

*На правах рукописи*



**Ершова Мария Игоревна**

**МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ИНЖИНИРИНГОВЫХ КОМПАНИЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Специальность 5.2.3. «Региональная и отраслевая экономика»  
(Экономика промышленности)

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

Нижний Новгород, 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».

**Научный руководитель:** **Юрлов Феликс Федорович,**  
заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор кафедры цифровой экономики ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

**Официальные оппоненты:** **Колибаба Владимир Иванович,**  
доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и организации предприятия ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

**Файков Дмитрий Юрьевич,**  
доктор экономических наук, доцент, начальник отдела аналитики и внутренних коммуникаций ФГУП «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики»

**Ведущая организация:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Защита диссертации состоится 04 октября 2023 года на заседании диссертационного совета 24.2.340.10 на базе Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского по адресу: 603144, Н. Новгород, пр. Ленина, д 27

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского и на сайте <https://lib.unn.ru/>

Автореферат разослан «28» августа 2023 года

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат экономических наук



Ю.А. Макушева

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Атомная энергетика Российской Федерации играет определяющую роль в экономическом развитии страны и национальной безопасности.

В доктрине энергетической безопасности Российской Федерации уделяется особое внимание рискам энергетической безопасности, связанным с дестабилизирующими внешними факторами и угрозами энергетической безопасности, такими как перемещение центра развития мировой экономики в Азиатско-Тихоокеанский регион и значительное усиление позиций Китая на международных рынках; рост конкуренции среди экспортеров услуг и продукции в области энергетики на мировом рынке; изменение правового регулирования международных отношений в области энергетики и глобальная трансформация мировых энергетических рынков. Необходимо также учитывать введение санкций по отношению к атомной отрасли, в соответствии с которыми ряд европейских стран объявил о запрете на сотрудничество с российскими компаниями в области ядерной энергетики. Кроме этого введены в действие санкции, включающие в себя ограничение финансовой системы Российской Федерации, ограничение деятельности множества промышленных компаний, в том числе поставщиков оборудования и комплектующих.

Атомную отрасль России представляет Государственная корпорация «Росатом» (ГК «Росатом»). Инжиниринговый Дивизион ГК «Росатом» является представителем атомной энергетики Российской Федерации на международных рынках в области инжиниринга атомных электростанций (АЭС). В состав Инжинирингового Дивизиона входят инжиниринговые компании, которые проектируют и строят атомные энергоблоки в России и за рубежом, а также оказывают полный спектр услуг по управлению проектами сооружения сложных инженерных объектов атомной энергетики.

Сегодня увеличение доли атомной промышленности на отечественном и мировом рынках является приоритетным направлением энергетической стратегии страны, стратегической целью ГК «Росатом» и Инжинирингового дивизиона. Для достижения поставленной цели Инжиниринговому Дивизиону необходимо обеспечить выполнение следующих условий: безопасное использование атомной энергии, технологическое лидерство, предоставление на рынок новых продуктов и услуг в рамках проектирования и сооружения АЭС, высокая эффективность деятельности инжиниринговых компаний ГК «Росатом».

В работе экономическая эффективность деятельности компаний рассматривается как отношение эффекта, результата к затратам, расходам, обеспечившим его получение. В качестве экономического результата могут выступать прямые (прибыль, выручка) или косвенные (качество товара) показатели, затраченными ресурсами могут являться трудовые и материальные ресурсы, время и т.д.

При определении экономической эффективности функционирования инжиниринговых компаний ГК «Росатом» следует учитывать множество специфических особенностей их деятельности (длительный производственный цикл, высокая стоимость проектов, наличие ноу-хау и новых технологий, высокая наукоемкость деятельности, большое количество заинтересованных сторон и другие), следовательно, необходимо совершенствовать теорию многокритериального анализа для применения к компаниям атомной отрасли, в том числе к инжиниринговым компаниям.

В современных условиях экономической нестабильности, сильного влияния внешне- и внутриполитических процессов, введенных в действие санкций, роста конкуренции на рынках, внедрения новых технологий получения, преобразования и использования энергии, инфляционных процессов при анализе эффективности деятельности Инжинирингового Дивизиона необходимо учитывать условия неопределенности внешней среды. В связи с этим оценка экономической эффективности инжиниринговых компаний атомной энергетики значительно усложняется. Существующие в настоящее время методы и методики по определению

нию экономической эффективности деятельности анализируемых систем различного назначения недостаточно учитывают:

- проблему анализа в условиях многокритериальности экономической эффективности деятельности компаний;
- проблему анализа в условиях неопределенности внешней среды экономической эффективности функционирования компаний;
- специфику инжиниринговых компаний атомной энергетики.

Возникает необходимость разработки и дальнейшего развития теоретических и практических аспектов анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды.

Таким образом, можно сделать вывод, что тема диссертационного исследования, посвященная решению указанных ранее проблем путем разработки и применения методов и методик анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики, является актуальной.

#### **Степень научной разработанности темы исследования.**

В настоящее время исследованием эффективности деятельности организаций занимаются многие зарубежные и отечественные ученые-экономисты. Наибольшую известность среди современных трудов получили работы таких ученых, как: М.И. Баканов, Н.П. Белозерова, М.С. Говорова, М.И. Дергунова, В.Ж. Дубровский, О.М. Калиева, И.В. Кальницкая, Э.А. Козловская, В.Н. Кравченко, Т.М. Леонова, Н.В. Лужнова, А.Ю. Лысенко, И.И. Мазурова, М.В. Максимочкина, Л.И. Малюк, Н.И. Морозко, Г.В. Савицкая, А.М. Фридман, А.Д. Шеремет, М.А. Шибина, Ф.Ф. Юрлов, Е.А. Яковлева, С.Н. Яшин.

Аспекты теории многокритериального анализа эффективности деятельности предприятий представлены в работах следующих ученых: Р. Беллмана С.М. Брыкалова, А. М. Дуброва, А.А. Иванова, Е.П. Киселица, А.А. Колесова, Д.Н. Лапаева, О. И. Ларичева, С.В. Микони, В.Д. Ногина, А.Ф. Плехановой, В.В. Токарева, В.Я. Трофимец, П. Фишберна, Ф.Ф. Юрлова и др.

Влияние факторов неопределенности на развитие предприятия рассматриваются в работах И.А. Ансоффа, А.Т. Зуб, А.И. Ильина, Е.П. Киселица, О. Моргенштерна, Е.А. Мильской, Ф. Найт, Дж. ф. Неймана, К.В. Павлова, В.В. Подиновского, С. Роббинса, Е.В. Смирновой, А. Тверски, Ю.В. Трифонова.

Особенности управления деятельностью инжиниринговых компаний атомной энергетики показаны в работах Ф.В. Веденева, Ю.Н. Забродина, В.В. Курочкина, Н.Я. Леонтьева, И.И. Мазура, Б.М. Рапопорт, Ю.Ф. Тельнова, И.Г. Федорова, Т.Ф. Черновой, В.Д. Шапиро и др.

