

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Сайранбаева Дархана Сергазиевича на тему «Исследование нейтронно-физических характеристик активной зоны исследовательского реактора ВВР-К с боковым бериллиевым отражателем», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060500 - Ядерная 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: 1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы финансируемого(ой) _____ из государственного бюджета</u> | Диссертационная работа на тему «Исследование нейтронно-физических характеристик активной зоны исследовательского реактора ВВР-К с боковым бериллиевым отражателем» (дата утверждения: 31.10.2017 г., приказ № 4-3778) соответствует приоритетному направлению развития науки «Энергетика и машиностроение». Диссертация выполнена в рамках следующих научно-технических программ: <ul style="list-style-type: none">– Программно-целевого финансирования Министерства энергетики Республики Казахстан, «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан» за 2015-2017 гг. по теме «Конверсия активной зоны реактора ВВР-К на топливо пониженного обогащения»;– Программно-целевого финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан, «Прикладные научно-технические исследования в области |

| | | | |
|---|--------------------|---|--|
| | | | <p>радиационного материаловедения, аналитической химии и обеспечения ядерной безопасности на базе исследовательского реактора ВВР-К» за 2018-2020 гг. по теме «Исследование экспериментальных возможностей и условий обеспечения ядерной безопасности исследовательского реактора ВВР-К с низкообогащенным топливом и бериллиевым отражателем» (ИРН BR05236400).</p> |
| 2 | Важность для науки | Работа <u>вносит</u> существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта</u> | <p>Вклад результатов диссертационного исследования в развитие прикладной науки заключается в установлении зависимости изменения нейтронно-физических характеристик легководного ядерного реактора при формировании бокового бериллиевого отражателя нейтронов, которая необходима для обоснования безопасной эксплуатации ядерного реактора при его модернизации (перестройки).</p> <p>Важностью диссертационной работы является получение новых расчетно-экспериментальных данных об изменении основных эксплуатационных характеристик реактора ВВР-К с низкообогащенным урановым топливом и боковым бериллиевым отражателем. Показано, что полученные результаты имеют особую важность не только для безопасной эксплуатации</p> |

| | | | |
|---|------------------------------|--|--|
| | | | реактора ВВР-К, но и для планирования и эффективного проведения облучательных работ разными научными коллективами. |
| 3 | Принцип самостоятельности | Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> | <p>Автором самостоятельно сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и методы исследования, проведен аналитический обзор литературных данных.</p> <p>Сайранбаев Д.С. создал расчетную модель ядерного реактора ВВР-К для использования с MCNP и провел необходимые расчетные исследования. Соискатель участвовал во всех экспериментальных работах, проводил обработку и анализ полученных результатов.</p> <p>Соискателем проведены работы по валидации и верификации созданной расчетной модели ядерного реактора. На основании вышесказанного, можно заключить, что уровень самостоятельности Сайранбаева Д.С. высокий.</p> |
| 4 | Принцип внутреннего единства | 4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована;</u> | Актуальность диссертационной работы полностью обоснована. Основная часть работы выполнена в рамках научно-технической программы «Прикладные научно-технические исследования в области радиационного материаловедения, аналитической химии и обеспечения ядерной безопасности на базе исследовательского реактора ВВР-К» реализуемой по приоритетному направлению развития науки «Энергетика и машиностроение» в |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | <p>форме проекта программно-целевого финансирования.</p> <p>Несомненно, роль исследовательских реакторов в современном мире очень велика, они широко применяются в науке и технике. Однако, исследовательский реактор является ядерной установкой с потенциальной ядерной и радиационной опасностью, поэтому перед научным сообществом стоит важная задача по обеспечению его безопасной эксплуатации.</p> <p>Согласно конкретным требованиям безопасности МАГАТЭ, SSR-3, организация, эксплуатирующая исследовательский реактор, должна обеспечить его безопасность на всех стадиях жизненного цикла. Постепенная замена водяного отражателя нейтронов на бериллиевый приведет к уменьшению утечки нейтронов с боковой поверхности активной зоны и улучшению ее критических характеристик, что несомненно будет влиять на нейтронно-физические характеристики реактора.</p> <p>Исходя из этого, диссертационная работа Сайранбаева Д.С. является актуальной так как она направлена на получение новых расчетных и экспериментальных данных об изменении нейтронно-физических характеристик активной зоны реактора ВВР-К с низкообогащенным урановым топливом при постепенной замене</p> |
|--|--|--|--|

