



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
и международной деятельности  
Бескотыльный Алексей Николаевич

«04» \_\_\_\_\_ 2024 г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» на диссертационную работу Савенкова Андрея Николаевича на тему: «Методика планирования при инжиниринге пусконаладочных работ на атомных электростанциях», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.1.7 - Технология и организация строительства.

#### **1. Актуальность темы исследования**

Фактическое время на ввод в эксплуатацию энергоблоков АЭС, в значительной степени превышают директивные сроки предусматривающийся проектной документацией.

В настоящее время нормы продолжительности строительства АЭС предусмотрены в СНиП 1.04.03-85\* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений», которым установлена продолжительность строительства АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и РБМК-1000. Указанный СНиП 1.04.03-85\* принят в апреле 1985 года, спустя всего лишь год - в апреле 1986 произошла самая масштабная авария в истории атомной энергетики. В результате деятельности МАГАТЭ требования в сфере безопасности, устанавливаемые отечественными регламентирующими нормативами и международными требованиями МАГАТЭ, регулярно дополняются, уточняются и ужесточаются. Таким образом нормативы продолжительности проведения пусконаладочных работ (ПНР) при строительстве энергоблоков атомных станций установленные в 1985 году не соответствуют современным требованиям и разрабатывались для строительства АЭС с устаревшими и не применяемыми к настоящему времени проектами реакторных установок.

Продолжительность работ по вводу энергоблока АЭС в эксплуатацию определяется как правило проектным (нормативным) графиком, устанавливающим время, необходимое для выполнения ПНР на системах и оборудовании АЭС. При этом график не учитывает риски увеличения продолжительности работ из-за задержек, связанных со срывом сроков поставки оборудования и материалов, с незавершенностью строительно-монтажных работ в необходимые сроки, с выявлением и необходимостью

безотлагательного устранения несоответствий проекта, изготовления, строительства и монтажа, прямо или косвенно влияющих на безопасность, качество и цели выполнения работ, а также функционирование систем и оборудования АЭС в соответствии с проектом. По указанным причинам реальные сроки выполнения работ по вводу энергоблока в эксплуатацию, как правило, превышают нормативные. При планировании ПНР риски и вероятность их возникновения не учитываются, а графики ПНР корректируются в процессе инжиниринга уже по факту случившихся событий.

Качественное планирование сроков ПНР с учетом оценки и минимизации технических рисков, позволит обеспечить эффективность капитальных вложений при строительстве АЭС.

Необходимость решения указанной проблемы в настоящее время остро ощущается при проектировании и строительстве современных энергоблоков АЭС (ВВЭР-1200 и ВВЭР ТОИ).

## **2. Структура и содержание работы**

Представленная диссертация состоит из содержания, введения, четырех глав, заключения и двух приложений общим объемом 169 страниц, из них основного текста – 136 страниц, 35 рисунков, 22 таблицы, списка литературы из 199 наименований.

**Во введении** обосновывается актуальность исследований, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов исследований, приведены положения, выносимые на защиту и результаты апробации работы.

**1-я глава** посвящена анализу организационно-технологических особенностей проведения ПНР при строительстве АЭС, включающему литературный обзор источников, находящихся в открытом доступе, анализ нормативно-технической документации.

Установлено, что использование в полной мере при проектировании и планировании строительства и ПНР норм, приведенных в СНиП 1.04.03-85\* не представляется возможным, а анализ нормативной и технической литературы, показывает, что необходим более совершенный механизм планирования, включающий элементы нормирования, сбора информации, а также формирования и использования баз данных по возникающим рискам.

На основании проведенных исследований представлен вывод об актуальности проведения новых исследований в области планирования ПНР при инжиниринге строительства АЭС.

Определено направление развития процесса планирования путем разработки модели продолжительности ПНР на АЭС с учетом оценки рисков. А также необходимость детализации и классификации возникающих технических рисков в отношении ПНР определив факторы их наступления, в целях дальнейшей выработки узконаправленных мероприятий по их минимизации.

**Во 2-ой главе** приведена методология сбора и анализа информации для нормирования процессов, расчета норм времени, статистической обработки результатов, оценки и расчета рисков, календарного планирования и расчета продолжительности работ. Методы технического нормирования для определения затрат труда инженеров пусконаладчиков, основанные только на хронометраже и самофотографировании трудовых процессов сложно применимы, а по большей части ПНР такая возможность вообще отсутствует.

В исследованиях показано, что для определения трудоемкости пусконаладочных работ наиболее предпочтительным являются опытно-статистические и аналитические методы нормирования.

