

## ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Витюк Галины Анатольевны  
 «Исследование параметров твэлов в облучательных экспериментах в импульсном графитовом реакторе»  
 на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D072300-Техническая физика»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p><b><u>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></b></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Диссертационная работа на тему «Исследование параметров твэлов в облучательных экспериментах в импульсном графитовом реакторе» (дата утверждения: 20.10.2018 г. Приказ №1048-с.; дата корректировки: 02.04.2021 г. Приказ №285-с.) соответствует приоритетному направлению развития науки «Энергетика и машиностроение».</p> <p>Диссертация выполнена в рамках следующих Научно-технических программ:</p> <p>1. Программно-целевого финансирования Министерства энергетики Республики Казахстан, «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан» за 2018-2020 гг. (№ госрегистрации 0118РК01131) по теме «Исследования процессов, происходящих при тяжелой аварии в активной зоне реактора на быстрых нейтронах»;</p> <p>2. Проекта грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан «Разработка инструментария для моделирования динамики нейтронного поля импульсного исследовательского ядерного реактора» за 2021-2023 гг. (AP09058353).</p>
2.	Важность для науки	Работа <b><u>вносит</u></b> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <b><u>хорошо раскрыта</u></b> /не раскрыта	<p>Работа вносит существенный вклад в развитие прикладной науки, а важность диссертационного исследования хорошо раскрыта.</p> <p>Вклад результатов диссертационной работы Витюк Г.А. в развитие прикладной науки заключается в обосновании</p>

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
			<p>создания на базе импульсного графитового реактора (ИГР) современного центра для радиационного испытания перспективного ядерного топлива, которое направлено на повышение системной безопасности и надежности атомной энергетики.</p> <p>Важность работы для науки хорошо раскрыта в диссертации путем последовательного изложения и обоснования достигнутых результатов, полученных с использованием уникального экспериментального оборудования и расстановки необходимых акцентов.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <p><b>1) Высокий;</b></p> <p>2) Средний;</p> <p>3) Низкий;</p> <p>4) Самостоятельности нет</p>	<p>Диссертационная работа Витюк Г.А. является законченным самостоятельным научным исследованием.</p> <p>Автором самостоятельно сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и методы исследования, проведен аналитический обзор литературных данных. Все расчетные исследования и обоснования конструкций облучательных устройств проведены Витюк Г.А. лично. Соискателем самостоятельно предложены и сформулированы подходы к обеспечению заданного объемного распределения энерговыделения в испытываемых твэлах и ТВС, разработана методика определения диаграммы мощности в объекте испытаний, обеспечивающей заданную последовательность событий в эксперименте, оригинальная методика определения содержания примесных газов в керамическом ядерном топливе, которая позволяет установить их вклад в суммарное газообразование при экспериментальном моделировании тяжелой аварии ядерного реактора с плавлением активной зоны.</p> <p>Витюк Г.А. принимала непосредственное участие в проведении экспериментальных исследований на импульсном графитовом реакторе, создании конструкции облучательных экспериментальных устройств, выборе</p>

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
			<p>режимов их испытаний. Самостоятельно разрабатывала техническую, программно-методическую и отчетную документацию по проведенным экспериментальным исследованиям.</p> <p>На основании вышесказанного, можно заключить, что уровень самостоятельности Витюк Г.А. высокий.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Обоснована;</b></li> <li>2) Частично обоснована;</li> <li>3) Не обоснована.</li> </ol>	<p>Актуальность диссертационной работы полностью обоснована. Основная часть работы выполнена в рамках научно-технической программы «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан», реализуемой по приоритетному направлению развития науки «Энергетика и машиностроение» в форме проекта программно-целевого финансирования, направленного на проведение научных исследований в целях решения стратегически важной государственной задачи развития атомной энергетики. Кроме того, актуальность диссертации соответствует задаче 7 «Развитие собственной научно-технологической и инновационной базы» общенационального приоритета 8 «Построение диверсифицированной и инновационной экономики» в рамках Стратегического плана развития Республики Казахстан до 2025 года, утвержденного Указом Президента Республики Казахстан от 26 февраля 2021 года № 521.</p> <p>Диссертационная работа Витюк Г.А. посвящена важному вопросу выработки новых методических подходов к подготовке и качественному проведению экспериментов в исследовательском импульсном графитовом реакторе ИГР, которые также могут быть использованы при подготовке и реализации экспериментальных программ, связанных с испытаниями реакторного топлива, в других исследовательских реакторах.</p>