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | | <p>водяного отражателя нейтронов на бериллиевый, которые необходимы для анализа безопасной эксплуатации ядерного реактора.</p> |
| | | <p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u>;</p> | <p>Содержание диссертации в полном объеме отражает тему диссертации «Исследование нейтронно-физических характеристик активной зоны исследовательского реактора ВВР-К с боковым бериллиевым отражателем».</p> <p>Структурно диссертация состоит из введения, 3 разделов, заключения и списка использованных источников.</p> <p>В первом разделе приведен обзор программных средств для нейтронно-физических расчётов исследовательских реакторов.</p> <p>Во втором разделе приведены использованные методы и подходы, а также результаты валидации и верификации расчетной модели.</p> <p>В третьем разделе приведены расчетно-экспериментальные результаты нейтронно-физических характеристик реактора ВВР-К для разных конфигураций активной зоны с боковым бериллиевым отражателем нейтронов.</p> <p>Все разделы диссертационной работы характеризуются последовательной связью и подчинены решению поставленных задач. Каждый полученный результат является следствием предыдущего результата.</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | <p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u>;</p> | <p>Поставленная Сайранбаевым Д.С. цель и задачи соответствуют теме диссертации. Для достижения поставленной цели были решены четыре основные задачи, которые полностью соответствуют теме диссертационной работы. Полученные в диссертации научные результаты взаимосвязаны между собой и отвечают достижению поставленной в ней цели.</p> |
| | | <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>;</p> | <p>Все разделы и научные положения в диссертационной работе логически взаимосвязаны, обладают единством идей, цели, задач и полученных результатов исследований. Диссертация 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: 1) <u>критический анализ есть</u>;</p> | <p>На основе критического анализа ранее известных решений и методов, соискателем предложены и аргументированы собственные решения, подходы и методы, отражающие содержание диссертационного исследования, поставленные задачи и методы получения результатов этого исследования. Предложенные автором методики, подходы и технические решения аргументированы и опубликованы в рецензируемых отечественных и международных научных изданиях.</p> |

| | | | |
|---|-------------------------|--|--|
| 5 | Принцип научной новизны | <p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>;</p> | <p>Научные результаты и положения, выносимые на защиту обладают высокой степенью новизны. В частности, впервые было подробно исследовано:</p> <ul style="list-style-type: none"> – влияние бериллиевого отражателя на нейтронно-физические характеристики активной зоны реактора ВВР-К; – влияние накопления ядер-отравителей в бериллии на нейтронно-физические характеристики реактора ВВР-К; – изменение кинетических параметров реактора ВВР-К при формировании бокового бериллиевого отражателя нейтронов; |
| | | <p>5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>;</p> | <p>Полученные Сайранбаевым Д.С. результаты и выводы являются полностью новыми, поскольку в диссертации исследовалась новая конфигурация активной зоны реактора ВВР-К с низкообогащенным урановым топливом и боковым бериллиевым отражателем нейтронов. Каждое выносимое на защиту положение подтверждено расчетно-экспериментальными данными, полученными при проведении исследований на отечественном стационарном исследовательском реакторе.</p> |
| | | <p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> | <p>Полнота новизны технических и технологических решений подтверждается Актом внедрения об использовании результатов диссертационной работы Сайранбаева Д.С. при эксплуатации</p> |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | 1) <u>полностью новые</u> ; | реактора ВВР-К, проведении на нем облучательных работ и его анализе безопасности. |
| 6 | Обоснованность основных выводов | Все основные выводы <u>основаны</u> на весомых с научной точки зрения доказательствах | Полученные научные результаты 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 | Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u> ; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано | Положение №1. Полный боковой бериллиевый отражатель нейтронов в реакторе ВВР-К улучшает критические характеристики и снижает утечку нейтронов с боковой поверхности активной зоны, в частности, уменьшается критическая масса урана-235 с 6258 г до 4335 г и повышается плотность потока тепловых нейтронов в периферийных облучательных каналах почти в два раза. 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u> ; 7.2 Является ли тривиальным? 2) <u>нет</u> ; 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u> ; 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; |
| 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет</u> | | | |
| 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u> | | | |
| 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; | | | |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | <p>2) средний; 3) <u>широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) нет</p> | <p>3) <u>широкий</u>; 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>.</p> <p>Результаты опубликованы в журналах, индексируемых базами данных Scopus и Web of Science (кол-во: 1) и в изданиях, рекомендованных КОКСОН РК (кол-во: 1).</p> <p>Положение №2. За 952 эффективных суток максимально наработанная атомная концентрация ядер-отравителей гелий-3 и литий-6 в бериллиевом отражателе реактора ВВР-К составила $9,14 \cdot 10^{16}$ яд/см³ и $2,15 \cdot 10^{18}$ яд/см³, соответственно, что привело к снижению запаса реактивности на 0,4 % $\Delta k/k$.</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u>; 7.2 Является ли тривиальным? 2) <u>нет</u>; 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u>; 7.4 Уровень для применения: 3) <u>широкий</u>; 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>.</p> |
|--|--|--|---|

Результаты опубликованы в журналах, индексируемых базами данных Scopus и Web of Science (кол-во: 1) и в изданиях, рекомендованных КОКСОН РК (кол-во: 1).

Положение №3. Максимальное среднеквадратичное отклонение нейтронно-физических характеристик реактора ВВР-К с полным боковым бериллиевым отражателем нейтронов, полученное на основе решения методом Монте-Карло уравнения переноса нейтронов, от экспериментальных данных составляет 11%.

7.1 Доказано ли положение?

1) **доказано**;

7.2 Является ли тривиальным?