Вопросы, посвященные проблемам анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний в условиях неопределенности, в экономической литературе рассматриваются недостаточно.

Несмотря на наличие множества экономических исследований организаций атомной энергетики имеется объективная необходимость разработки методов и методик анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики на основе многокритериального подхода и в условиях неопределенности внешней среды.

**Цель диссертационного исследования** – разработка и применение методов и методик анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды, позволяющих повысить эффективность функционирования рассматриваемых компаний.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие, перечисленные далее **задачи**.

1. Обосновать необходимость анализа экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики. Разработать метод анализа экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики с использованием различных сочетаний принципов и показателей эффективности.

2. Разработать методику определения экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики с комплексным применением набора принципов многокритериального выбора. Выполнить анализ эффективности деятельности крупнейших инжиниринговых компаний атомной энергетики на мировом рынке с учетом факторов многокритериальности.

3. Разработать методику оценки эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики по совокупности групп показателей.

4. Разработать метод определения экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды.

5. Разработать методику анализа экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний в области энергетики в условиях неопределенности внешней среды по совокупности показателей. Провести анализ экономической эффективности основных направлений инжиниринга в области электрогенерации.

**Объектом** исследования выступают инжиниринговые компании атомной энергетики.

**Предметом** является совокупность научно-методических и практических вопросов анализа экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики с учетом факторов многокритериальности и неопределенности внешней среды.

**Теоретической и методологической основой диссертационного исследования** являются труды, посвященные проблемам многокритериальности и неопределенности внешней среды, научной школы Заслуженного деятеля науки, д.т.н. Юрлова Ф.Ф. и других отечественных и зарубежных ученых. В работе применяется системный подход, включающий в себя следующие общенаучные методы: сравнительный, аналитический, логический, экономический и стратегический анализ.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем.

**1. Предложен метод анализа экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики с использованием различных сочетаний принципов и показателей эффективности.**

Сформулированный метод совершенствует теорию многокритериального анализа для применения к компаниям атомной отрасли, в том числе к инжиниринговым компаниям. Отличительной особенностью предлагаемого метода является разработка пяти вариантов различных сочетаний принципов многокритериального анализа и показателей экономической эффективности в зависимости от ситуации, требований и количества исходных данных для проведения анализа эффективности деятельности компаний. В рамках метода рассмотрены и предложены решения возможных противоречий, возникающих при анализе эффективности деятельности компаний. Разработанный метод был применен в предложенных в диссертации методиках. Метод позволяет решать проблемы повышения экономической эффективности сложноструктурированных экономических систем в атомной энергетике.

*(п. 2.1. «Теоретико-методологические основы анализа проблем промышленного развития» паспорта специальности 5.2.3. «Региональная и отраслевая экономика» (Экономика промышленности))*

**2. Разработана методика определения экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики с комплексным применением набора принципов многокритериального анализа с целью развития и практического применения предложенного метода.**

Авторская методика имеет следующие отличительные особенности:

- учет специфики инжиниринговых компаний атомной энергетики;
- реализация принципа сопоставимости инжиниринговых компаний атомной энергетики по ряду критериев;
- комплексное применение принципов многокритериального анализа;

– возможность проецирования данной методики для различных отраслей, корпораций на мировом рынке.

Данная методика апробирована при анализе отечественных и зарубежных инжиниринговых компаний атомной энергетики на международном рынке. Применение предложенной методики позволяет осуществлять анализ компании при участии в конкурсах и тендерах, при определении инвестиционной привлекательности компаний.

*(п. 2.2 «Вопросы оценки и повышения эффективности хозяйственной деятельности на предприятиях и в отраслях промышленности»)*

**3. Разработана методика анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики по совокупности групп показателей с целью развития предложенного метода.**

Отличительной особенностью методики является реализация комплексного подхода с использованием не одной группы показателей, а нескольких групп показателей эффективности и применением набора принципов многокритериального выбора. В качестве указанных групп показателей могут выступать: экологические, показатели безопасности, инновационные, экономические, социальные и другие группы показателей.

Разработанная методика позволяет повысить объективность анализа инжиниринговых компаний атомной энергетики с помощью учета различных направлений развития компании.

*(п. 2.2 «Вопросы оценки и повышения эффективности хозяйственной деятельности на предприятиях и в отраслях промышленности»)*

**4. Предложен метод определения экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды.**

Отличительной особенностью метода является совместное решение крупных научных проблем:

- 1) проблемы анализа в условиях многокритериальности экономической эффективности деятельности компаний;
- 2) проблемы анализа в условиях неопределенности внешней среды экономической эффективности функционирования компаний;
- 3) проблемы применения набора принципов оптимальности.

Сущность метода анализа экономической эффективности компаний на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды заключается в сочетании:

- 1) комплексного применения принципов оптимальности, таких как принципа оптимизма, пессимизма, принципа гарантированного результата, гарантированных потерь, принципа Сэвиджа и т.д., путем согласования результатов, получаемых при применении каждого из принципов;
- 2) комплексного применения принципов многокритериального анализа, а именно принципа доминирования, принципа Парето и др., с помощью согласования результатов, полученных при применении каждого из принципов;
- 3) возможности осуществления в рамках анализа нескольких итераций применения принципов оптимальности и/или принципов многокритериального анализа;
- 4) осуществление ранжирования компаний.

В результате разработанный метод анализа предоставляет возможность определить состав ближайших и наиболее опасных конкурентов.

На основе данного метода разработана методика анализа экономической эффективности объектов в области энергетики на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды; реализовано развитие методики SWOT-анализа применительно к инжиниринговым компаниям атомной энергетики.

*(п. 2.1. «Теоретико-методологические основы анализа проблем промышленного развития»)*

**5. Разработана методика анализа экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний в области энергетики в условиях неопределенности внешней среды по совокупности показателей с целью развития и практического применения предложенного метода.**

Отличительными особенностями методики являются:

- совместное решение проблем анализа экономической эффективности в условиях многокритериальности и неопределенности внешней среды, обусловленной требованиями длительного жизненного цикла объектов атомной энергетики (не менее 60 лет), значительной стоимостью и длительными сроками строительства атомных станций, сложностью проектирования, неопределенностью во внутривнутриполитических и внешнеполитических процессах и т.д.;
- комплексное применение различных принципов оптимальности путем согласования результатов, получаемых при применении каждого из принципов, что решает проблему получения различных результатов при применении разных принципов;
- комплексное применение различных принципов многокритериального анализа путем согласования результатов;
- реализация принципа сопоставимости исследуемых экономических объектов;
- учет особенностей объектов в области энергетики.

Предлагаемая методика решает такие актуальные проблемы, как осуществление анализа эффективности деятельности объектов энергетики на практике, проблему ранжирования альтернатив в условиях неопределенности, проблему выбора принципа оптимальности.