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
			<p>Проведенные исследования вносят существенный вклад в повышение безопасности атомной энергетики, как одной из наукоемких и инновационных направлений развития современного мира, путем исследования параметров новых типов реакторного топлива в различных режимах эксплуатации. Казахстан является производителем ядерного топлива в форме топливных таблеток и тепловыделяющих сборок, и развитие методической базы проведения их испытаний на казахстанских исследовательских ядерных установках является актуальной задачей развития научных компетенций в атомной сфере.</p> <p>Конечно же, испытания ядерного топлива, проводимые на исследовательском реакторе ИГР, вносят вклад в развитие безопасной атомной энергетики не только Казахстана, но и таких стран как Япония, Франция и Россия, так как часть исследований проводятся в рамках международного сотрудничества. Вклад соискателя в повышение качества и расширение спектра проводимых на реакторе ИГР исследований, отраженный в диссертационной работе, способствует поддержанию высокого уровня кооперации и дальнейшему развитию международного научно-технического сотрудничества, и привлечению иностранных инвестиций в наукоемкую отрасль.</p>
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Отражает;</b></li> <li>2) Частично отражает;</li> <li>3) Не отражает</li> </ol>	<p>Содержание диссертации отражает тему диссертации «Исследование параметров твэлов в облучательных экспериментах в импульсном графитовом реакторе». Структурно работа состоит из введения, четырех глав и заключения.</p> <p>Первая глава посвящена литературному обзору исследований процессов, происходящих в активной зоне ядерного реактора на быстрых нейтронах при развитии аварийной ситуации, а также рассмотрен опыт реакторных</p>

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
			<p>исследований на ИГР и других исследовательских реакторах. Автором предложены подходы к усовершенствованию процедуры подготовки реакторных экспериментов с целью повышения качества реализации заданных параметров и прогнозирования результатов испытаний топлива в условиях реактора ИГР. При этом, соискателем проанализированы научные материалы из 61 источника, связанных с темой диссертационного исследования и опубликованных в том числе в зарубежных научных изданиях, входящих в наукометрические базы данных Web of Science и Scopus за последние 15 лет.</p> <p>Во второй главе автором сформулированы, обоснованы и экспериментально отработаны подходы к обеспечению заданного объемного распределения энерговыделения в твэлах и ТВС при испытаниях в исследовательском ядерном реакторе.</p> <p>В третьей главе диссертации представлена и апробирована в условиях реакторных экспериментов методика оценки количества примесных газов в керамическом ядерном топливе с точки зрения их возможного влияния на параметры реакторных экспериментов.</p> <p>Четвертая глава посвящена разработке и апробированию в условиях реакторного эксперимента методики расчета заданной диаграммы мощности в объекте испытаний, основанная на детальном расчетном моделировании теплофизических процессов в облучательном устройстве.</p> <p>Вторая, третья и четвертая главы отражают основные результаты работы в обоснование выносимых на защиту положений. В рамках обоснования всех трех положений получены и исследованы параметры твэлов в облучательных внутриреакторных экспериментах.</p>

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p>1) <b><u>соответствуют</u></b>;</p> <p>2) частично соответствуют;</p> <p>3) не соответствуют</p>	<p>Цель и задачи, сформулированные соискателем, соответствуют теме диссертационной работы. Целью диссертационной работы является разработка новых методических подходов, обеспечивающих повышение качества прогнозирования и реализации заданных параметров испытаний реакторных облучательных устройств для исследования процессов, сопровождающих тяжелую аварию ядерного реактора с расплавлением активной зоны. Для достижения поставленной цели решены основные шесть задач, которые полностью соответствуют теме диссертационной работы.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <b><u>полностью взаимосвязаны</u></b>;</p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Все разделы и положения диссертационной работы взаимосвязаны между собой. Рукопись представляет собой структурированную, законченную, целостную работу с внутренней логикой.</p>
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p>1) <b><u>критический анализ есть</u></b>;</p> <p>2) анализ частичный;</p> <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	<p>Все предложенные автором методики, подходы и технические решения аргументированы и опубликованы в отечественных и международных научных изданиях. Автором был проведен критический анализ собственных разработок, основанный на сравнении с известными решениями, предложенными в других международных и отечественных научных публикациях. Основные сформулированные по результатам диссертационного исследования выводы были обсуждены на пяти международных научных конференциях и представлены в восьми публикациях в рецензируемых научных изданиях.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) <b><u>полностью новые</u></b>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p>	<p>Полученные научные результаты и выносимые положения обладают высокой степенью новизны, так как впервые:</p> <p>1. Расчетно-экспериментальным путем подтверждена возможность обеспечения заданного объемного</p>

