную плату) РМ в 2019 году находилась на последнем месте среди европейских стран (3 069 кВт•ч).

- принцип экологизации производства энергии, необходимый для снижения антропогенного воздействия энергетики на окружающую природную среду.

Экологизация производства энергии - это инструмент обеспечения экологической безопасности, минимизирующий экологический риск и негативное воздействие на окружающую среду при производстве электроэнергии/теплоэнергии. В РМ объем выбросов CO₂ на душу населения составил 2,0 т (2018 г), при этом характеризуется тенденцией к росту с 2000 года.

2. Выявленные в результате проведенного стратегического анализа состояния энергетического сектора Республики Молдова факторы, включающие экономические (потребность в инвестициях для развития и отсутствие собственных энергетических ресурсов при наличии потенциала «зеленой энергетики»); социальные (тарифное регулирование и требования к безопасности энергоснабжения); экологические (экологическая устойчивость); государственное регулирование (модернизация энергетической системы и необходимость в трансграничных взаимодействиях), должны определять выбор альтернатив устойчивого развития.

Республика Молдова находится в сложном социально-экономическом положении. Энергетическая система была разработана как часть энергетической системы Советского Союза. Анализ показал, что потребность в электроэнергии значительно превышает объем собственного производства, поэтому 75 % электроэнергии импортируется (Рисунок 1).

РМ обладает незначительными энергетическими ресурсами, включая твердое топливо, нефть и газ, в связи с этим является энергозависимой (Рисунок 2).

Для производства электроэнергии и тепловой энергии преимущественно используется природный газ (91,1%). Структура потребления энергии в странах с переходной экономикой, как правило, отличается от развитых стран. Например, в РМ половину всей энергии потребляет население, большую часть среди промышленных потребителей – транспорт (28%).

При отсутствии традиционных энергоресурсов, РМ имеет потенциал развития «зелёной энергетики» по следующим направлениям:

- гидроэнергия, включает 1 ГЭС с проектным объемом генерации 130 млн. кВт*ч;
- ветроэнергетика - территория с ветровым потенциалом в 400-600 Вт/м², занимающая общую площадь в 1830 км²;
- солнечная энергия - среднегодовая выработка солнечной энергии составляет около 1100 кВт/ч на м² в год;
- биомасса - более 1,7 млн. тонн биомассы, которая может быть использована для производства около 5,8 млн МВт чистой энергии, или 50% объемов импортируемого газа;
- биогаз - действует биогазовая установка на сахарном заводе Sudzucker Moldova мощностью 3,6 МВт/ч.

Анализ показал, что действующие электростанции комбинированного цикла (ТЭЦ) являются устаревшими и неэффективными, что негативно отражается на объеме генерации и себестоимости произведенной электроэнергии. Все электростанции работают в режиме основной нагрузки, не имея доступных резервов производственной мощности.

Современное экономическое состояние РМ характеризуется недостатком инвестиций. Как показывает статистика, чистый приток прямых инвестиций в страну значительно сократился с 2007 года (12,2%) и составил только 2,7 % от ВВП в 2018 году.

В РМ имеет место нескоординированное увеличение тарифов на энергию и энергоносители. Темпы роста тарифов на энергию и цены на энергоносители опережали макроэкономические показатели. Структура тарифа на электроэнергию для населения включает: закупочную стоимость (60%), транспортировку (8%), распределение электроэнергии (30%), поставку (2%). Поэтому государственное регулирование тарифов на электроэнергию должно быть направлено на рост общественного благосостояния.

РМ является импортером энергоносителей и электроэнергии с практически не диверсифицированным энергетическим сектором. РМ зависима от импорта энергии в размере 75% от двух источников:

Украины и Молдавской ГРЭС. Основным источником собственной электроэнергии являются тепловые электростанции, которые работают на газе, угле и мазуте (Таблица 1).

Импорт электроэнергии из Украины сократился в последние годы вследствие внутреннего дефицита в стране, в настоящее время Молдавская ГРЭС является ключевым поставщиком.

Уровень энергоёмкости в РМ значительно превышает европейский (8,39 МДж на доллар ВВП), в Польше, Румынии, Литве - 4 МДж на доллар ВВП, в развитых странах - 2 МДж на доллар ВВП. Это обусловлено низкой эффективностью преобразования энергии, устаревшими технологиями, моральным и физическим износом оборудования и высокими электро- и теплопотерями в системах. Возможен рост уровня энергоёмкости в будущем вследствие недоинвестирования в обновление энергетического оборудования и линий электропередач.