2) **нет**;

7.3 Является ли новым?

1) **да**;

7.4 Уровень для применения:

3) **широкий**;

7.5 Доказано ли в статье?

1) **да**.

Результаты опубликованы в журналах, индексируемых базами данных Scopus и Web of Science (кол-во: 1) и в изданиях, рекомендованных КОКСОН РК (кол-во: 1).

| | | | |
|---|--|--|--|
| 8 | Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации | <p>8.1 Выбор методологии – обоснован или методология достаточно подробно описана</p> <p>1) <u>да</u>;</p> | <p>Методология, используемая Сайранбаевым Д.С. в диссертации, подробно и качественно описана в разделе 2. Исследования проведены с использованием поверенного оборудования и сертифицированных расчетных программ. Численное моделирование процессов взаимодействия нейтронов с веществом проведено с использованием прецизионного метода Монте-Карло.</p> |
| | | <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) <u>да</u>;</p> | <p>Расчетные исследования по определению нейтронно-физических характеристик реактора ВВР-К при формировании бокового бериллиевого отражателя нейтронов проведены общепризнанным и сертифицированным программным средством MCNP6 и современной библиотекой ядерных данных ENDF/B-VII.1. Созданная расчетная модель реактора ВВР-К была верифицирована по результатам экспериментальных работ.</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):</p> <p>1) <u>да</u></p> | <p>Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности в диссертационной работе доказаны собственными исследованиями и подтверждены экспериментальными данными.</p> |

| | | | |
|---|-------------------------------|---|---|
| | | 8.4 Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу | Основные важные утверждения подтверждены в научной литературе, на которую дает ссылки в диссертационной работе Сайранбаев Д.С. Предложенные источники являются актуальными. |
| | | 8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> для литературного обзора | Список литературных источников в диссертационной работе насчитывает 86 научных и актуальных источников, которых вполне достаточно для проведения аналитического литературного обзора по теме диссертации. |
| 9 | Принцип практической ценности | 9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; | Теоретическое значение диссертации заключается в установлении зависимости изменения нейтронно-физических характеристик легководного реактора при постепенной замене водяного отражателя нейтронов на бериллиевый. |
| | | 9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; | Практическая значимость исследования состоит в следующем: 1. Расчетные данные по выгоранию топлива в ТВС и запасу реактивности активной зоны использовались для выбора оптимального алгоритма перегрузок ТВС с целью создания необходимого рабочего запаса реактивности. 2. Энергетическое распределение нейтронов в облучательных каналах реактора ВВР-К для каждой конфигурации активной зоны использовалось для планирования научных и прикладных работ на реакторе ВВР-К. 3. Полученные нейтронно-физические характеристики активной зоны использовались |

| | | | |
|----|--|---|---|
| | | | <p>для обоснования эксплуатационных пределов и условий безопасной эксплуатации реактора ВВР-К.</p> <p>Также следует отметить, что практическая применимость работы доказана актом внедрения результатов диссертационной работы Сайранбаева Д.С. (исх. №34-02-11/80 от 27.01.2022)</p> |
| | | <p>9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>;</p> | <p>Предложения для практики являются полностью новыми. Результаты, полученные в диссертационной работе, используются для вычисления реактивности в аппаратуре контроля реактивности системы управления и защиты реактора ВВР-К, позволяют выбрать оптимальную программу перегрузок тепловыделяющих сборок для формирования необходимого запаса реактивности; обосновать пределы и условия безопасной эксплуатации реактора ВВР-К.</p> |
| 10 | <p>Качество написания и оформления</p> | <p>Качество академического письма: 1) <u>высокое</u>;</p> | <p>Диссертация написана грамотным научно-техническим языком, доступным стилем, читается легко. Формулировки основных положений и выводов носят законченный исследовательский характер и являются достоверными.</p> |

По диссертационной работе Сайранбаева Дархана Сергазиевича имеются следующие замечания:

- исключение статистической значимости полученных результатов из анализа некоторых параметров;
- указание конкретных результатов в выводах без их явного вычисления в разделах диссертации.

Заключение о возможности присуждения степени доктора философии (PhD), доктора по профилю.

Представленные выше замечания не уменьшают значимости выполненной работы. В целом, диссертационная работа Сайранбаева Д.С. «Исследование нейтронно-физических характеристик активной зоны исследовательского реактора ВВР-К с боковым бериллиевым отражателем» выполнена на высоком научном уровне, представляет собой законченную самостоятельную научно-исследовательскую работу, по содержанию и оформлению соответствует требованиям, предъявляемым Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК к PhD диссертациям, а ее автор Сайранбаев Дархан Сергазиевич несомненно заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060500 - Ядерная физика».

Официальный рецензент:

начальник лаборатории исследований
теплофизических и нейтронно-физических
характеристик облучательных устройств
Института атомной энергии РГП НЯЦ РК,
доктор философии (PhD)

Иркимбеков

Иркимбеков Р.А.

Подпись *Иркимбеков* заверяю
Ст. инспектор ОКР *Иркимбеков*