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
		<p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>энерговыведения в ТВС (<math>K_T=1,05\pm 0,02</math>; <math>K_Z=1,08\pm 0,02</math>) при испытаниях в исследовательском импульсном ядерном реакторе, соответствующего реальному эксплуатационному режиму в энергетическом реакторе на быстрых нейтронах;</p> <p>2. Установлены фактические значения количества выделяемых примесных газов при расплавлении необлученного керамического ядерного топлива в условиях исследовательского ядерного реактора, с помощью, разработанной автором, методики;</p> <p>3. Установлено, что интегральное энерговыведение <math>E=1,56</math> кДж/гUO<sub>2</sub> при стационарной мощности <math>N=14</math> кВт обеспечивает в условиях реакторного облучательного устройства корректное воспроизведение последовательности и последствий процессов, сопровождающих развитие тяжелой аварии с расплавлением активной зоны ядерного реактора на быстрых нейтронах.</p> <p>Научные результаты и положения являются полностью новыми. Полученные научные результаты опубликованы в 9 печатных работах, из них в рецензируемых научных изданиях РК, рекомендованных КОКСОН – 6, в журналах, индексируемых в базе Scopus – 2 (из них 1 индексируется в Web of Science) и получен 1 патент на изобретение.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p><b>1) полностью новые;</b></p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Выводы и заключение, сформулированные в диссертационной работе являются новыми. Каждое выносимое на защиту положение подтверждено уникальными экспериментальными данными, полученными при проведении исследований на не имеющем аналогов импульсном графитовом реакторе. Результатом данной работы является усовершенствование процедуры подготовки реакторных экспериментов и, как результат, существенное повышение качества реализации заданных параметров и</p>

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p><b>1) полностью новые;</b></p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>прогнозирования результатов испытаний топлива в условиях исследовательского реактора.</p> <p>Разработанная автором процедура обеспечения заданного объемного распределения энерговыделения в испытываемых ТВС позволяет выработать и реализовать на практике технические решения для обеспечения профиля энерговыделения такого же, как при работе в ядерном энергетическом реакторе на быстрых нейтронах и, наряду с другими организационными и техническими мероприятиями, обеспечить высокое качество проведения экспериментальных исследований.</p> <p>Разработанная новая методика определения содержания примесных газов в керамическом ядерном топливе рекомендуется соискателем к использованию в расчетных моделях и программах, применяемых для анализа физических процессов при выборе и обосновании режимов реакторных испытаний.</p> <p>Полученные результаты измерений параметров эксперимента с разработанным облучательным устройством подтвердили корректность примененной методики расчета заданной диаграммы мощности. Полученные экспериментальные данные будут использоваться при разработке конструкций активных зон перспективных ядерных реакторов, характеризующихся высокой степенью безопасности, а также для проведения будущих полномасштабных экспериментов с ТВС перспективных реакторов на ИГР.</p> <p>По результатам исследований получен патент на изобретение, имеется акт внедрения результатов диссертационной работы в производство и в учебный процесс.</p>



№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u> /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Полученные соискателем научные результаты, а также сформулированные выводы, имеют теоретическую и практическую значимость. Поставленные соискателем в диссертационном исследовании цели достигнуты, а задачи полностью выполнены. Выводы, сделанные диссертантом на основе полученных научных результатов логичны, не противоречат общепризнанным представлениям и с научной точки зрения могут быть признаны обоснованными.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?  <b>1) доказано;</b>  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?  1) да;  2) <b>нет</b></p> <p>7.3 Является ли новым?  1) <b>да;</b>  2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:  1) узкий;  2) средний;  3) <b>широкий</b></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?  1) <b>да;</b>  2) нет</p>	<p><b>Положение №1.</b> Энерговыделение в ТВС при испытаниях в ИГР соответствует эксплуатационному значению при работе в ядерном энергетическом реакторе на быстрых нейтронах, обеспечивая заданную неравномерность в радиальном (<math>K_r=1,05\pm 0,02</math>) и аксиальном (<math>K_z=1,08\pm 0,02</math>) направлении.</p> <p>7.1 Доказано ли положение?  1) <b>доказано;</b>  7.2 Является ли тривиальным?  2) <b>нет;</b>  7.3 Является ли новым?  1) <b>да;</b>  7.4 Уровень для применения:  3) <b>широкий;</b>  7.5 Доказано ли в статье?  1) <b>да.</b></p> <p>Результаты опубликованы в журналах рекомендованных КОКСОН, в журнале, входящем в рецензируемую базу Scopus, в официальном бюллетене РГП НИИС МЮ РК.</p> <p><b>Положение №2.</b> Разработанная и апробированная методика определения содержания примесных газов в керамическом ядерном топливе позволяет установить их вклад в суммарное газообразование при экспериментальном</p>