На основе анализа выявленных проблем и их последствий, выявлены угрозы для энергетической безопасности РМ:

- увеличивающаяся зависимость от импорта энергетических ресурсов, в частности, природного газа (50 % в общем импорте);
- недостаток производственных мощностей для собственной генерации электроэнергии (30 % от общей потребности) и невозможность их полного использования (25 %);
- предельная перегрузка линий электропередачи, что предоставляет опасность отключения при любых изменениях схемы и режима работы энергосистемы;
- незначительный уровень резерва установленных мощностей электроэнергетической системы вследствие недостаточного участия собственных источников электроэнергии в покрытии баланса мощности, неоптимальной энергетической схемы и недостаточной пропускной способности внутренних и внешних межсистемных высоковольтных связей, возникновение аварийных ситуаций и полный сбой электроснабжения;
- значительные потери электроэнергии и теплоэнергии (более 20%);
- высокий износ энергетического оборудования, зданий и сооружений (в среднем 60-70 %);

- недостаточное инвестирование в ремонт, модернизацию и строительство в энергетическом секторе, и существенное отставание от других отраслей;
- нескоординированное увеличение тарифов на энергию и энергоносители;
- организационно-управленческие проблемы, связанные с изменением форм собственности и отсутствием единого управления в отрасли, ограничивающие возможности успешной реализации государственных программ и стратегий в энергетическом секторе.

На основе проблем, обусловивших кризисное состояние энергетического сектора РМ, выявлены факторы устойчивого развития, включая, экономические, социальные, экологические, а также государственное регулирование.

3. Оценку альтернатив устойчивого развития энергетического сектора Республики Молдова следует проводить на основе метода многокритериального анализа и разработанного комплексного показателя, включающего показатели текущей стоимости инвестиций, среднего тарифа на электроэнергию, степени энергетической безопасности, конкуренции на национальном энергетическом рынке, транзитной мощности, воздействия на окружающую среду, сложности операционного управления.

Анализ отраслевой литературы и публикаций российских и зарубежных авторов, включая академические исследования, показал, что для разработки направлений стратегического развития энергетической отрасли на национальном уровне применяются следующие методы: отраслевое, научно-техническое и макроэкономическое прогнозирование, формирование энергетического и межотраслевого баланса (МОБ), матриц «затраты-выпуск», анализ «издержки-выгоды», разработка согласованных государственных стратегий, политик, программ и планов. Данные методы требуют высокого уровня государственного стратегического планирования и прогнозирования на национальном уровне по отраслям, а также развитого методического инструментария.

Для оценки и выбора направлений отраслевого развития могут применяться различные методы оптимизации. Анализ показал, что в энергетическом секторе многокритериальный анализ решений (МКАР) применяется при обосновании проектов технического перевооружения, при выборе вариантов строительства электростанций, энергообъектов, работающих на ВИЭ, т.е., для решения стратегических задач различного уровня. Целью МКАР является методическое и инструментальное обеспечение выбора решения в соответствии с заданными критериями, определенными заинтересованными сторонами.

Для оценки альтернатив развития энергетического сектора РМ выбран количественный подход МКАР по следующим причинам. Во-первых, рассматриваются разнородные факторы, что характеризует разнонаправленность разработанных показателей, во-вторых, по альтернативам собраны и систематизированы количественные исходные данные со значениями показателей, в-третьих, обеспечивается прозрачность и воспроизводимость процесса выбора альтернативы. Для оценки направлений развития энергетического сектора РМ с учетом сформулированных принципов и выявленных факторов УР были проанализированы исходные варианты Всемирного банка и ESMAP (Программа содействия управлению энергетическим сектором).

Три сценария развития энергетического сектора РМ включают: сценарии самодостаточности, синхронного взаимоподключения и асинхронного взаимоподключения. **Сценарий самодостаточности** включает строительство в РМ достаточных мощностей для полного удовлетворения энергетического спроса страны, при этом РМ сможет самостоятельно обеспечивать контроль частоты в энергетической системе, что является одним из основных требований к взаимоподключению к Европейской Энергетической Системе (ENTSO-E). Сценарий включает альтернативы AS-1 (использование угольной генерации и природного газа); AS-2 (только природный газ). **Сценарий синхронного взаимоподключения с ENTSO-E** позволяет приобретать большие объемы электроэнергии по

конкурентоспособным ценам на основе нескольких источников топлива. Сценарий включает альтернативы: S-1; S-2; S-3; S-4. **Сценарий асинхронного взаимоподключения** включает альтернативы А-1 и А-2, каждая из которых имеет по два взаимоподключения и обеспечивает приемлемый уровень энергетической безопасности для РМ, учитывая диверсификацию источников.

