

ПИСЬМЕННЫЙ ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА

на диссертацию
Витюк Галины Анатольевны
на тему «Исследование параметров твэлов в облучательных экспериментах в импульсном графитовом реакторе»
на соискание степени доктора философии (PhD).
Направление подготовки 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	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:	На дату утверждения тема диссертации соответствует приоритетному направлению развития науки 2. Энергетика и машиностроение , утвержденному приказом Министра образования и науки Республики Казахстан № 410 от 15 августа 2017 года.
		1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого (ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	1).Диссертация выполнена в рамках научно-технической программы , реализуемой в рамках программно-целевого финансирования, «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан» за 2018-2020 гг. (№ госрегистрации 0118PK01131) по теме «Исследования процессов, происходящих при тяжелой аварии в активной зоне реактора на быстрых нейтронах». 2) Диссертация выполнена в рамках проекта грантового финансирования «Разработка инструментария для моделирования динамики нейтронного поля импульсного исследовательского ядерного реактора» за 2021-2023 гг. (AP09058353); в рамках проекта «EAGLE» (Experimental Acquisition of Generalized Logic to Eliminate re-criticalities) между РГП НЯЦ РК и Японскими компаниями, и проекта SAIGA между

			РГП НЯЦ РК и французским комиссариатом по атомной энергии и альтернативным энергоисточникам.
2.	Важность для науки	Работа вносит /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта /не раскрыта	Экспериментальное исследование и моделирование процессов в импульсном графитовом реакторе вносит существенный вклад в науку, а важность работы хорошо раскрыта и обоснована автором. Результаты диссертационной работы характеризуются высоким научно-техническим уровнем, который обеспечивается применением проверенных математических подходов и моделей, получением в ходе исследований новых знаний и вносят существенный вклад в науку.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Работа выполнена самостоятельно, на высоком уровне , о чем свидетельствует обширный библиографический обзор, разделы диссертации, связанные с разработкой расчетной методики на основе CFD-моделирования и экспериментами, моделирующими сценарии изменения мощности, нарушение режима отвода тепла вплоть до осушения топлива, тяжелые аварии с плавлением конструкционных материалов ТВС и топлива.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность темы исследования обоснована следующими фактами: 1) высоким спросом на проведение качественных исследований параметров новых типов реакторного топлива в условиях его эксплуатации в переходных и аварийных режимах работы; 2) возможностью изучения поведения тепловыделяющих сборок различных типов

		<p>реакторов в переходных и аварийных режимах работ, используя нейтронно-физические характеристики исследовательского импульсного графитового реактора</p> <p>3) моделированием условий образования и обеспечением контролируемого перемещения расплава активной зоны ядерного реактора в различных направлениях и изучение сопутствующих процессов с целью выработки рекомендаций по повышению безопасности энергетических ядерных реакторов нового поколения.</p> <p>Актуальность диссертации хорошо обоснована и подтверждается участием соискателя в вышеупомянутом проекте грантового финансирования.</p>
	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <p>1) Отражает;</p> <p>2) Частично отражает;</p> <p>3) Не отражает</p>	<p>Содержание диссертации полностью отражает тему и состоит из четырех разделов, включающих аналитический обзор, теоретическое и экспериментальное обоснование предлагаемых методик с обсуждением полученных результатов и завершающими выводами.</p>
	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p>1) соответствуют;</p> <p>2) частично соответствуют;</p> <p>3) не соответствуют</p>	<p>В соответствии с темой, целью исследования являлась 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.</p> <p>В соответствии с темой и целью поставлены основные задачи теоретического и</p>

		<p>экспериментального характера: выработка подходов к обеспечению заданного аксиального и радиального распределения энерговыделения в модельных твэлах и ТВС и их подтверждение результатами расчетно-экспериментальных исследований; разработка и апробация методики определения содержания примесных газов в керамическом ядерном топливе и степень их влияния на параметры реакторных экспериментов.</p>
	<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Все разделы и положения диссертации логически полностью взаимосвязаны. За теоретическими положениями следуют экспериментальные исследования, завершающиеся сопоставлением и анализом полученных результатов. Методы исследования, положения, выносимые на защиту, результаты и выводы согласованы друг с другом. Выполненное диссертационное исследование представляет собой структурированную, законченную, целостную работу с внутренним единством.</p>
	<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	<p>Предложенные автором новые методы и решения аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями на основании критического анализа проведенного в каждом разделе диссертационной работы, начиная с историографии проблемы, анализа устоявшихся и актуальных подходов и методик, также в последующих главах. Кроме того, по результатам проведенного исследования получен патент № 34838 на изобретение устройства для испытания твэлов в экспериментальном канале исследовательского реактора.</p>