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
			<p>моделировании тяжелой аварии ядерного реактора с плавлением активной зоны.</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) <b>доказано</b>;</p> <p>7.2 Является ли тривиальным? 2) <b>нет</b>;</p> <p>7.3 Является ли новым? 1) <b>да</b>;</p> <p>7.4 Уровень для применения: 3) <b>широкий</b>;</p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) <b>да</b>.</p> <p>Результаты опубликованы в журнале входящем в рецензируемую базу Scopus и Web of Science.</p> <p><b>Положение №3.</b> Расчетно-экспериментальная диаграмма изменения мощности с интегральным энерговыделением <math>E=1,56</math> кДж/гUO<sub>2</sub> в разработанном облучательном устройстве обеспечивает реализацию заданной последовательности событий, соответствующих развитию тяжелой аварии, в твэле энергетического реактора на быстрых нейтронах.</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) <b>доказано</b>;</p> <p>7.2 Является ли тривиальным? 2) <b>нет</b>;</p> <p>7.3 Является ли новым? 1) <b>да</b>;</p> <p>7.4 Уровень для применения: 3) <b>широкий</b>;</p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) <b>да</b>.</p>

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
			Результаты опубликованы в журналах рекомендованных КОКСОН и на международных конференциях.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: 1) <u>да</u>; 2) нет</p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: <u>1) да</u>; 2) нет</p> <p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): <u>1) да</u>; 2) нет</p> <p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Диссертационное исследование было проведено соискателем с использованием уникального оборудования, технологических и аналитических методов, сертифицированных расчетных программ. Выбранная автором методология качественно и подробно описана в первой главе диссертации.</p> <p>Теоретические результаты, полученные соискателем, подтверждаются совокупностью применения современного лицензионного программного обеспечения и отработанных методов проведения нейтронно-физических и теплофизических расчетов, включая верифицированную модель импульсного графитового реактора.</p> <p>Каждое из выносимых на защиту положений экспериментально подтверждено внутриреакторными исследованиями на ИГР, в результате которых обеспечено достижение требуемых параметров ядерного топлива.</p> <p>На материалы, использованные соискателем в процессе исследования, имеются соответствующие ссылки в диссертации. Полученные результаты анализируются в сравнении с известными опубликованными данными.</p>

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	В первой главе диссертационной работы представлен качественный литературный обзор научной литературы по теме исследования, при этом использован 61 источник, в т.ч. 14 за последние 15 лет, и 14 за последние 5 лет. Принимая во внимание вышеприведенную информацию, можно с уверенностью сказать, что использованных источников литературы достаточно для литературного обзора.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <b>1) да;</b> 2) нет	Витюк Г.А. провела исследования, которые представляют интерес для специалистов в областях, связанных с исследованием и оценкой надежности и безопасности сложных технологических объектов, в том числе ядерных, и будут способствовать развитию науки и ядерных технологий.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <b>1) да;</b> 2) нет	Практическим результатом диссертационной работы, является существенное повышение качества реализации эксперимента и прогнозирования результатов испытаний ядерного топлива в условиях исследовательского реактора. Полученные результаты повышают эффективность использования ИГР. Результаты работы внедрены соответствующими Актами в процедуру подготовки экспериментов в импульсном исследовательском графитовом реакторе ИГР Республиканского государственного предприятия «Национальный ядерный центр Республики Казахстан» и в учебный процесс Факультета базовой инженерной подготовки НАО «Восточно-казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева». Соискателем получен патент на изобретение «Устройство для испытаний твэлов в экспериментальном канале исследовательского реактора». Все это наглядно доказывает высокое практическое значение результатов диссертации.

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
		9.3 Предложения для практики являются новыми? <b>1) полностью новые;</b> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Предложенные методики и подходы являются новыми для практики реакторных экспериментов и внедрены в процедуру подготовки реакторных экспериментов в ИГР. Предложения, сформулированные в диссертации, могут быть использованы при подготовке и реализации экспериментальных программ, связанных с испытаниями реакторного топлива, в других исследовательских реакторах.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: <b>1) высокое;</b> 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертационная работа характеризуется высоким качеством академического письма. Оформление работы соответствует общим требованиям, относящимся к диссертационным работам. Диссертация представляет собой законченный научный труд, который по достигнутым научным результатам, теоретической и практической значимости, качеству написания и оформления соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD).

### Заключение о возможности присуждения степени доктора философии (PhD)

Диссертационная работа Витюк Галины Анатольевны на тему «Исследование параметров твэлов в облучательных экспериментах в импульсном графитовом реакторе» полностью соответствует всем требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК к диссертационным работам, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072300 – «Техническая физика».

### Официальный рецензент:

PhD, заведующий лабораторией проблем безопасности атомной энергии, РГП «Институт ядерной физики»



**Шаймерденов Асет Абдуллаевич**