

Утверждаю

Заместитель генерального

директора по науке

АО «НИИ НПО «ЛУЧ»

кандидат технических наук

А.А. Мокрушин

«12» 10



Отзыв ведущей организации

Акционерного общества

«Научно- исследовательский институт Научно-производственное
объединение «ЛУЧ»

на диссертационную работу Скорлыгина Владимира Владимировича
«Комплексный процесс управления жизненным циклом автономных ЯЭУ
космического назначения»,

представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по
специальности 05.14.03 - Ядерные энергетические установки, включая
проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Диссертационная работа Скорлыгина Владимира Владимировича посвящена решению задачи анализа и оптимизации жизненного цикла космических ядерных энергетических установок (КЯЭУ) на основе единой методологии и принципов построения комплексной системы управления техническим состоянием и безопасностью КЯЭУ.

Актуальность для науки и практики темы диссертационного исследования определяется тем фактом, что создание космических энергоустановок нового поколения, определенных положениями Стратегии развития космической ядерной энергетики до 2030 г., утвержденной Указом Президента РФ №80 от 27.02.2019, в современных условиях невозможно без внедрения концептуально нового подхода к их разработке, испытаниям и эксплуатации, основанного на комплексном решении задачи управления полным жизненным циклом – от технического задания до утилизации. Особенности целевого назначения, условий эксплуатации, последовательности стадий жизненного цикла КЯЭУ в значительной степени определяют круг новых современных научных проблем, подлежащих

решению для достижения их высокой надежности в течение длительного ресурса, безопасности и экологической приемлемости КЯЭУ как автономных источников генерации энергии с ограниченными возможностями их технического обслуживания и ремонта при длительных сроках эксплуатации.

Основные научные результаты и новизна

Основным результатом диссертационной работы является комплексный анализ, обобщение опыта и выявление основных проблем в управлении процессами проектирования, производства, испытаний и эксплуатации КЯЭУ специального назначения и разработка концепции комплексной информационной модели как средства реализации единой методологии и принципов построения комплексной системы управления жизненным циклом (УЖЦ), техническим состоянием и безопасностью КЯЭУ. Характерные черты всех построенных и создаваемых ЯЭУ космического назначения - минимизация массогабаритных характеристик при максимуме ресурса, достигаемого при эксплуатации в автоматическом режиме и невозможности технического обслуживания и ремонта - позволяют конкретизировать задачи управления жизненным циклом КЯЭУ. Автором впервые рассмотрена проблема управления качеством развития комплексной организационной, экономической и инженерной системы проектирования, эксплуатации и вывода из эксплуатации ядерных энергоустановок космического назначения. Предложен макет информационной модели единой методологии и свод принципов для построения производственной системы управления техническим состоянием и безопасностью КЯЭУ. Выработаны рекомендации по разработке методов и средств алгоритмического обеспечения научной деятельности в сфере обоснования ресурсной надежности и экологической приемлемости функционирования КЯЭУ на отдельных этапах эксплуатации. Разработаны методы оптимизации эксплуатационных режимов КЯЭУ по критериям увеличения их проектного срока эксплуатации. Предложены усовершенствования существующих методов испытаний КЯЭУ.

Личный вклад автора

Теоретические и экспериментальные результаты, представленные в работе, получены лично автором или под его непосредственным руководством. Автором лично получены следующие наиболее существенные результаты:

- разработана система математических моделей и расчетных кодов, предназначенных для проведения расчетных исследований безопасности и эксплуатационной надежности КЯЭУ, для разработки программ-методик

экспериментов и проведения экспериментальных исследований;

– разработана структура и программные единицы аналитических имитаторов КЯЭУ «Енисей» для использования при наземной отработке установки в автономном режиме и с аппаратурой потребителя;

– разработаны программы-методики специальных экспериментальных исследований, проведенных в процессе наземных испытаний на стендах «Р» и «Т»;

– разработаны разделы штатного математического обеспечения бортовых вычислительных средств.

Автор внес значительный личный вклад в создание КЯЭУ «Енисей» и организацию совместной работы с коллективом предприятий кооперации, включая АО «НИИ НПО «Луч». Полученные автором результаты в течение ряда лет внедрялись в аппаратное и программное обеспечение стендовых систем управления и защиты, штатных систем автоматического управления и бортовых вычислительных комплексов.

Обоснованность и достоверность результатов

Обоснованность и достоверность материалов диссертационного исследования подтверждаются результатами их практической апробации на разных стадиях жизненного цикла КЯЭУ «Енисей», верификации используемых для расчетных исследований математических моделей и расчетных кодов по известным аналитическим решениям, моделям и расчетным кодам, решавшим аналогичные задачи, и валидации по результатам натурных экспериментов, таких как опубликованных данных по реактору-преобразователю «Ромашка», результатах многочисленных экспериментов, проведенных с участием автора при испытаниях ЯЭУ «Енисей» и данных, предоставленных разработчиками КЯЭУ «Тополь».

Основные результаты работы были многократно представлены на международных и российских научных конференциях, опубликованы в ведущих научных журналах и широко известны в профессиональной среде.