Данная методика применена при анализе эффективности направлений инжиниринга в области электрогенерации, а также при анализе экономической эффективности АЭС с различными технологиями легководных реакторных установок, разработанных инжиниринговыми компаниями разных стран.

*(п. 2.2 «Вопросы оценки и повышения эффективности хозяйственной деятельности на предприятиях и в отраслях промышленности»)*

**Теоретическая значимость результатов исследования.** Разработаны научно-методические основы анализа эффективности инжиниринговых компаний атомной энергетики на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды. Разработаны научно-методические положения, которые могут быть использованы при анализе эффективности деятельности отечественных и зарубежных инжиниринговых компаний атомной энергетики необходимого для стратегического планирования развития.

**Практическая значимость.** Разработанные методы и методики нашли применение при анализе эффективности деятельности отечественных и зарубежных инжиниринговых компаний атомной энергетики на международном рынке, при исследовании инжиниринговых компаний, входящих в состав Инжинирингового дивизиона ГК «Росатом». Они были использованы при оценке эффективности направлений инжиниринга в области электрогенерации, при анализе экономической эффективности АЭС с различными технологиями легководных реакторных установок, разработанных инжиниринговыми компаниями разных стран. Результаты исследования могут быть использованы на разных уровнях управления, а именно руководством ГК «Росатом», руководством Инжинирингового дивизиона ГК «Росатом», руководством инжиниринговых компаний ГК «Росатом» при стратегическом планировании развития, административными органами разных уровней, в том числе Министерством энергетики при определении энергетической стратегии развития, научно-исследовательскими организациями и федеральными научно-производственными центрами.

**Апробация результатов диссертационного исследования.** Результаты диссертационного исследования докладывались на международных конференциях в следующих городах:

Нижний Новгород (2020 г., 2021 г., 2022 г.), Москва (2020 г.), Анапа (2020 г.), Казань (2020 г.), Переяслав-Хмельницкий (2021 г.), Пенза (2022 г.).

Апробация результатов исследования осуществлялась путем проведения исследования деятельности ведущих инжиниринговых компаний атомной энергетики на мировом рынке, при исследовании направлений инжиниринга с различными технологиями генерации электроэнергии и при исследовании атомных электростанций с разными технологиями легководных реакторных установок, предлагаемых на мировом рынке инжиниринговыми компаниями разных стран. По теме исследования опубликовано 15 научных работ, 6 работ представлены в журналах, рекомендованных ВАК.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Объем работы составляет 157 страниц.

**Во введении** сформулированы: актуальность темы диссертации, научная разработанность проблемы, цель и задачи диссертационного исследования, предмет и объект исследования, научная новизна и практическая значимость полученных в диссертации результатов.

**В первой главе** проводится обоснование необходимости анализа инжиниринговых компаний атомной энергетики. Анализируется экономическое состояние зарубежных и отечественных инжиниринговых компаний атомной энергетики на международном рынке. Определены дестабилизирующие внешние факторы динамичного развития и проблемы инжиниринговых компаний атомной энергетики.

**Во второй главе** осуществляется разработка методов анализа экономической эффективности деятельности компаний атомной энергетики. Представлены три авторские методики анализа эффективности инжиниринговых компаний атомной энергетики на основе многокритериального подхода и в условиях неопределенности внешней среды.

**В третьей главе** осуществляется апробация разработанных методов и методик. Проводится анализ экономической эффективности направлений инжиниринга в области электрогенерации на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды. Анализируется экономическая эффективность АЭС, разработанных инжиниринговыми компаниями разных стран. Предлагается развитие методики SWOT-анализа применительно к инжиниринговым компаниям атомной энергетики с применением комплекса принципов оптимальности и принципов многокритериального анализа.

**В заключении** изложены основные результаты исследования, сформулированы выводы и определены перспективы использования результатов диссертации.

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

**1. Предложен метод анализа экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики с использованием различных сочетаний принципов и показателей эффективности.**

В экономической литературе для определения эффективности деятельности предприятия, включая инжиниринговые компании, находят применение принципы многокритериального анализа, в качестве используемых принципов выступают принцип доминирования, принцип Парето, принцип комплексных показателей и др. Сформулированный метод совершенствует теорию многокритериального анализа для применения к компаниям атомной отрасли, в том числе к инжиниринговым компаниям. Метод включает в себя различные сочетания показателей эффективности деятельности компаний атомной энергетики и принципов многокритериального анализа в зависимости от ситуации, требований к анализу и количества исходных данных.

Особенностью метода является разработка пяти вариантов анализа экономической эффективности деятельности компаний на основе сочетания принципов и показателей эффективности. При определении экономической эффективности инжиниринговых компаний



атомной отрасли наряду с традиционными показателями (производительность труда, рентабельность и др.) используются специфические показатели, характерные для указанных компаний. Предложенные варианты анализа экономической эффективности проанализированы, проиллюстрированы схемами, а также указаны возможные противоречия, возникающие при проведении анализа. Каждый предложенный вариант анализа рассмотрен на примере компаний Государственной корпорации «Росатом».

Разработанный метод анализа экономической эффективности компаний адаптирован под специфику и особенности предприятий атомной энергетики, которые определили необходимость разработки различных вариантов анализа эффективности деятельности со следующими, названными далее сочетаниями.

1. Один показатель экономической эффективности и один принцип многокритериального анализа.

Применение данного варианта актуально при необходимости удовлетворения ограничения к анализируемым компаниям, а также при анализе интегральных показателей эффективности, например, снижение эксплуатационных расходов при обслуживании АЭС, %, снижение удельных капитальных вложений на 1 кВт вводимой мощности при сооружении АЭС, %, сокращение потребления энергоресурсов инжиниринговыми компаниями ГК «Росатом», %, и т.д. В качестве принципа может применяться принцип удовлетворения потребностей.

2. Набор показателей экономической эффективности и один принцип многокритериального анализа.

В данном случае рассматриваются показатели одной группы, например, экономической: увеличение экспортной продукции и услуг со среднегодовым темпом, %, производительность труда, %, удельные затраты на производство 1 МВт\*ч на АЭС и т.д. В качестве принципа может применяться принцип доминирования.

3. Несколько групп показателей эффективности и один принцип многокритериального анализа.

В данной ситуации, например, для анализа устойчивого развития компании одновременно рассматриваются показатели разных групп, например, показатели инновационной группы (объем реализации инновационной продукции и услуг, %, объем финансирования НИОКР, % и т.д.), показатели безопасности (уровень реагирования на аварийные ситуации, %, доля объектов, которые удовлетворяют требованиям повышенной физической защиты, %, и т.д.), экологические показатели (перевод в экологически безопасное состояние накопленной активности, %, перевод в экологически безопасное состояние опасных ядерных объектов, %, и т.д.). В качестве принципа многокритериального анализа может применяться принцип Парето, позволяющий выделить множество эффективных компаний.