Предложена методика сбора и анализа информации для нормирования процессов и расчета норм времени, изучены и выбраны оптимальные методы статистической обработки результатов, оценки рисков, а также определена возможность их адаптации в рамках проводимых исследований и интеграции в методике планирования ПНР.

**3-ю главу** посвящена методике планирования ПНР, основанной на сборе необходимой информации, расчете норм времени расчетно-аналитическим методом, кодификации рисков, их оценке и учету при определении продолжительности работ.

Для возможности систематизации работы по сбору информации о возникающих рисках при ПНР (дефекты, отказы, несоответствия), был разработан кодификатор рисков, являющийся по сути инструментом для управления рисками при инжиниринге ПНР.

В рамках проводимых исследований путем экспертного опроса и структурированного интервью, на основе разработанных в процессе исследований анкет была проведена экспертная оценка возникающих рисков при ПНР по вероятности их наступления и влиянию на продолжительность ПНР. Проведенная оценка позволила определить степень воздействия рисков на продолжительность ПНР, выраженную в виде коэффициентов.

Для возможности планирования ПНР предложена формула определения нормы затрат труда пусконаладочного персонала на устранение дефектов (отказов) связанных с рисками, а также формулы ожидаемой продолжительности наладки систем и общей продолжительности ПНР (этапа ПНР).

В целях сокращения продолжительности проведения ПНР на АЭС путем минимизации возникающих технических рисков предложен комплекс мер по их снижению.

Таким образом в результате исследований предложен алгоритм сбора и анализа информации для нормирования процессов, а также расчета норм времени и определения трудоемкости ПНР. Сформирована модель расчета продолжительности ПНР учитывающая предложенный алгоритм проведения экспертного опроса, оценки и расчета степени влияния рисков при ПНР. Разработан классификатор рисков, позволяющий систематизировать

необходимую информацию о рисках, их кодировку. Определены основные атрибуты рисков, позволяющие создавать и осуществлять ведение баз данных, сбор статистики в целях дальнейшего анализа и выработки мероприятий по минимизации рисков. Таким образом формируется инструмент по управлению рисками при инжиниринге ПНР.

Обозначен принципиально новый подход к определению продолжительности при инжиниринге ПНР на АЭС и разработана методика планирования, основанная на нормировании и оценке возникающих рисков при ПНР.

**В 4-ой главе** представлено внедрение результатов исследования и апробация методики планирования на Белорусской АЭС. На основании информации собранной с применением разработанной формы протокола учета рабочего времени определены трудозатраты и проектные сроки ПНР технологической части машины перегрузочной.

Проведен экспертный опрос по дефектам и несоответствиям при ПНР технологической части машины перегрузочной для оценки рисков. Рассчитана степень воздействия рисков и определены нормы затрат труда на устранение несоответствий (дефектов).

Определена продолжительность ПНР без учета рисков и с учетом степени влияния рисков. Для оценки объективности разработанной методики планирования был проведен анализ фактических трудозатрат и погрешность при планировании составила ~2%.

В рамках второго этапа внедрения результатов проводимых исследований, который выполнялся уже при строительстве второго энергоблока БелАЭС при планировании и выполнении ПНР на машине перегрузочной совместно с АО «Атомтехэнерго» была проведена оценка рисков.

Для минимизации рисков при проведении ПНР на основании предложенного в рамках исследований комплекса мер по снижению рисков были выполнены организационно-технические мероприятия (устранение выявленных несоответствий и внесение изменений в конструкторскую документацию второго блока Белорусской АЭС, а также устранение выявленных несоответствий заводом-изготовителем на машине перегрузочной второго блока до начала ПНР), которые привели к сокращению продолжительности ПНР. Также был рассчитан экономический эффект на основании определения ориентировочной стоимости ПНР.

Наглядно показана эффективность разработанной автором методики планирования ПНР и получена экономическая эффективность от разработанного комплекса мер по минимизации возникающих технических рисков.

**В заключении** представлены выводы по результатам диссертационного исследования, даны рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

В целом диссертационная работа представляет собой законченный научный труд, имеющий четкую логическую структуру и направленность на достижение поставленных задач исследования, обладает внутренней целостностью. Работа изложена научным языком, содержит достаточное для раскрытия темы количество таблиц и иллюстраций. Приложения содержат акты о внедрении результатов исследований. Сформулированные в работе выводы и рекомендации представляют собой логически обоснованные заключения по проведенным исследованиям.