В диссертации разработан методический подход проведения оценки альтернатив с применением МКАР и экономико-математическая модель оценки и выбора альтернативы развития энергетического сектора РМ.

Целью оценки является выбор альтернативы развития энергетического сектора РМ, который будет способствовать устойчивому функционированию и развитию энергетического сектора на основе разработанных принципов и с учетом выявленных факторов УР.

Выбор показателей для метода МКАР связан с выявленными факторами устойчивого развития энергетического сектора РМ, включая потребность в инвестициях для развития, тарифное регулирование, требования к безопасности энергоснабжения, отсутствие собственных энергетических ресурсов при наличии потенциала «зелёной энергетики», состояние энергетического оборудования и сетей, экологическую устойчивость, государственное регулирование трансграничных взаимодействий.

Для анализа альтернатив развития энергетического сектора РМ были выбраны следующие показатели:

1. *текущая стоимость инвестиций* была рассчитана, исходя из среднего срока полезного использования основного энергетического оборудования;
2. *нормализованные тарифы* были рассчитаны на 20-летний период;
3. *степень безопасности электроснабжения* была определена с использованием индекса Симпсона, оценивающего разнообразие источников и способов генерации;

4. *уровень конкуренции* определялся по количеству внешних взаимоподключений для каждой альтернативы;
5. *возможность транзита электроэнергии между Востоком и Западом*: альтернативы сценария асинхронного взаимоподключения могут передавать электроэнергию при максимальной нагрузке 870 МВт, у альтернатив сценария синхронного взаимоподключения только альтернатива S-3 имеет эту возможность с участием Молдавской ГРЭС, в альтернативах сценария самодостаточности транзитная пропускная способность ограничена 220 МВт;
6. *воздействие на окружающую среду* было рассчитано на основе выбросов парниковых газов (тонны выбросов CO₂ за 20 лет);
7. *операционные сложности реализации альтернатив* оценивались по количеству существующих линий межсоединения, которые необходимо отключить.

Исходные значения показателей по всем альтернативам для проведения МКАР представлены в таблице 2.

Для апробации предложенного методического подхода разработана программа для ЭВМ «Применение МКАР выбора направления развития энергетического сектора Республики Молдова». На рисунке 3 представлен расчет балльной оценки альтернатив с учетом коэффициентов взвешивания с применением разработанной программы.

Присвоение показателям коэффициентов взвешивания должно отражать согласованные цели и интересы заинтересованных сторон. В диссертационной работе применен экспертно-аналитический подход, в котором выбор весовых коэффициентов обусловлен значимостью и приоритетностью выбранных показателей. Значения коэффициентов взвешивания находятся в диапазоне от 0 до 1, общая сумма должна быть равна 1. Расчеты балльной оценки с определением рейтинга альтернатив представлены на рисунке 4.

В результате проведения оценки альтернатив методом МКАР альтернатива А-2 сценария асинхронного взаимоподключения получила максимальную оценку. Процедура выбора альтернативы развития энергетического сектора РМ

дополнена анализом чувствительности для выбранной лучшей альтернативы. Расчеты проводятся также с применением программы для ЭВМ, позволяющей выбирать показатели и диапазоны их изменений (Рисунок 5).

На заключительном этапе МКАР (Рисунок 6) получены: процентное изменение балльной оценки альтернативы при изменении значений показателей в выбранном диапазоне; показатель чувствительности - эластичность изменения балльной оценки альтернативы.

Для выбора альтернативы развития энергетического сектора РМ были выбраны наиболее значимые показатели, включая социально-экономические, технические и экологические показатели, соответствующие принципам «энергетической трилеммы». На основе метода МКАР были выявлены преимущества сценария асинхронного взаимоподключения энергетического сектора, который предусматривает как частичное присоединение к Европейской Энергетической Системе, так и сохранение энергетического взаимодействия с Украиной и Молдавской ГРЭС. Выбранная альтернатива будет способствовать развитию национальной энергетической системы, конкуренции на энергетическом рынке, обеспечению энергетического равенства, росту энергетической безопасности и экологической устойчивости энергетического сектора РМ.