Значимость полученных результатов

Реализация результатов работы для решения задач обеспечения надежного и безопасного функционирования позволяет разработать эффективные компенсирующие мероприятия, направленные на снижение влияния основных повреждающих факторов и повышение эксплуатационной долговечности и надежности, культуры безопасности КЯЭУ. Представленный в работе анализ существующей нормативной базы процесса создания и отработки КЯЭУ, а также результатов, достигнутых в ходе разработки установки «Енисей», позволяет выявить слабые места

существующего процесса разработки КЯЭУ, и сделать вывод о необходимости последовательной реализации технологий управления жизненным циклом, к важнейшей из которых надо отнести создание и использование комплексных информационных моделей, позволяющих повысить эффективность и снизить риск утраты знаний в процессе НИР и ОКР. Предложенная в работе методология, основанная на новых методах использования расчетных и эксплуатационных данных, реализована в виде макета специального программного комплекса, ориентированного на использование в системе управления объектами ядерной техники. Внедрение отдельных положений диссертационной работы позволило расширить программу наземной отработки, ускорить проведение плановых экспериментальных режимов и повысить показатели надежности стендового комплекса.

Рекомендации по использованию результатов и выводов,

Материалы диссертационной работы доказывают эффективность предлагаемых автором способов совершенствования процесса проектирования и отработки ЯЭУ космического назначения и ее составных частей.

Результаты диссертационной работы были использованы в НИЦ «Курчатовский институт» при выполнении соответствующих работ по Госконтрактам, указанных автором, а также при разработке составных частей ЯЭУ второго поколения в АО «НИИ НПО «Луч».

Замечания к работе

В качестве замечаний по работе стоит отметить следующее:

1) В тексте диссертации есть ряд некорректных, а иногда и противоречивых выражений, касающихся жизненного цикла ЯЭУ, например, стр.19 – «жизненный цикл космической ЯЭУ начинается на заводе-изготовителе», стр. 166 – «жизненный цикл ЯЭУ начинается с приемосдаточных испытаний», стр. 164 – «эксплуатация ЯЭУ начинается после достижения целевой орбиты», стр. 21– «находящихся в данное время на разных стадиях разработки». На самом деле согласно ГОСТ РВ 15.004-2004 для ЯЭУ как изделия военной техники следует выделить следующие характерные стадии жизненного цикла:

- исследование и обоснование разработки;
- разработка;
- производство;
- эксплуатация, связанная с хранением, транспортированием по территориям общего пользования и ограниченной доступности,

подготовка к эксплуатации по назначению и выполнению назначенных функций в составе изделия;
- вывод из эксплуатации.

Попытка подобным образом описать ЖЦ предпринята автором на стр. 68-69. Поэтому, на наш взгляд, правильно писать во всех случаях: «эксплуатация ЯЭУ начинается с момента приемки изделия эксплуатирующей организацией», а все другие процессы в рамках одной стадии называть этапами, например, фразу на стр. 21 изложить в редакции: «находящихся в данное время на разных этапах разработки».

2) Нельзя согласиться с выводом автора (см. стр. 269), что «скорее всего, конструктивные решения, подобные КЯЭУ «Енисей»: автоматическая система аварийной защиты при штатной эксплуатации отсутствует, конструктивное деление барабанов на группу АЗ и АР и «РАЗВАЛ РО», приводящий к потере радиального отражателя, будут применены и в разрабатываемых ЯЭУ следующего поколения». Эти решения скорее всего будут пересмотрены, в том числе с добавлением дополнительных средств обеспечения именно ядерной безопасности, таких как стержни безопасности, вводимые непосредственно в активную зону реактора, что и реализовано в ряде проектов термоэмиссионных ЯЭУ второго поколения.

3) Не оспаривая выводы автора (стр. 50), касающиеся обоснования надежности со ссылкой на ГОСТ В 21259-89 под номером 88 в литературе, следует отметить: первое – под этим номером 88 приведен в литературе другой ГОСТ В 21256-89, второе – в настоящее время действует ГОСТ РО 1410-001-2009 вместо ГОСТ В 21259-89 с аналогичными положениями.

Указанные выше недостатки не снижают ценность и практическую значимость результатов диссертационного исследования.

Заключение

Диссертационная работа несмотря на сделанные замечания, выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченную квалификационную работу, которая содержит новые и практически значимые результаты, соответствует паспорту специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации», соответствует требованиям установленным Положением о присуждении учёных степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, автореферат отражает основные положения диссертации и соответствует ее содержанию, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.03 - Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Отзыв подготовлен на основании заключения, сделанного в результате обсуждения диссертации на заседании секции №1 НТС АО «НИИ НПО «ЛУЧ» протокол заседания № 14/21 от 28.09.2021.

Главный научный сотрудник,
доктор технических наук

Д.Л. Цецхладзе

Главный научный сотрудник,
кандидат технических наук

А.М. Никонов

Подписи Цецхладзе Д.Л. и Никонова А.М

удостоверено

Заместитель генерального директора по науке,
ученый секретарь диссертационного совета
АО «НИИ НПО «ЛУЧ», кандидат
технических наук



А.А. Мокрушин