4. Набор показателей экономической эффективности и несколько принципов многокритериального анализа.

В отличие от второго варианта анализа в данном случае имеется возможность применения нескольких принципов многокритериального анализа, таких как принцип доминирования, Парето, комплексных показателей и др.

5. Несколько групп показателей эффективности и несколько принципов многокритериального анализа.

В отличие от третьего варианта анализа в данном случае имеется возможность применения нескольких принципов многокритериального анализа, указанных в четвертом варианте анализа.

В рамках метода рассмотрены и предложены решения возможных противоречий, возникающих при анализе эффективности деятельности компаний. Противоречия могут быть:

- между показателями эффективности каждой группы;
- между показателями эффективности разных групп;

- между принципами многокритериального анализа.

Данный метод был применен при разработке следующих методик: методики анализа экономической эффективности инжиниринговых компаний атомной энергетики с комплексным применением набора принципов многокритериального выбора; методики анализа эффективности инжиниринговых компаний атомной энергетики по совокупности групп показателей.

Применение метода актуально при стратегическом планировании, определении инвестиционной привлекательности компаний и предприятий атомной энергетики руководством ГК «Росатом», Инжинирингового дивизиона ГК «Росатом», инжиниринговых компаний ГК «Росатом», что также является задачей государственного уровня согласно энергетической стратегии РФ.

## **2. Разработана методика определения экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики с комплексным применением набора принципов многокритериального анализа.**

В целях развития предложенного метода разработана методика анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики с применением набора показателей экономической эффективности и комплекса принципов многокритериального анализа. В рамках методики обоснована необходимость формирования принципа сопоставимости и учета специфических особенностей инжиниринговых компаний атомной энергетики. Суть методики состоит в разработке и описании логической последовательности действий, которые необходимо предпринять для определения эффективности деятельности инжиниринговых компаний по экономическим показателям.

Перечислим отличительные особенности авторской методики.

1. Учет специфики инжиниринговых компаний атомной энергетики на мировом рынке (доля выручки от зарубежных контрактов, количество строящихся энергоблоков в портфеле заказов), влияние на общепринятые экономические показатели специфических особенностей деятельности инжиниринговых компаний, таких как длительный производственный цикл и высокая стоимость проектов, наличие ноу-хау и новых технологий, высокая наукоемкость деятельности, большое количество заинтересованных сторон;

2. Реализация принципа сопоставимости инжиниринговых компаний атомной энергетики по ряду критериев.

В качестве основных критериев сопоставимости зарубежных и отечественных инжиниринговых компаний выступают:

- основная деятельность компаний осуществляется в сфере атомной энергетики;
- наличие инжиниринговых компетенций (наличие лицензий на инженерно-геодезические работы, проектные работы, строительно-монтажные работы, размещение, сооружение, эксплуатация, вывод из эксплуатации объектов);
- подобие инжиниринговой деятельности (сооружение АЭС) и наличие лицензий на проектирование, конструирование и сооружение ядерных установок (атомные электростанции, энергоблоки АЭС), обращение с ядерными материалами на всем жизненном цикле электростанций;
- наличие международных заказов, контрактов. В инжиниринговой деятельности атомной отрасли выход на международный рынок является существенным порогом с рядом требований: наличие высокого уровня компетенций, опыт работы с иностранными заказчиками, подрядчиками и другими заинтересованными сторонами (прохождение экспертизы проектов и получение лицензий от местных регулирующих органов ряда лицензий на осуществление деятельности) и т.д.

3. Комплексное применение принципов многокритериального анализа.

4. Возможность проецирования данной методики для различных отраслей, корпораций на мировом рынке.

Представим этапы авторской методики анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики на основе многокритериального подхода.

1. Выбор отечественных и зарубежных инжиниринговых компаний атомной энергетики для анализа их экономической эффективности.
2. Применение принципа сопоставимости к анализируемым инжиниринговым компаниям по ряду критериев.
3. Выбор показателей экономической эффективности с учетом особенностей инжиниринговых компаний атомной отрасли, например, первоочередным вопросом в инжиниринге атомных объектов является их безопасность (доля выручки от зарубежных контрактов, рост количества энергоблоков в портфеле заказов, продолжительность операционного цикла, коэффициент прибыли на одного работника, рост портфеля заказов и др.).
4. Поэтапное применение набора принципов многокритериального анализа, таких как принцип доминирования, Парето, комплексных показателей и др.
6. Согласование результатов, найденных при применении набора принципов оптимальности.
7. Формирование рейтинга инжиниринговых компаний по совокупности экономических показателей эффективности.
8. Выводы.

Данная методика применена при анализе отечественных и зарубежных инжиниринговых компаний атомной энергетики на международном рынке. Применение предложенной методики актуально при определении инвестиционной привлекательности компаний, а также при участии компании в конкурсах и тендерах. Методика может использоваться административными организациями, заказчиками проектов и др.

***Осуществлена апробация разработанной методики при анализе эффективности крупнейших инжиниринговых компаний в области атомной энергетики на мировом рынке.***

Исследован международный рынок инжиниринга в атомной энергетике, проанализировано состояние крупных компаний на мировом рынке инжиниринга атомных электростанций: (Korea Electric Power Corp. (KEPCO) (Республика Корея), Hitachi Ltd (Япония), China National Nuclear Corp. (CNNC) (КНР), Toshiba Corp. (Япония), China General Nuclear Power Corp. (CGN) (КНР), EDF Group (Франция), Mitsubishi Heavy Industries Ltd (Япония), Westinghouse Electric Company LLC (США)).

В результате на международном рынке конкурентами Инжинирингового Дивизиона ГК «Росатом» являются занимающиеся инжинирингом в атомной отрасли сегменты следующих корпораций: Korea Electric Power Corp., China National Nuclear Corp., EDF Group (Framatome), China General Nuclear Power Corp.

В работе проводится анализ экономической эффективности деятельности и фактического состояния крупнейших инжиниринговых компаний в сфере атомной энергетики на мировом рынке, по результатам которого реализован сравнительный анализ отечественного инжинирингового дивизиона ГК «Росатом» с зарубежными крупнейшими инжиниринговыми компаниями отрасли.

Для анализа компаний применена разработанная методика, в соответствии с которой реализован принцип сопоставимости компаний. С помощью принципа сопоставимости отобраны пять компаний, которые в настоящее время осуществляют свою деятельность в сфере атомной энергетики в области инжиниринга АЭС и имеют в наличии международные контракты на сооружение энергоблоков.