Выбранная альтернатива должна быть обеспечена организационными решениями, связанными с совершенствованием государственного регулирования в энергетическом секторе РМ. Эти инструменты должны снизить риски, сформировать ресурсы для эффективной реализации альтернативы и способствовать УР энергетического сектора РМ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации решена научная задача, связанная с разработкой методического подхода к выбору альтернатив УР энергетического сектора стран с дефицитом энергетических ресурсов.

В диссертации обосновано, что УР энергетического сектора должно строиться на основе «энергетической трилеммы», включающей требования к безопасной, доступной для всего населения и экологически чистой энергии.

На основе анализа концепции «энергетической трилеммы» и особенностей функционирования энергетического сектора в странах с переходной экономикой с дефицитом энергоресурсов были предложены 4 принципа УР энергетического сектора: диверсификации энергоресурсов и источников генерации энергии, обеспечения энергоэффективности, обеспечения социальной доступности энергии и принцип экологизации производства.

В диссертации доказано, что среди стран с переходной экономикой Европы, не входящих в состав ЕС, Республика Молдова имеет худшие показатели, включая производство и потребление, отсутствие экспорта и низкую доступность. На основе сравнительного анализа экономических и энергетических показателей европейских стран, не входящих в ЕС, дана оценка кризисного состояния и выделены фундаментальные проблемы энергетического сектора РМ.

Выполненная оценка потенциала использования «зелёной энергетики» в РМ позволила сделать вывод о том, что возможна диверсификация собственных источников генерации энергии, что должно привести к повышению энергетической безопасности и независимости, социальной доступности энергии и улучшению экологических параметров.

Обоснован метод выбора альтернатив развития энергетического сектора Республики Молдова с применением многокритериального анализа решений (МКАР). В диссертации разработан методический подход, экономико-математическая модель и алгоритм оценки альтернатив развития энергетического сектора в странах с переходной экономикой и дефицитом топливных минеральных ресурсов.

Обоснованы показатели для выбора альтернативы, с учетом факторов УР энергетического сектора в странах с переходной экономикой.

Разработана программа для ЭВМ «Применение МКАР выбора направления развития энергетического сектора Республики Молдова» и выполнена оценка альтернатив развития энергетического сектора с применением многокритериального анализа и разработанного программного продукта.

Диссертационное исследование направлено на расширение научного знания в области методических подходов к выбору альтернатив УР энергетического сектора стран с переходной экономикой, имеющих дефицит энергоресурсов. Новизна полученных результатов включает разработку принципов УР в энергетической сфере; выявление проблем энергетического сектора и факторов УР в странах с переходной экономикой и дефицитом энергоресурсов; выявление и анализ специфических факторов УР энергетического сектора Республики Молдова с учетом обоснованного государственного регулирования; обоснование и разработку методического подхода к выбору альтернатив УР энергетического сектора с применением многокритериального анализа решений, разработку экономико-математической модели и программы для ЭВМ.

Применение предложенного подхода требует дальнейшего развития нормативно-правовой базы в энергетическом секторе, информационной базы для расчета показателей, а также привлечения различных видов ресурсов для реализации выбранных альтернатив.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях из Перечня ВАК

1. Решнёва, Е. Влияние «зелёной энергетики» на развитие энергосистемы Республики Молдова / Е. Решнёва, Т. В. Пономаренко // Экономика и предпринимательство. - 2019. - №3 (104). - С. 574-577.

2. Решнёва, Е. Проблемы энергетического сектора развивающихся экономик / Е. Решнёва, А. Москера, Т. В. Пономаренко // Управление экономическими системами:

электронный научный журнал - 2019. - № 130. - URL:
<http://uecs.ru/uecs-12-122019/item/5819-2019-12-30-09-40-26>

3. Решнёва, Е. А. Многокритериальный анализ направлений стратегического развития энергетического сектора / Е. А. Решнёва, Т. В. Пономаренко, А. П. У. Москера // Вестник Евразийской науки. - 2020. - №2. - URL:
<https://esj.today/PDF/82ECVN220.pdf>.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus

4. Reshneva, E. Challenges and opportunities of integration of the energy capacity of the Republic of Moldova (RM) in the European energy system» / E. Reshneva, T. V. Ponomarenko // Committees of the XIV International Forum-Contest of Young Researchers «Topical Issues of Rational Use of Natural Resources». - 2018. - P. 325-328. - URL:
<https://bookshelf.vitalsource.com/#/books/9780429674990/cfi/3!/4/4@0.00:0.00>

Публикации в прочих изданиях:

5. Решнёва, Е. Направления реализации проектов государственно-частного партнерства в энергетике / Е. Решнёва, Т. В. Пономаренко // ТулГУ. - 2017. - С. 425 - 430. - URL:
<http://tsu.tula.ru/gs/science/conf/>

6. Resniova E. Experience in the use of intelligent systems and digital technologies in the energy sector of emerging economies / E. Resniova // International Conference on Digital Transformation in Logistics and Infrastructure (ICDTLI 2019). – 2019. - P. 521-524. - URL:
<https://www.atlantis-pess.com/proceedings/icdtli-19/articles?q=Resniova> (дата обращения: 14.02.2020).