5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Новизна научных результатов, представленных в диссертации, определяется применением полностью нового - уникального, не имеющего аналогов экспериментального оборудования, разработкой новых, не применявшихся ранее методик и подходов.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>К полностью новым относятся следующие выводы диссертационной работы:</p> <p>1) Усовершенствована методология проведения облучательных экспериментов на реакторе ИГР.</p> <p>2) Сформулированы, обоснованы и экспериментально отработаны подходы к обеспечению заданного объемного распределения энерговыделения в твэлах и ТВС при испытаниях в исследовательском ядерном реакторе.</p> <p>3) Расчетно-экспериментальным путем подтверждена возможность обеспечения заданного объемного энерговыделения в ТВС ($K_r=1,05\pm 0,02$; $K_z=1,08\pm 0,02$), соответствующего реальному при эксплуатации в энергетическом реакторе на быстрых нейтронах.</p> <p>4) Разработана и отработана в серии реакторных экспериментов методика определения количества примесных газов, выделяемых из топлива в процессе его плавления.</p> <p>5) Установлены фактические значения количества реализованных примесных газов при расплавлении необлученного керамического ядерного топлива в условиях исследовательского ядерного реактора.</p> <p>6) Разработана и апробирована в условиях</p>

			<p>реакторного эксперимента методика расчета заданной диаграммы мощности в объекте испытаний, основанная на детальном расчетном моделировании теплофизических процессов в облучательном устройстве.</p> <p>7) Установлено, что интегральное энерговыделение $E=1,56$ кДж/гUO₂ при стационарной мощности $N=14$ 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>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>В диссертационной работе предложены полностью новые методические подходы и технические решения, позволяющие обеспечивать требуемый профиль аксиального и радиального распределения энерговыделения в модельных ТВС. Предложена усовершенствованная процедура и схема подготовки реакторных экспериментов с целью повышения качества реализации заданных параметров и прогнозирования результатов испытаний топлива в условиях исследовательского реактора ИГР.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах. В работе получены результаты отвечающие требованиям для новых испытаний на ИГР, воссоздают профиль энерговыделения ТВС в условиях реальной эксплуатации в энергетическом реакторе, позволяют повысить точности обеспечения

			<p>заданных параметров испытаний топлива в реакторе ИГР на всех этапах эксперимента, доработка методических подходов обеспечивает анализ безопасного проведения эксперимента в целях исключения возможности превышения проектных значений рабочего давления корпуса облучательного устройства. Получен АКТ о внедрении результатов диссертационной работы в процедуру подготовки экспериментов в импульсном реакторе ИГР Филиала «Институт атомных исследований» РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан».</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	<p>Положение 1. Энерговыведение в ТВС при испытаниях в ИГР соответствует эксплуатационному значению при работе в ядерном энергетическом реакторе на быстрых нейтронах, обеспечивая заданную неравномерность в радиальном ($K_r=1,05\pm 0,02$) и аксиальном ($K_z=1,08\pm 0,02$) направлении.</p>
		<p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p>	<p>Автором доказано, что обеспечение заданного аксиального профиля энерговыведения, может быть реализовано посредством ряда мероприятий, включая обеспечение переменного содержания U235 по высоте топливного стержня, регулирование объема поглощающего материала по высоте объекта испытания, а также установление оптимального высотного местоположения ТВС в ЦЭК ИГР с помощью специального регулирующего устройства</p> <p>Для сглаживания пиков предложен способ, предполагающий использование в пограничных районах зон деления и воспроизводства таблеток с меньшим обогащением или таблеток,</p>