### **3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций работы Савенкова А.Н. подтверждается:

- обоснованным использованием классических методов экспертных оценок, математических моделей, методов расчета и расчетных технологий, научной и нормативно-технической документацией в области планирования при строительстве объектов;
- соблюдением условий репрезентативности при формировании экспертной группы и массива исходных данных для статистических расчетов;
- использованием в исследованиях исполнительной документации строительства энергоблоков Белорусской, Курской и Ленинградской атомных станций, а также информационных источников АО «Атомтехэнерго» являющегося российским лидером в области организации, управления и выполнения ввода АЭС в эксплуатацию и по сути уникальным предприятием, специализирующимся на выполнении всего комплекса ПНР на АЭС в России и за рубежом, а также отдельных ученых и специалистов;
- подтверждением положений методики планирования при инжиниринге ПНР при ее внедрении на объекте строительства Белорусская АЭС.

В рамках апробации результаты научных исследований докладывались на конференциях:

- 78-й Всероссийской научно-технической конференции «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре»;
- международной научной конференции «Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering»;
- 79-й Всероссийской научно-технической конференции «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре».

### **4. Научная новизна**

1. Разработана модель определения продолжительности ПНР на основании адаптированной технологии нормирования и оценки наиболее значимых рисков;

2. Разработана методика планирования ПНР на АЭС в условиях возникновения технических рисков на основании предложенной модели и комплекса мер по снижению рисков.

### **5. Научная и практическая ценность диссертации**

Разработанная методика и предложения могут стать основой для отраслевых (корпоративных) нормативов на ПНР при строительстве АЭС.

Методика позволит составлять график производства работ в части ПНР с учетом влияния рисков;

Создана основа для систематизации и классификации рисков при проведении ПНР на АЭС, возможность их дальнейшего учета при планировании и управления ими.

Сформирован инструмент поддержки принятия эффективных решений при строительстве АЭС, включая актуализацию графиков ПНР на завершающей стадии строительства.

### **6. Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки**

Качественное планирование сроков, позволит осуществлять ввод объекта в эксплуатацию обеспечивая эффективность капитальных вложений и снижение затрат.

Внедрение инновационных методов управления рисками при инжиниринге ПНР, направленных на безусловное обеспечение безопасности, качества и надежности при вводе энергоблока в эксплуатацию, реализацию наиболее оптимальных схем взаимодействия участников строительства, сокращение сроков выполнения работ по вводу энергоблоков в эксплуатацию.

### **7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Результаты диссертации рекомендуются к использованию для определения продолжительности и трудоемкости ПНР при строительстве АЭС.

На основании предложенного классификатора рисков при ПНР предлагается формирование баз данных по рискам для сбора статистики о рисках и расчета коэффициентов для отдельных систем, что позволит корректно планировать продолжительность ПНР.

Созданная для инжиниринга база данных по нормам и рискам ПНР может стать элементом контролинга и основной для принятия управленческих решений, а создание единой отраслевой базы, данных включающей информацию о ранее построенных объектах позволит вывести систему

управления строительством АЭС на этапе ввода в эксплуатацию на качественно иной уровень.

## **8. Замечания**

1. На рисунке 1 отсутствуют стрелки, показывавшие последовательность методологического исследования.

2. В диссертации не приведена информация по какому принципу осуществлялся подбор экспертов для экспертной оценки рисков, на основании чего определено их количество и как проводилась оценка их компетентности.

3. Непонятно по какому принципу была определена граница шумового поля для рисков, оказывающих минимальное влияние на продолжительность ПНР.

4. Почему экономический эффект определен только на основании трудоёмкости ПНР и не учитываются используемые при проведении ПНР материальные ресурсы.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей оценки диссертационной работы Савенкова Андрея Николаевича.

## **9. Заключение**

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Савенкова Андрея Николаевича на тему: «Методика планирования при инжиниринге пусконаладочных работ на атомных электростанциях», является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук. Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Савенков Андрей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.7 - Технология и организация строительства.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Организация строительства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» « 22 » марта 2024 года. Протокол заседания № 8 от «22» марта 2024 г.

И.О. заведующего кафедрой  
«Организация строительства»  
Федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Донской государственный  
технический университет»,  
кандидат экономических наук, доцент

Маилян Лия  
Дмитриевна

« 1 » 04 2024 г.

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Донской государственный  
технический университет».

Адрес: 344003, Ростовская область,  
г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.

Тел.: +8-800-100-1930

Факс: (863) 232-79-53

E-mail: [reception@donstu.ru](mailto:reception@donstu.ru)

Сайт: <https://donstu.ru/>

Начальник управления кадров  
ФГБОУ ВО ДГТУ



О.И. Костина