Свидетельство:

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2020615938 Российская Федерация. Программа по применению МКАР при выборе направления развития энергетического сектора Республики Молдова: № 2020614398; заявл. 15.05.2020; опубл. 04.06.2020 Бюл. № 6 / Решнёва Е., Пономаренко Т.В. // заявитель Санкт-Петербургский горный университет. – 1 с.

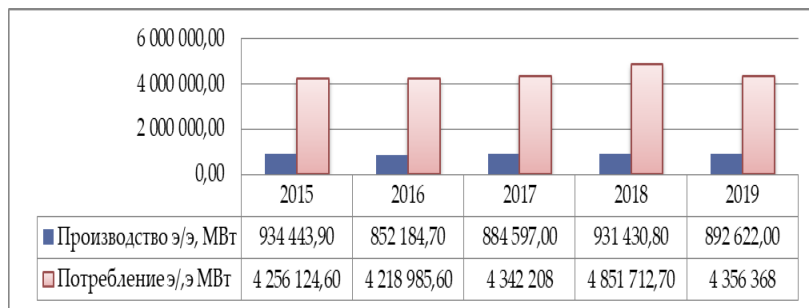


Рисунок 1 - Производство и потребление э/э в РМ в период 2015-2019 гг.

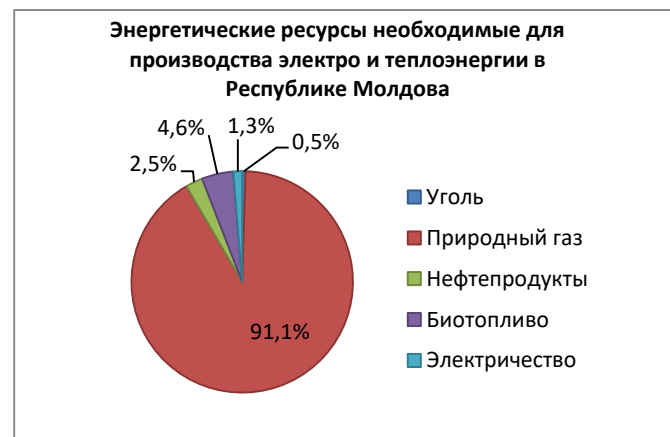


Рисунок 2 - Структура энергоресурсов, используемых в производстве электро- и теплоэнергии в РМ (2018 г.)

Таблица 1 - Источники электрической энергии в Республике Молдова

Наименование	Отпуск в сеть в 2018 г., млн. кВт*ч	Структура, %
ТЭЦ-1 Кишинев	25,853	0,57
ТЭЦ-2 Кишинев	625,202	13,82
Бельцкая ТЭЦ	53,863	1,19
Костештская ГЭС	43,718	0,97
Другие генерирующие источники	48,160	1,06
Молдавская ГРЭС (импорт)	2 543,926	56,24
Дубоссарская ГЭС (импорт)	227,066	5,02
Украина (импорт)	955,779	21,19
Итого	4 523,567	100,00

Таблица 2- Исходные данные для МКАР выбора альтернативы развития энергетического сектора РМ

Альтернативы	Текущая стоимость инвестиций (млн. долл.)	Нормализованный тариф (цент/КВт*ч)	Степень безопасности электроснабжения	Уровень конкуренции	Возможность транзита электроэнергии между Востоком и Западом (МВт)	Воздействие на окружающую среду (млн. т)	Операционные сложности (число линий)
AS-1	1 023	16.60	0.718	0	220	30.6	0
AS-2	700	16.31	0.667	0	220	18.6	0
S-1	285	15.01	0.364	1	0	29.2	23
S-2	266	14.96	0.364	1	0	29.2	23
S-3	242	14.94	0.601	2	600	25.7	15
S-4	322	15.07	0.364	1	0	29.2	23
A-1	529	15.58	0.713	3	1 250	27.8	0
A-2	511	15.46	0.713	3	1 250	27.8	0