В качестве показателей эффективности определен набор удельных экономических показателей, затем поэтапно применен комплекс принципов многокритериального анализа. На первом этапе проверялась возможность применения принципа доминирования, принцип не применим. На втором этапе применялся принцип Парето, цветом выделены показатели, относящиеся к множеству наиболее эффективных компаний (Инжиниринговый Дивизион, сегмент CGN и сегмент KEPCO), остальные компании относятся к множеству менее эффектив-

ных. Далее применялся принцип выделения главного показателя и перевод остальных в разряд ограничений к каждому из множеств, главным показателем выбирался показатель рентабельности продаж. Таким образом, был получен рейтинг компаний: 1 – Инжиниринговый дивизион ГК «Росатом», 2 – Сегмент China General Nuclear Power Corporation, 3 – Сегмент KEPCO Engineering & Construction Company, 4 – Сегмент Framatome, 5 – Сегмент China Nuclear Industry Construction.

Удельные экономические показатели анализируемых компаний приведены в табл.1.

В результате анализа крупнейших компаний атомного инжиниринга сделаны следующие выводы.

1. Лидерами на мировом рынке атомного инжиниринга стали Инжиниринговый дивизион Госкорпорации «Росатом» и инжиниринговый сегмент китайской корпорации CGN благодаря широкой специализации и диверсификации деятельности в области инжиниринга ядерных объектов.

2. Инжиниринговый сегмент китайской корпорации CNNC и инжиниринговый сегмент корейской корпорации KEPCO Engineering & Construction Company имеют стабильно высокие экономические показатели как залог устойчивого развития. Компании имеют возможности наращивания портфеля заказов и диверсификации деятельности.

3. Последнее место в рейтинге крупнейших компаний атомного инжиниринга занимает французская компания Framatome, которая вышла из предбанкротного состояния благодаря реструктуризации и крупным госзаказам. Сейчас компания активно старается увеличивать портфель заказов.

Таблица 1. Удельные экономические показатели инжиниринговых компаний

Компании \ Показатели	Инжиниринговый дивизион ГК «Росатом»	Сегмент China General Nuclear Power Corporation	Сегмент China Nuclear Industry Construction	Сегмент Korea Electric Power Corp.	Сегмент Framatome
TRIndex, тыс. € / чел	142	226	175	137,6	135,6
Доля строящихся АЭС в мире, %	37	11	23	14	11
Валовая прибыль / кол-во сотрудников, тыс. €./ чел.	20,86	31,42	18,17	43,42	12,35
Чистая прибыль / кол-во сотрудников, тыс. €./ чел.	15,16	7,57	3,26	4,1	3,71
Рентабельность активов, %	34	2,32	2,02	3,2	3,99
Рентабельность продаж, %	10,65	3,35	2,86	2,98	2,73

Источник: составлено автором на основе данных из годовых отчетов рассматриваемых компаний

**3. Разработана методика анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики по совокупности групп показателей, с целью развития предложенного метода, изложенного в пункте 1.** В рамках методики обоснована необходимость анализа деятельности компаний по совокупности групп показателей, каждая из которых включает в себя набор характерных показателей эффективности деятельности компании и отражает специфику инжиниринговых компаний атомной энергетики.

В качестве анализируемых групп могут рассматриваться:

- группа экономических показателей (сокращение эксплуатационных расходов при обслуживании АЭС, %, снижение доли капитальных затрат на 1 кВт вводимой мощности

при строительстве АЭС, %, рост портфеля заказов на сооружение энергоблоков АЭС, %, и т.д.);

– группа социальных показателей (коэффициент травматизма (LTIFR), %, количество сотрудников, прошедших курсы повышения квалификации сфере управление жизненным циклом, %, и другие);

– группа показателей безопасности (доля инцидентов, повлекших облучение персонала, %, перевод в экологически безопасное состояние опасных ядерных объектов, %, и т.д.);

– группа экологических показателей (сокращение образования чрезвычайно опасных и высокоопасных отходов, %, сокращение образования III – V класса отходов, %, сокращение выброса загрязняющих веществ в атмосферу при сооружении АЭС, %, и др.);

– группа инновационных показателей (прирост объема реализации инновационной продукции и услуг, %, прирост подачи патентов на изобретения и полезные модели, %, и т.д.).

Особенность данной методики заключается в применении комплексного подхода, который включает: применение не одной группы, а нескольких групп показателей эффективности и использование набора принципов многокритериального анализа. Смысл методики заключается в развитии разработанного метода и определении основных этапов, которые необходимо предпринять для определения эффективности деятельности инжиниринговых компаний с учетом разных направлений развития компаний.

Представим основные этапы авторской методики анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики по совокупности перечисленных далее групп показателей.

1. Определение целей исследования.
2. Выбор инжиниринговых компаний с целью анализа их эффективности деятельности и ранжирования.
3. Применение принципа сопоставимости сравниваемых компаний.
4. Выбор и формулирование принципов многокритериального выбора с учетом особенностей инжиниринговых компаний атомной отрасли.
5. Определение ряда показателей эффективности инжиниринговых компаний каждой группы показателей с учетом особенностей инжиниринговых компаний атомной отрасли.
6. Составление матрицы в виде таблицы по группе экономических показателей эффективности инжиниринговых компаний.
7. Применение принципов многокритериального выбора, выбор эффективных компаний и ранжирование остальных по группе экономических показателей.
8. Составление матрицы в виде таблицы по группе экологических показателей эффективности инжиниринговых компаний.
9. Применение принципов многокритериального выбора, выбор эффективных компаний и ранжирование остальных по группе экологических показателей.
10. Составление матрицы в виде таблицы по группе социальных показателей эффективности инжиниринговых компаний.
11. Применение принципов многокритериального выбора, выбор эффективных компаний и ранжирование остальных по группе социальных показателей.
12. Составление матрицы в виде таблицы по группе инновационных показателей эффективности инжиниринговых компаний.
13. Применение принципов многокритериального выбора, выбор эффективных компаний и ранжирование остальных по группе инновационных показателей.
14. Осуществление проверки совпадения полученных результатов предварительного ранжирования для каждой группы показателей.
15. При несовпадении результатов ранжирования реализуется согласование принимаемых решений с использованием набора принципов многокритериального выбора.

16. Формирование рейтинга инжиниринговых компаний по эффективности в соответствии с анализом по совокупности групп показателей.

17. Выводы.

Разработанная методика позволяет повысить объективность анализа инжиниринговых компаний атомной энергетики с помощью учета различных направлений развития компании.

Данная методика с использованием экономических показателей безопасности, экологических, инфраструктурных и социальных групп показателей может применяться при анализе инжиниринговых компаний, входящих в состав Инжинирингового дивизиона ГК «Росатом».

#### **4. Предложен метод определения экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды.**

Особенностью разработанного метода является совместное решение проблемы анализа экономической эффективности деятельности в условиях многокритериальности и неопределенности внешней среды, обусловленной высокой динамичностью развития экономических процессов, трансформацией мировых рынков, усилением конкуренции, инфляционными процессами и др.

