

Отзыв
официального оппонента
на диссертационную работу

СКОРЛЫГИНА Владимира Владимировича

**«Комплексный процесс управления жизненным циклом автономных ЯЭУ
космического назначения»,**

представленную на соискание учёной степени доктора технических наук
по специальности 05.14.03 - ядерные энергетические установки,
включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации

Актуальность диссертационной работы. Государственными программами предусматривается значительное повышение роли космической отрасли в решении народно-хозяйственных задач по освоению труднодоступных регионов Российской Федерации. Перспективным путем развития нового поколения космических аппаратов является решение проблемы их независимости от солнечного излучения. Стратегия развития космической ядерной энергетики до 2030 г., утвержденная Указом Президента РФ №80 от 27.02.2019, определяет развитие космических ядерных энергетических установок (КЯЭУ) как актуальную задачу атомной и космической отраслей на ближайшее десятилетие. Создание космических энергоустановок нового поколения в современных экономических условиях требует концептуально нового подхода. Диссертация Скорлыгина Владимира Владимировича посвящена анализу накопленного опыта проектирования, производства, испытаний и эксплуатации КЯЭУ и исследованию возможных вариантов совершенствования процесса и улучшения координации разработки, сокращения сроков, снижения рисков утраты результатов, повышения ресурсной надежности КЯЭУ в рамках комплексной

задачи управления полным жизненным циклом КЯЭУ. от технического задания до утилизации.

Структура и содержание работы. Диссертация Скорлыгина Владимира Владимировича, состоит из введения, шести глав, заключения, списка цитируемых литературных источников. Основной материал диссертации изложен на 335 страницах машинописного текста, включающего 92 рисунка и 36 таблиц.

Во Введении автор обосновывает актуальность тематики диссертации, им сформулированы цель работы и решаемые в процессе достижения этой цели задачи, указана научная новизна и практическая значимость полученных результатов, обосновывается их достоверность, а также приведен перечень основных положений, выносимых на защиту. Указано, что основные идеи, положения, методические приёмы, а также обобщенные результаты исследований опубликованы более чем в 28 отечественных и зарубежных периодических научных изданиях.

В первой главе диссертантом выполнен анализ нормативной базы и опыта создания КЯЭУ первого поколения в СССР. Показана необходимость комплексного совершенствования технологии проектирования, конструирования и наземных испытаний КЯЭУ на базе концептуально нового подхода - постановке и решении комплексной задачи управления полным жизненным циклом КЯЭУ – от технического задания до утилизации.

Во второй главе проанализирована общая схема технологии управления жизненным циклом продукта и назначение составных частей. Излагается концепция комплексной информационной модели (КИМ) как информационно-вычислительной системы, состоящей из: а) базы данных, содержащей основные данные о КЯЭУ и об их изменениях на всех стадиях жизненного цикла, сведения

о процессе отработки, контрольных операциях; б) программной надстройки для предсказания физических параметров ЯЭУ в эксплуатационных режимах.

Оценивается функциональный состав КИМ для решения задач управления жизненным циклом. Формулируются требования к математическим моделям и расчетным кодам в составе КИМ

В третьей главе диссертации излагаются методические результаты, полученные автором при создании системы математических моделей для исследования вопросов управления КЯЭУ и оценок безопасности на разных этапах жизненного цикла. Описываются основные свойства программных комплексов, предназначенных для решения этих задач для термоэмиссионных КЯЭУ. Приводятся данные верификации моделей по результатам специально поставленных экспериментов и наблюдавшихся при испытаниях аварийных режимов.

Четвертая глава диссертации посвящена проблемам оптимизации эксплуатационного регламента космической ядерной энергоустановки, что является одним из важнейших способов увеличения ресурса КЯЭУ. На основе анализа целевой функции КЯЭУ выявлены основные эксплуатационные режимы и предложены критерии их оптимизации. Основным методом оптимизации эксплуатационных режимов является основанное на фундаменте расчетной поддержки управление по техническому состоянию и широкое использование множества измеряемых параметров и динамики их изменения для построения алгоритма управления

Пятая глава диссертации посвящена проблеме безопасности изготовления, испытаний и эксплуатации КЯЭУ. Анализируется влияние отличительных особенностей КЯЭУ и технологической специфики ввода установки в эксплуатацию на последовательность анализа безопасности, включая перечень исходных событий аварии и конечное состояние после срабатывания систем

безопасности. Показана необходимость дополнительного, по сравнению с энергетическими установками, изучения динамики процессов, вызванных срабатыванием систем безопасности, поскольку, в ряде случаев, само срабатывание защит и блокировок может снизить работоспособность КЯЭУ.

Шестая глава диссертации содержит пример реализации технологий управления жизненным циклом КЯЭУ. Описываются особенности созданного макетного образца комплексной информационной модели имитаторов, программные и аппаратные особенности которых отражали специфику решаемых задач. Приводятся результаты экспериментов с использованием имитаторов КЯЭУ «Енисей», применявшихся для изучения динамических характеристик комплекса ЯЭУ в составе системы электропитания космического аппарата и возможности диагностики состояния ЯЭУ по данным телеметрии; экспериментальных исследований перспективных системы автоматического управления (САУ) в процессе испытаний опытных образцов ЯЭУ, испытаний системы автоматического управления во всех режимах работы без подключения к натурной ЯЭУ.