Приложение МКАР при выборе направления развития энергетического сектора Республики Молдова

Файл Расчёт шага Очистить О программе

Исходные данные Балльная оценка и взвешивание критериев Рейтинг вариантов Определение критериев для анализа чувствительности Результат анализа чувствительности

Варианты	текущая стоимость инвестиций (млн. долл)	нормализованный тариф	степень безопасности электроснабжения	уровень конкуренции	транзитная мощность электроэнергии (МВт)	воздействие на окружающую среду (эмиссия CO2, млн. т)	операционные сложности реализации (кол-во откл)
AS-1	0	0	100	0	18	0	100
AS-2	41	17	86	0	18	100	100
S-1	94	96	0	33	0	12	0
S-2	97	99	0	33	0	12	0
S-3	100	100	67	67	48	41	35
S-4	90	92	0	33	0	12	0
A-1	63	61	99	100	100	23	100
A-2	66	69	99	100	100	23	100
Кoeffициент взвешивания	0,2	0,2	0,2	0,2	0,05	0,1	0,05

Рисунок 3 - Реализация этапа балльной оценки и взвешивания показателей

Приложение МКАР при выборе направления развития энергетического сектора Республики Молдова

Файл Расчёт шага Очистить О программе

Исходные данные Балльная оценка и взвешивание критериев Рейтинг вариантов Определение критериев для анализа чувствительности Результат анализа чувствительности

Варианты	текущая стоимость инвестиций (млн. долл)	нормализованный тариф	степень безопасности электроснабжения	уровень конкуренции	транзитная мощность электроэнергии (МВт)	воздействие на окружающую среду (эмиссия CO2, млн. т)	операционные сложности реализации (кол-во откл)	Общий балл	Рейтинг
A-2	13,2	13,8	19,8	20	5	2,3	5	79,1	1
A-1	12,6	12,2	19,8	20	5	2,3	5	76,9	2
S-3	20	20	13,4	13,4	2,4	4,1	1,75	75,06	3
S-2	19,4	19,8	0	6,6	0	1,2	0	47	4
S-1	18,8	19,2	0	6,6	0	1,2	0	45,8	5
AS-2	8,2	3,4	17,2	0	0,9	10	5	44,7	6
S-4	18	18,4	0	6,6	0	1,2	0	44,2	7
AS-1	0	0	20	0	0,9	0	5	25,9	8

Рисунок 4 - Рейтинг альтернатив

Приложение МКАР при выборе направления развития энергетического сектора Республики Молдова

Файл Очистить О программе

Исходные данные Балльная оценка и взвешивание критериев Рейтинг вариантов Определение критериев для анализа чувствительности

текущая стоимость инвестиций (млн. долл)
 нормализованный тариф
 степень безопасности электроснабжения
 уровень конкуренции
 транзитная мощность электроэнергии (МВт)
 воздействие на окружающую среду (эмиссия CO2, млн. т)
 операционные сложности реализации (кол-во откл)

Выбор диапазона изменений

Номер процентного изменения	Изменение критерия "текущая стоимость инвестиций (млн. долл)", %	Изменение критерия "нормализованный тариф", %
1	+20	+7
2	-10	-15
3	+25	+25
4	-5	-5

Рисунок 5 - Определение показателей для анализа чувствительности

Файл Расчёт шага Очистить О программе

Исходные данные Балльная оценка и взвешивание критериев Рейтинг

Признаки	текущая стоимость инвестиций (млн. долл)	нормализованный тариф
Исходное значение	511,00	15,46
Исходный общий балл	79,10	79,10
1-ое %-ное изменение	+20,00%	+7,00%
Новый общий балл	76,30	65,90
%ное изменение	3,54%	16,69%
Показатель чувствительности	0,18	2,38
2-ое %-ное изменение	-10,00%	-15,00%
Новый общий балл	80,30	85,30
%ное изменение	1,52%	7,84%
Показатель чувствительности	0,15	0,52
3-ое %-ное изменение	+25,00%	+25,00%
Новый общий балл	75,70	65,30
%ное изменение	4,30%	17,45%
Показатель чувствительности	0,17	0,70
4-ое %-ное изменение	-5,00%	-5,00%
Новый общий балл	79,70	85,30
%ное изменение	0,76%	7,84%
Показатель чувствительности	0,15	1,57

Рисунок 6 - Результат анализа чувствительности