		<p>выполненных из уран-гадолиниевого топлива (с выгорающим поглотителем нейтронов).</p> <p>В результате проведенных расчетных исследований было обеспечено достижение среднего энерговыделения в ТВС по зонам с обогащенными таблетками на уровне 90,6 Вт/г U235 для верхней зоны деления и 74 Вт/г U235 – для нижней зоны деления. Максимальное отклонение в твэлах от заданного уровня составило $8 \pm 0,02$ % для верхней и нижней зон деления. Максимальное отклонение в экспериментальных исследованиях для единичного твэла составило $4,00 \pm 0,28$ %.</p> <p>Решением проблемы обеспечения равномерного радиального энерговыделения в ТВС является профилирование содержания U235 в твэлах, расположенных на разных concentрических окружностях или рядах ТВС. В результате проведенных исследований, за счет использования топливных таблеток четырех различных уровней обогащения по U235 (17 %, 12,7 % и 8,94 % (в угловых твэлах периферийного ряда 8,25 %)) была обеспечена величина радиального коэффициента неравномерности энерговыделения в облучательном устройстве, равная $1,05 \pm 0,02$.</p>
	<p>7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет</p>	<p>Представленные диссертантом методические подходы и технические решения позволяют реализовывать с достаточной точностью требуемый профиль аксиального и радиального распределения энерговыделения в модельных ТВС и, наряду с другими организационными и техническими мероприятиями, обеспечить высокое</p>

		<p>качество проведения экспериментальных исследований, что позволяет сделать вывод о нетривиальности рассматриваемого положения.</p>
	<p>7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет</p>	<p>С ростом сложности и представительности испытаний в ИГР возникли новые требования к их методическому обеспечению, что обуславливает необходимость выработки новых методических подходов к подготовке и проведению экспериментов и дополнения имеющейся методологии проведения реакторных испытаний на ИГР, что автор и ставит в качестве задачи исследования.</p>
	<p>7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий</p>	<p>Предлагаемые в диссертационной работе методы усовершенствования процедуры и схемы подготовки реакторных экспериментов повысят качество реализации заданных параметров и прогнозирования результатов испытаний топлива в условиях исследовательского реактора ИГР и будут использоваться при подготовке и реализации широкого спектра экспериментальных программ, связанных с испытаниями реакторного топлива в исследовательских реакторах.</p>
	<p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет</p>	<p>Положение доказано в статьях, опубликованных в журналах рекомендованных КОКСОН:</p> <p>1. Витюк В.А., Витюк Г.А. Подходы к определению параметров теплоотвода от модельных ТВС при проведении испытаний в реакторе ИГР // Вестник Восточно-Казахстанского технического университета им. Д. Серикбаева. – 2020. – Вып. №4(90). – С. 86-93.</p> <p>2. Витюк В.А., Вурим А.Д., Витюк Г.А. Практические способы определения</p>

		энергетических параметров реакторных испытаний в режиме импульсного изменения мощности // Вестник НЯЦ РК. - 2020. – Вып. 2(82). – С. 80-86.
	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	Положение 2. Разработанная и апробированная методика определения содержания примесных газов в керамическом ядерном топливе позволяет установить их вклад в суммарное газообразование при экспериментальном моделировании тяжелой аварии ядерного реактора с плавлением активной зоны.
	7.1 Доказано ли положение? 1) доказано ; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано	Положение доказано представлением и апробацией в условиях реакторных экспериментов методика оценки количества примесных газов в керамическом ядерном топливе с точки зрения их возможного влияния на параметры реакторных экспериментов, моделирующих тяжелую аварию с плавлением активной зоны.
	7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет	Положение не является тривиальным , так как полученная зависимость давления от энерговыделения в топливе позволяет прогнозировать параметры сложных экспериментов и снимает проблему определения количества примесных газов, вклад от которых в общее давление необходимо учитывать при проведении анализа безопасности эксперимента.
	7.3 Является ли новым? 1) да ; 2) нет	Да, является новым, включая обеспечение заданного аксиального профиля энерговыделения, может быть реализовано посредством ряда мероприятий, включая обеспечение переменного содержания U235 по высоте топливного стержня, регулирование объема поглощающего материала по высоте объекта испытания, а также установление оптимального высотного