В заключении сформулированы основные выводы проделанной работы.

Научная новизна. Актуальная задача комплексного анализа жизненного цикла КЯЭУ в представляемой диссертационной работе рассматривается впервые в отечественной практике. Анализируются особенности целевого назначения, условий эксплуатации, последовательности стадий жизненного цикла (ЖЦ) и определяются актуальные задачи управления жизненным циклом на каждой из стадий последнего. Излагаются способы решения задач управления ЖЦ на базе концептуально единого подхода –КИМ, определяется ее структура, составные части, и выдвигаются требования к информационной и программной составляющим КИМ.

Научная и практическая значимость. В результате выполненного анализа и обобщения опыта проектирования, производства и эксплуатации КЯЭУ специального назначения определены и сформулированы основные проблемы в управлении качеством их проектирования, производства, эксплуатации и вывода из эксплуатации для современного этапа развития атомной промышленности. Предложена информационная модель единой методологии и свод принципов для построения производственной системы управления техническим состоянием и безопасностью КЯЭУ. Разработаны методы оптимизации эксплуатационных режимов КЯЭУ по критериям увеличения их проектного срока эксплуатации.

Достоверность результатов диссертации В.В. Скорлыгина подтверждаются результатами их практической апробации из практики жизненного цикла КЯЭУ Енисей, а также валидации используемых для расчетных исследований математических моделей и расчетных кодов по известным аналитическим решениям, моделям и расчетным кодам, решавшим аналогичные задачи, данным нейтронно-физических измерений на критических стендах, результатам экспериментальных исследований компонентов КЯЭУ, данным электро- и ядерно-энергетических испытаний полномасштабных прототипов КЯЭУ;

автореферат в полной мере соответствует основным идеям, положениям, содержанию и выводам диссертации, а результаты диссертации достаточно полно представлены в научных публикациях автора.

Общая оценка диссертации и замечания

Несмотря на хороший, в целом, стиль представления материалов, следует указать ряд недостатков и сделать некоторые замечания.

- 1) Имеется ряд описок и неточностей в тексте диссертации, например,

Во Введении стр. 22 – «Госконтрактам» вместо «Госконтрактам»; во Введении стр. 25 – «Анализируется нормативная база разработки и технические особенности КЯЭУ». Этот анализ проведен в первой главе; точки вместо запятой и пропущенные знаки препинания в таблице 1.3; «заимодействия вместо «взаимодействия» стр. 64; параметр x стр. 141 в вышеприведенных уравнениях не используется; непонятно, что имеется в виду под «кодом п.2.1.» на стр. 145, скорее всего, это п. 3.1.1.; , повтор одной и той же фразы в последнем и предпоследнем абзацах на стр. 173, предлог «про» вместо «при» в предпоследней строчке перед рис. 4.22 на стр. 211, в подрисуночной подписи рис. 6.1 на стр. 275 нужно использовать «и вычислений (1.2)» вместо «и вычислений (1.1)», лишний предлог «по» в фразе «Для найденного устройства по выдаются основные сведения...» на стр.284. и др.

- 2) Утверждение 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», является неверным из-за бóльших, по сравнению с описываемой ЯЭУ «Енисей», размеров реакторов установок следующих поколений и, следовательно, недостаточной эффективностью органов управления, расположенных в радиальном отражателе, для удовлетворения требованиям по ядерной безопасности на всех стадиях жизненного цикла и диапазону регулирования .
- 3) в разделе 4.3.5 приводится картина автоколебаний мощности на завершающей стадии наземных испытаний одного из опытных образцов установки «Енисей». Непонятно, каким образом оценивались параметры кинематической системы органов регулирования при отсутствии

индивидуальных датчиков положения органов регулирования.

Диссертационная работа, несмотря на сделанные замечания, выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченную квалификационную работу, которая содержит новые и практически значимые результаты. На основании изложенного считаю, что представленная работа В.В. Скорлыгина является законченным научным трудом и выполнена на хорошем **научном уровне, по своему содержанию и форме, отвечает всем критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (редакция от 30.07.2014 г.)**, ее автор, достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.03 - Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации за развитие научных основ научного направления — создание комплексной системы управления жизненным циклом КЯЭУ, включая разработку методов инженерно-технологической поддержки для принятия управленческих решений руководством атомной отрасли.

Официальный оппонент: 
 профессор кафедры АЭС, д.т.н.
 адрес: Россия, Москва 111250
 Красноказарменная ул 14 раб.
 тел.: +7 (962) 954 19 64; e-mail:
ProskuriakovKN@mpei.ru

К.Н. Проскуряков

Подпись К.Н. Проскурякова
 удостоверяю

18.10.2021



ДИРЕКТОР НАЧАЛЬНИКА
 РАБОТЫ С ПЕРСОНАЛОМ