При решении задач в условиях неопределенности возникает проблема выбора принципа оптимальности. Данная проблема характеризуется получением разных результатов при применении различных принципов оптимальности. Предлагаемый метод дает возможность применять множество принципов оптимальности комплексно с помощью согласования результатов, полученных при применении каждого из принципов.

Таким образом, разработанный метод дает возможность решить совместно крупные научные проблемы:

- 1) анализа в условиях многокритериальности экономической эффективности деятельности компаний;
- 2) анализа в условиях неопределенности внешней среды экономической эффективности функционирования компаний;
- 3) применения набора принципов оптимальности.

Сущность метода анализа экономической эффективности компаний на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды заключается в сочетании:

- 1) комплексного применения принципов оптимальности, таких как принципа оптимизма, пессимизма, принципа гарантированного результата, гарантированных потерь, принципа Сэвиджа и т.д., путем согласования результатов, получаемых при применении каждого из принципов;
- 2) комплексного применения принципов многокритериального анализа, а именно принципа доминирования, принципа Парето и др., с помощью согласования результатов, полученных при применении каждого из принципов;
- 3) возможности осуществления в рамках анализа нескольких итераций применения принципов оптимальности и/или принципов многокритериального анализа;
- 4) осуществления ранжирования компаний, выбранных для анализа, что наиболее актуально при наличии большого количества оцениваемых компаний, в частности для избегания ситуаций, в которых из-за ограниченности ресурсов и времени наиболее опасные конкуренты не будут проанализированы в ходе исследования.

Назовем основные этапы разработанного метода.

Этап 1. Ранжирование компаний при применении принципа оптимизма

Суть принципа оптимизма заключается в поиске оптимального сочетания неуправляемых факторов и наилучшего способа управления контролируруемыми факторами. Принцип оптимизма записывается следующим образом:  $A_{\text{опт}}(X_0) = \max_{x \in X} \max_{y \in Y} A(x, y)$ , при анализе за-

трат применяется формула:  $Z_{\text{опт}}(X_0) = \min_{x \in X} \min_{y \in Y} Z(x, y)$ .

Этап 2. Ранжирование компаний при применении принципа пессимизма

Принцип пессимизма подразумевает нерациональное использование управляемых факторов и неблагоприятное воздействие неуправляемых факторов. Принцип пессимизма формулируется в виде:  $V_{\text{пес}}(X_0) = \min_{x \in X} \min_{y \in Y} V(x, y)$ .

В случае анализа матрицы затрат применяется формула:  $Z_{\text{пес}}(X_0) = \max_{x \in X} \max_{y \in Y} Z(x, y)$ .

Этап 3. Ранжирование компаний с помощью принципа гарантированного результата

При применении данного принципа сначала выбираются компании с наихудшими значениями показателей, затем среди них выбираются с наилучшими результатами. Принцип гарантированного результата формулируется в виде:  $C_{\Gamma}(x_{\text{opt}}) = \max_{x \in X} \min_{y \in Y} C(x, y)$ .

Этап 4. Ранжирование компаний при использовании принципа Сэвиджа

Применение данного принципа основывается на определении ущерба.

Принцип Сэвиджа формулируется следующим образом:  $D_{\Gamma}(X_{\text{opt}}) = \min_{x \in X} \max_{y \in Y} D(x, y)$ .

Этап 5. Осуществление проверки совпадения полученных результатов предварительного ранжирования

Этап 6. Выбор и формулирование принципов многокритериального анализа

Этап 7. Определение наиболее эффективных компаний с помощью принципов многокритериального анализа по результатам предварительного ранжирования

В результате разработанный метод анализа экономической эффективности деятельности компаний на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды представляет возможность определить состав ближайших и наиболее опасных конкурентов, на которые необходимо обратить внимание, дальнейший подробный анализ которых в большей степени будет соответствовать поставленным целям стратегического анализа.

Данный метод является универсальным и может применяться для анализа инжиниринговых компаний разных отраслей промышленности, таких как топливной промышленности, машиностроения и электроэнергетики. Практическое применение метода необходимо при осуществлении стратегического анализа экономических объектов, в том числе Инжинирингового дивизиона ГК «Росатом», инжиниринговых компаний ГК «Росатом», также с помощью разработанного метода анализ может производиться на нескольких этапах стратегического управления.

На основе данного метода разработана методика анализа экономической эффективности объектов в области энергетики на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды; реализовано развитие методики SWOT-анализа инжиниринговых компаний атомной энергетики.

**5. Разработана методика анализа экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний в области энергетики в условиях неопределенности внешней среды по совокупности показателей, с целью реализации на практике аспектов сформулированного выше метода.**

Суть методики заключается в разработке и описании логической последовательности действий для определения эффективности деятельности исследуемых компаний в условиях неопределенности внешней среды по совокупности показателей.

Особенностью разработанной методики является:

- совместное решение проблемы анализа экономической эффективности в условиях многокритериальности и неопределенности внешней среды, обусловленной требованиями

длительного жизненного цикла объектов атомной энергетики (не менее 60 лет), значительной стоимостью и длительными сроками строительства атомных станций, сложностью проектирования, неопределенностью во внутривнутриполитических и внешнеполитических процессах и т.д.;

- комплексное применение различных принципов оптимальности, путем согласования результатов, получаемых при применении каждого из принципов, что решает проблему получения различных результатов при применении разных принципов;
- комплексное применение различных принципов многокритериального анализа, путем согласования результатов;
- реализация принципа сопоставимости исследуемых экономических объектов;
- учет особенностей объектов в области энергетики.

Перечислим основные этапы предлагаемой в настоящей работе методики.

1. Определение целей исследования.
2. Выбор инжиниринговых компаний для анализа экономической эффективности деятельности.
3. Применение принципа сопоставимости в зависимости от целей исследования.
4. Определение неуправляемых факторов с учетом особенностей анализируемых объектов в области энергетики.
5. Выбор показателей эффективности с учетом особенностей исследуемых объектов в области энергетики.
6. Составление матрицы эффективности в зависимости от неуправляемых факторов.
7. Выбор принципов оптимальности с учетом особенностей экономических объектов в области энергетики и осуществление ранжирования анализируемых альтернатив по каждому из выбранных принципов.
8. Проверка согласованности результатов, полученных при ранжировании по каждому принципу оптимальности.
9. Выбор и формулирование принципов многокритериального анализа.  
Могут применяться следующие принципы: комплексного показателя, удовлетворения потребностей, доминирования, Парето и другие.
10. Определение наиболее эффективных объектов анализа с помощью принципов многокритериального анализа по результатам предварительного ранжирования.

На этом этапе роль критериев играют принципы оптимальности, выбор оптимального решения производится из результатов применения принципов оптимальности. Таким образом, решается проблема выбора принципов оптимальности с помощью комплексного применения различных принципов оптимальности.

11. Формирование рейтинга объектов в области энергетики по экономической эффективности.
12. Выводы, оценка конкурентных позиций исследуемого объекта, сужение круга наиболее важных конкурентов для стратегического анализа.