	местоположения ТВС в ЦЭК ИГР с помощью специального регулирующего устройства.
7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий	Широкий уровень применения достигается повышением точности обеспечения заданного энерговыделения по реализуемому алгоритму с учетом ожидаемых экономических затрат а дополнительное изготовление топлива нестандартного обогащения, и целесообразность дополнительных затрат для каждого конкретного эксперимента, исходя из требований заказчика.
7.5 Доказано ли в статье? 1) да ; 2) нет	Да, доказано в статье в журнале, входящем в рецензируемую базу Scopus и Web of Science: Vityuk G., Vurim A., Skakov M., Pakhnits A. Methods and results of determining the impurity gas amount in ceramic fuel // Annals of Nuclear Energy. – 2021. – Vol. 150. – Article 107843. https://doi.org/10.1016/j.anucene.2020.107843 .
Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	Положение 3. Расчетно-экспериментальная диаграмма изменения мощности с интегральным энерговыделением $E=1,56$ кДж/гUO ₂ в разработанном облучательном устройстве обеспечивает реализацию заданной последовательности событий, соответствующих развитию тяжелой аварии, в твэле энергетического реактора на быстрых нейтронах.
7.1 Доказано ли положение? 1) доказано ; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано	Положение доказано экспериментальной апробацией методики, с помощью которой получена диаграмма мощности в объекте испытаний и спрогнозированы все протекающие процессы при реализации эксперимента на реакторе ИГР с гетерогенной тепловыделяющей сборкой реактора на быстрых нейтронах в условиях потери расхода теплоносителя.

<p>7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет</p>	<p>Нет, так как были проведены натурные комплексные эксперименты, данные которых подтвердили правильность методических подходов.</p>
<p>7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет</p>	<p>Да, интерпретация результатов измерений и послереакторные разрушающие материаловедческие исследования позволили воссоздать общую картину и последовательность событий, имевших место в экспериментальном устройстве с модельным ТВЭЛОМ.</p>
<p>7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий</p>	<p>Уровень для применения широкий, так как проведенное расчетное моделирование позволило получить полное описание сложных процессов конвективного движения теплоносителя, теплопередачи и тепломассопереноса с помощью программного кода ANSYS Fluent. Получен АКТ о внедрении результатов диссертационной работы в учебный процесс Факультета базовой инженерной подготовки.</p>
<p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет</p>	<p>Да Результаты данных исследований опубликованы в журналах рекомендованном КОКСОН выше названных и Березовская И.Э., Толеубеков К.О., Витюк Г.А. Моделирование теплофизических процессов в ядерном реакторе на быстрых нейтронах // Вестник Казахского национального университета имени Аль-Фараби. Серия физическая. – 2019. – Вып. №3(70). – С. 64-72. В монографиях Вурим А.Д., Котов В.М., Витюк В.А., Витюк Г.А. и др. Исследование процессов, определяющих возможность возникновения повторной критичности в случае тяжелой аварии ядерного реактора. Исследования в</p>

			<p>поддержку развития атомной энергетики в Республике Казахстан / под. общ. Редакцией д.ф.-м.н. профессора Батырбекова Э.Г. и д.ф.-м.н. профессора Скакова М.К. – Курчатов, 2018. – Т. 2. – 318 с.</p> <p>и Вурим А.Д., Котов В.М., Пахниц А.В., Иркимбеков Р.А., Мухамедов Н.Е., Витюк Г.А. и др. Исследование поведения твэлов быстрых реакторов в тяжелых авариях. Исследования в поддержку развития атомной энергетики в Республике Казахстан / под общ. редакцией профессора Батырбекова Э.Г., PhD Бакланова В.В. – Курчатов: Филиал «Институт атомной энергии» РГП «Национальный ядерный центр РК» Министерства энергетики РК, 2021. – С. 56-90., а также на международных конференциях .</p>
8.	<p>Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: 1) да; 2) нет</p>	<p>Выбор методологии – обоснован.</p> <p>Для более детального исследования процессов, сопровождающих начальную фазу тяжелой аварии с расплавлением активной зоны разработаны методические подходы проведения теплогидравлических расчётов, позволяющие с высокой точностью обеспечить прогнозирование заданных параметров испытаний топлива в реакторе ИГР.</p> <p>Данная методика основана на проведении расчетного моделирования с помощью CFD-кода и необходима для качественного определения диаграммы эксперимента и детального описания процессов, происходящие на каждом стадии эксперимента. Методические подходы применены к CFD-коду ANSYS Fluent. Пакет программ Ansys Fluent, использованных в</p>