Предлагаемая методика решает такие актуальные проблемы, как осуществление анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики на практике, проблему ранжирования альтернатив в условиях неопределенности, проблему выбора принципа оптимальности.

Данная методика применена при анализе эффективности направлений инжиниринга в области электрогенерации, также применена при анализе экономической эффективности АЭС с различными технологиями легководных реакторных установок, разработанных инжиниринговыми компаниями разных стран.

***Осуществлена апробация разработанной методики при анализе эффективности направлений инжиниринга в области электрогенерации.***



Апробация методики проводилась при решении реальной практической задачи выбора наиболее эффективного направления инжиниринга в области генерирующих технологий среди разнообразия технологий генерации электроэнергии: атомные электростанции, электростанции на газе (ПГУ), гидроэлектростанции, электростанции на каменном угле, солнечные электростанции, ветряные электростанции.

Для каждого направления инжиниринга технологий электрогенерации представлены в табл. 2 исходные данные для анализа. В таблицах приведены показатели LCOE для электростанций с различными технологиями генерации электроэнергии вместе с соответствующими показателями затрат и характеристиками эффективности, каждый из которых имеют три значения (минимальные, средние, максимальные) в связи с наличием неопределенности по ряду причин, выявленных в диссертации.

Таблица 2. Исходные данные для анализа экономической эффективности

Технология	Суточные расходы (USD/kWe)			Затраты на ЭиТО (USD/kWe)			LCOE (USD/kWe)		
	Мин.	Сред.	Макс.	Мин.	Сред.	Макс.	Мин.	Сред.	Макс.
ПГУ (Газ)	254	823	1 109	10	45	160	43	75	108
ТЭС (Каменный уголь)	800	1 897	4 382	25	65	140	75	82	110
ГЭС	2 326	3 557	6 681	20	47	90	48	68	101
АЭС	2 157	3 606	6 920	10	75	190	42	70	103
Солнечные ЭС	534	995	2 006	6	18	60	34	55	175
Ветряные ЭС	877	1 391	3 022	1	35	58	26	50	140

Источник: составлено автором на основе данных из отчета IEA «Projected Costs of Generating Electricity 2020»

Реализована предложенная методика.

1. На первом этапе апробации методики был проведен анализ эффективности реализации различных направлений инжиниринга технологий генерации электроэнергии по удельным капиталовложениям.
2. На втором этапе апробации методики был проведен анализ эффективности различных технологий генерации электроэнергии по затратам на эксплуатацию и техническое обслуживание.
3. На третьем этапе был проведен анализ эффективности различных технологий генерации электроэнергии по нормированной стоимости электроэнергии.

В результате анализа эффективности направлений инжиниринга технологий электрогенерации получили ранжирование по каждому из показателей (табл. 3).

Таблица 3. Общая таблица результатов ранжирования

Показатели эффективности	По удельным капиталовложениям (USD/kWe)	По затратам на ЭиТО (USD/kWe)	По LCOE (USD/kWe)
ПГУ (Газ)	3	4	5
ТЭС (Каменный уголь)	4	6	6
ГЭС (русло реки, $\geq 5$ МВт)	5	3	1
АЭС	6	5	3
Солнечные ЭС	2	2	4
Ветряные ЭС	1	1	2

Осуществлено согласование полученных результатов с помощью принципов многокритериального подхода. Результатом применения методики является рейтинг направлений инжиниринга, где наиболее привлекательной становится ГЭС, 2 – ветряные ЭС, 3 – солнечные ЭС, 4 – АЭС, 5 – ПГУ, 6 – ТЭС. Таким образом, наиболее эффективными направлениями инжиниринга в области электрогенерации, которые необходимо развивать,

являются направления гидроэлектростанций и ветряных электростанций.

**Осуществлена апробация методики при анализе экономической эффективности АЭС, разработанных инжиниринговыми компаниями разных стран.**

Апробация методики проводилась при решении задачи выбора наиболее экономически эффективного дизайна АЭС. На текущий момент в атомной энергетике преобладают легководные реакторные установки (LWR) большой мощности, это обуславливается высокими экономическими показателями данного типа установок и высокой степенью изученности технологии.

В табл. 4 приведены показатели нормированной стоимости для электростанций с разными легководными реакторами вместе с соответствующими компонентами затрат, рассчитанные по каждой из трех ставок дисконтирования (3%, 7 % и 10 %). Для каждого типа АЭС представлены следующие данные: электрическая мощность, КПД, удельные капитальные затраты, а также затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание. Капитальные затраты, затраты на реконструкцию и вывод из эксплуатации всех установок зависят от используемой ставки дисконтирования, поэтому представленные затраты рассчитываются по каждой ставке дисконтирования.

Применена разработанная методика:

- 1) на первом этапе апробации методики был проведен анализ эффективности АЭС по удельным капитальным затратам. В соответствии с методикой были реализованы все этапы анализа эффективности;
- 2) на втором этапе апробации методики был проведен анализ эффективности АЭС по нормированной стоимости электроэнергии.

Таблица 4. Исходные данные для анализа экономической эффективности

Страна	Технология	Мощность эл., МВт	КПД, %	Удельные капитальные затраты в зависимости от ставки дисконтирования, USD/MWh			Нормированная стоимость в зависимости от ставки дисконтирования, USD/MWh		
				3%	7%	10%	3%	7%	10%
France	EPR	1 650	33	21.32	47.46	73.29	45.27	71.10	96.89
Japan	ALWR	1 152	33	21.05	46.87	72.37	61.16	86.67	112.13
Korea	ALWR	1 377	36	11.46	25.51	39.39	39.42	53.30	67.16
Russia	VVER	1 122	38	12.06	26.86	41.47	27.41	42.02	56.61
USA	LWR	1 100	33	22.58	50.26	77.61	43.90	71.25	98.56
China	LWR	950	33	13.28	29.57	45.65	49.92	66.01	82.08
India	LWR	950	33	14.76	32.85	50.73	48.17	66.06	83.91

Источник: составлено автором на основе данных из отчета IEA «Projected Costs of Generating Electricity 2020»

В результате анализа эффективности АЭС, разработанные различными инжиниринговыми компаниями, получили ранжирование по каждому из показателей (табл. 5).

Таблица 5. Общая таблица результатов ранжирования

Показатели эффективности	Рейтинг по удельным капитальным затратам, USD/MWh	Рейтинг по нормированной стоимости, USD/MWh
Типы АЭС		
France (EPR)	6	6
Japan (ALWR)	5	7
Korea (ALWR)	1	2
Russia (VVER)	2	1
USA (LWR)	7	4
China (LWR)	3	3
India (LWR)	4	5

Окончание табл. 5

Реализовано согласование полученных результатов с помощью принципов многокритериального подхода, главным показателем выбран показатель нормированной стоимости электроэнергии. Результатом применения методики является рейтинг дизайна АЭС с разными реакторными установками, где наиболее привлекательным становится разработка Russia (VVER), 2 – Korea (ALWR), 3 – China (LWR), 4 – USA (LWR), 5 – India (LWR), 6 – Japan (ALWR), 7 – France (EPR). Таким образом, наиболее экономически эффективными АЭС являются разработки российской и корейской инжиниринговой компании.

### III. ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. В результате проведенного исследования мирового рынка в области инжиниринга атомной энергетики определен состав компаний, действующий на международном рынке атомной отрасли, в который вошли следующие компании: отечественный инжиниринговый дивизион ГК «Росатом», China National Nuclear Corp., Korea Electric Power Corp., China General Nuclear Power Corp., EDF Group (Framatome). Проанализировано экономическое состояние перечисленных лидирующих зарубежных инжиниринговых компаний атомной энергетики и отечественного инжинирингового дивизиона ГК «Росатом». Определены дестабилизирующие внешние факторы и проблемы инжиниринговых компаний атомной энергетики. Полученные результаты необходимо учитывать при анализе эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики.

2. Предложен метод анализа экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики с использованием различных комбинаций принципов и показателей эффективности. Метод позволяет решать проблемы стратегического планирования, определения инвестиционной привлекательности компаний и предприятий атомной энергетики, что является задачей государственного уровня согласно энергетической стратегии РФ. Предложенные в рамках метода варианты анализа экономической эффективности деятельности были применены в разработанных в работе методиках.

3. Разработана методика определения экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики с комплексным применением набора принципов многокритериального анализа. Осуществлена апробация предложенной методики при определении эффективности крупнейших инжиниринговых компаний в области атомной энергетики на мировом рынке. Применение предложенной методики актуально при определении инвестиционной привлекательности компаний, а также при участии компании в конкурсах и тендерах. Данная методика может использоваться административными организациями, заказчиками проектов и др.

4. Разработана методика анализа эффективности деятельности инжиниринговых компаний атомной энергетики по совокупности групп показателей (экономических, экологических, показателей безопасности, инфраструктурных и социальных показателей), которая позволяет повысить объективность анализа инжиниринговых компаний атомной энергетики с помощью учета различных направлений развития компании и разностороннего подхода к анализу.

5. Предложен метод определения экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний на основе многокритериального подхода в условиях неопределенности внешней среды. Данный метод является универсальным и может применяться для анализа инжиниринговых компаний разных отраслей промышленности (топливной промышленности, машиностроения, электроэнергетики). Практическое применение метода необходимо при осуществлении стратегического анализа экономических объектов, в том числе Инжинирингового дивизиона ГК «Росатом», инжиниринговых компаний ГК «Росатом», также с помощью разработанного метода анализ может быть произведен на нескольких этапах стратегического управления.

6. Разработана методика анализа экономической эффективности деятельности инжиниринговых компаний в области энергетики в условиях неопределенности внешней среды по совокупности показателей. Методика позволила провести анализ экономической эффективности основных направлений инжиниринга в области электрогенерации с использованием набора показателей и с учетом неуправляемых факторов внешней среды, а также анализ экономической эффективности АЭС, разработанных инжиниринговыми компаниями разных стран. Результаты могут быть использованы органами управления на разных уровнях, в том числе при определении стратегий развития энергетической отрасли РФ.

#### **IV. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСКРЫТЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ**

##### **Статьи, опубликованные в рекомендованных ВАК изданиях**

1. Ершова, М. И. Методика SWOT-анализа инжиниринговых компаний атомной энергетики / Ф.Ф. Юрлов, М.И. Ершова // Научное обозрение: теория и практика. – 2020. - Т. 10 (9). – С. 2139-2147.

2. Ершова, М. И. Формулирование и анализ подходов к оценке эффективности промышленных объектов атомной энергетики / Ф.Ф. Юрлов, М.И. Ершова // Вестник НГИЭИ. – 2020. № 10 (113). – С. 108-118.

3. Ершова, М. И. Методика сравнительной оценки эффективности предприятий, производящих автокомпоненты, и ее применение/ Ф.Ф. Юрлов, М.И. Ершова, В.В. Титов // Вестник НГИЭИ. – 2020. - № 12 (115). – С. 69-77.

4. Ершова, М. И. Оценка эффективности крупнейших инжиниринговых компаний атомной энергетики на основе многокритериального подхода // Вестник НГИЭИ. – 2021.- № 5 (120). – С. 89-100.

5. Ершова, М. И. Выбор эффективных решений в экономике в условиях неопределенности внешней среды путем их ранжирования / Ф.Ф. Юрлов, А.Ф. Плеханова, С.Н. Яшин, М.И. Ершова // Управление устойчивым развитием. – 2021.- № 5 (36). – С. 47- 53.

6. Ершова, М. И. Методика оценки эффективности и ранжирования анализируемых объектов в условиях неопределенности внешней среды при наличии нескольких групп неуправляемых факторов / И.Д. Андрианова, М.И. Ершова, Ф.Ф. Юрлов // Финансовый бизнес. – 2022. - № 6 (228). – С. 12-15.

##### **Статьи и доклады, опубликованные в научных сборниках, журналах и материалах конференций (РИНЦ)**

1. Ершова, М.И. Мировой опыт зарубежных инжиниринговых компаний энергетической отрасли / М.И. Ершова, Ф.Ф. Юрлов // Актуальные вопросы науки и практики. – Анапа, 2020. – С.10-15.

2. Ершова, М.И. Анализ зарубежного и отечественного опыта повышения эффективности инжиниринговых компаний / М.И. Ершова, Ф.Ф. Юрлов // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы. – Нижний Новгород. 2020. – С. 105-109.

3. Ершова, М.И. Анализ инноваций в управлении зарубежной многопрофильной компанией атомной энергетики // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. – Москва. 2020.– С.198-200.

4. Ершова, М.И. Анализ инновационной деятельности зарубежного энергетического холдинга // Глобальная экономика в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий. – Казань. 2020. – С.109-110.

5. Ершова, М.И. Экономическая эффективность как важнейший критерий экономической безопасности предприятий атомной энергетики // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы. – Нижний Новгород. 2021.
6. Ершова, М.И. Особенности эффективности развития инжиниринговых компаний атомной энергетики // Актуальные научные исследования в современном мире – Переяслав-Хмельницкий. 2021. – С. 117-119.
7. Ершова, М.И. Развитие инновационной деятельности как фактор повышения эффективности развития инжиниринговой компании атомной отрасли // Вопросы современных научных исследований. – Пенза. 2021.
8. Ершова, М.И. Анализ эффективности развития электроэнергетического комплекса / М.И. Ершова, Ф.Ф. Юрлов // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы. – Нижний Новгород. 2022. – С. 41-45.
9. Ершова, М.И. Проблемы оценки стоимости электроэнергии атомных электростанций // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций – Нижний Новгород. 2022. – С. 58-60.