		диссертационной работе, является одним из наиболее распространенных современных прикладных программ компьютерного моделирования и исследования теплофизических процессов в теплоэнергетическом оборудовании.
	<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>Результаты диссертационной работы получены с использованием следующих современных научных методов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проведение натуральных экспериментов в исследовательском импульсном графитовом реакторе; - расчетное моделирование теплофизических и нейтронно - физических процессов с помощью CFD-кода; - послереакторные материаловедческие исследования твэлов.
	<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):</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>Да, предложенные подходы к обеспечению заданного аксиального и радиального распределения энерговыделения в модельных твэлах и ТВС подтверждены результатами расчетно-экспериментальных исследований, в которых показана возможность обеспечения заданного объемного профиля энерговыделения.</p> <p>В серии реакторных экспериментов апробирована разработанная методика определения содержания примесных газов в керамическом ядерном топливе и определено содержание примесных газов в топливе облучательного устройства.</p> <p>С высокой точностью реализованы заданные параметры в реакторном испытании твэла с применением разработанной диаграммы мощности в облучательном устройстве.</p>

		<p>8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Важные утверждения подтверждены аналитическим обзором актуальных научных источников, посвященных исследованиям процессов, происходящих в активной зоне ядерного реактора на быстрых нейтронах при развитии аварийной ситуации. Рассмотрен достаточный объем публикаций, в которых представлен опыт проведения экспериментальных исследований с модельными твэлами и ТВС ядерных реакторов IV Поколения, опыт реакторных исследований и методология проведения реакторных испытаний на ИГР.</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Достаточность использования источников литературы подтверждается предложенными на основании библиографического обзора подходами к усовершенствованию процедуры и схемы подготовки реакторных экспериментов с целью повышения качества реализации заданных параметров и прогнозирования результатов испытаний топлива в условиях исследовательского реактора ИГР НЯЦ РК.</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет</p>	<p>Теоретическое значение диссертационной работы состоит: в разработанной методике определения диаграммы мощности в объекте испытаний, основанной на детальном моделировании теплофизических процессов в облучательном устройстве; в разработанной методике определения содержания примесных газов в керамическом ядерном топливе; в разработке методических подходов проведения теплогидравлических расчётов,</p>

			<p>позволяющих с высокой точностью обеспечить прогнозирование заданных параметров испытаний топлива в реакторе ИГР.</p>
	<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет</p>		<p>Да, диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике. Предложенные методики и подходы уже успешно применяются при проведении реакторных экспериментов в ИГР и могут быть использованы при подготовке и реализации экспериментальных программ, связанных с испытаниями реакторного топлива, в других исследовательских реакторах.</p> <p>Получен АКТ о внедрении результатов диссертационной работы в процедуру подготовки экспериментов в импульсном реакторе ИГР Филиала «Институт атомных исследований» РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан».</p> <p>Методика «Расчета заданной диаграммы мощности в объекте испытаний» разработанная в программной среде CFD-кода может использоваться в учебном процессе специализированных дисциплин для бакалавриата и магистратуры инженерных и технических специальностей.</p>
	<p>9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>		<p>Новизна предложений для практики подтверждается тем, что по результатам проведенного исследования получен патент № 34838 на изобретение устройства для испытания твэлов в экспериментальном канале исследовательского реактора.</p>

10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое ; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма в диссертационной работе высокое. При написании работы автор пользуется строго научным языком. Изложение материала логично. Для наглядности в работе приведено большое количество качественного иллюстративного материала, фотографий, графиков, схем, диаграмм.
-----	---------------------------------	--	--

Ходатайствую перед Комитетом о присуждении докторанту Витюк Галине Анатольевне степени доктора философии (PhD).

Официальный рецензент кандидат физико-математических наук,
 доцент кафедры «Тепловые энергетические установки»,
 НАО «Алматинский университет энергетики и связи
 имени Гумарбека Даукеева»

Борисова Н.Г.
 10 декабря 2021г.

Подпись Борисовой Н.Г. заверяю



Богданбетова А-С
 ученый секретарь

Қолтаңбаны растаймын
 Подпись заверяю

Аманжол Салтанқалиева

Қызметті « 10 » 12 айы-көні 2021 ж.