

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор НИЯУ МИФИ

д.ф.м.н., профессор

М.Н. Стриханов

2018 г.

### Отзыв ведущей организации

по диссертационной работе Чижова Константина Алексеевича на тему: «Обеспечение мониторинга доз внешнего облучения персонала с помощью информационно-аналитических систем», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.01 – Радиобиология.

#### Актуальность темы диссертации

Бурное развитие во второй половине XX века ядерного оружейного комплекса и атомной энергетической промышленности в России привели к образованию огромного количества радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива. Ведущиеся в последние годы в рамках федеральных целевых программ работы по реабилитации объектов ядерного наследия ставят задачу обеспечения радиационной безопасности персонала путем минимизации доз их внешнего облучения. Эта актуальная задача требует разработки и внедрения специализированных компьютерных программ, позволяющих улучшить точность оценки индивидуальных доз облучения персонала и обосновать пути их снижения с учетом особенностей и условий размещения радиационно-опасного объекта. Актуальным является также решение задач о поиске оптимальных маршрутов перемещения персонала при проведении реабилитационных работ, как на объектах ядерного наследия, так и при ликвидации последствий радиационных аварий.

**Целью** исследования в диссертации Чижова К.А. является совершенствование методов радиационного мониторинга и контроля радиационной обстановки, обеспечение радиационной безопасности персонала при обращении с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом.

#### Достоверность и новизна диссертационного исследования

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации Чижова К.А. адекватностью разработанных методов, результатами сравнений расчетов в

ВХОД №	1083
ДАТА	08.09.2018
КОЛ-ВО ЛИСТОВ:	6
ФБГУ НЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России	

компьютерных программах с данными инструментальной дозиметрии сотрудников радиационно-опасных объектов.

Результаты диссертации имеют несомненную научную новизну, заключающуюся в разработке, на базе большого массива экспериментальных данных, методов и процедур оптимизации радиационной защиты персонала при обращении с РАО и ОЯТ.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию на ряде российских и международных научных форумах, опубликованы в 15 научных трудах, в том числе в 5 статьях в рецензируемых журналах перечня ВАК РФ.

#### **Теоретическое и практическое значение работы**

Полученные в диссертационной работе Чижова К.А. результаты были использованы при оптимизации радиационного контроля и мониторинга, а также минимизации доз облучения персонала при проведении работ на объектах ядерного наследия в Северо-Западном регионе России. Результаты исследований применялись в противоаварийных учениях при обращении и транспортировке отработавшего ядерного топлива.

Разработанное в диссертации программное обеспечение внедрено в Центре по обращению с радиоактивными отходами – отделении г.уба Андреева Северо-Западного центра по обращению с радиоактивными отходами «СевРАО» – филиала Федерального государственного унитарного предприятия «Предприятие по обращению с радиоактивными отходами «РосРАО». Отметим, что по различным критериям оценки (количеству накопленных РАО и ОЯТ, радиационному риску, риску с учетом интегрального ущерба и интегральной экспертной оценке) СЗЦ «СевРАО» – это один из самых радиационно-опасных объектов северо-запада России.

Использование разработанных в диссертации программ позволяет снизить неопределенность в оценке радиационного воздействия при проведении производственных операций. Такой результат достигнут за счет визуализации радиационного поля, возможности создавать различные сценарии выполнения работ и моделировать их на компьютере с оценкой доз исполнителей этих работ.

Разработанное программное обеспечение используется для поддержки принятия решений службой радиационной безопасности СЗЦ «СевРАО». Данный комплекс программ позволяет организовывать тренировки персонала предприятия, перед выполнением производственных операций, а также прогнозировать индивидуальные дозы персонала в предстоящих работах.

Весьма перспективным является использование разработанного программного обеспечения при проектировании новых объектов: расчет толщины стел производственных помещений и компоновки оборудования, выбор средств коллективной защиты персонала.

Разработанные методы и процедуры вошли в Методические указания МУ 2.6.5.054–2017 «Оптимизация радиационной защиты персонала предприятий ГК «Росатом», предназначенные для использования службами радиационной безопасности и лицами, ответственными за обеспечение радиационной безопасности персонала в организациях ГК «Росатом», межрегиональными управлениями и центрами гигиены и эпидемиологии ФМБА России.

Все эти факты свидетельствуют о практической значимости результатов диссертационной работы.

#### **Оценка содержания диссертации и ее завершенности**

Диссертация содержит 145 страниц и состоит из введения, шести глав, выводов, списка принятых сокращений, списка использованной литературы, трех приложений. Основное содержание диссертации включает текст, 48 рисунков, 11 таблиц, 29 формул. Список литературы состоит из 145 библиографических ссылок, в том числе 72 – в отечественных изданиях и 73 – в зарубежных. Приложения занимают 10 страниц. Главы диссертационной работы логически выстроены и дают целостное представление о предмете диссертационного исследования и его результатах.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и основные задачи работы, аргументированы научная новизна и практическая значимость результатов, выносимых на защиту.

В первой главе проведен обзор научной литературы по современному состоянию исследований в области разработки информационно-аналитических систем обеспечения радиационной безопасности персонала – ИАС РБП. Рассмотрены применяемые в настоящее время методы радиационного мониторинга и контроля, обеспечения радиационной безопасности персонала при обращении с РАО и ОЯТ. Проведен анализ документов, нормативов и государственных стандартов по теме диссертационной работы.

Во второй главе работы подробно описаны методология и подходы к проведению исследования. Обосновано создание ИАС РБП и получено решение аналитических задач: оценка доз облучения персонала; визуализация полей облучения; оптимизация локализации точек радиационного контроля и мониторинга для уменьшения погрешностей в расчете значений доз облучения; поиск участков на маршрутах передвижения персонала, вносящих максимальный вклад в их дозовую нагрузку. Найдено

оптимальное расположение точек радиационного контроля конкретно для промышленной площадки отделения губа Андреева СЗЦ «СевРАО».

В третьей главе «Минимизация доз внешнего облучения в ситуациях существующего облучения с применением алгоритмов теории графов» разработан метод минимизации доз внешнего облучения персонала при передвижении по радиоактивно загрязненной территории. Разработанный метод решает задачу определения оптимальных маршрутов передвижения в условиях потребности данных радиационного обследования, которая существует и в ситуациях планируемого облучения, но существенно более значима в аварийных ситуациях.

В четвертой главе «Анализ радиационной обстановки на загрязненной территории с помощью метода декомпозиции временных рядов интеграла мощности амбиентного эквивалента дозы» приведен детальный анализ динамики радиационной обстановки на промышленной площадке в губе Андреева за период подготовки к активной фазе работ по реабилитации – вывозу ОЯТ и РАО с территории объекта. Построено почти 5 тыс. карт радиационной обстановки на промышленной площадке и в помещениях объекта. В качестве обобщенного показателя для анализа использован интеграл мощности амбиентного эквивалента дозы на промышленной площадке. Методом сезонно-трендовой декомпозиции временного ряда оценено снижение данного показателя на промышленной площадке объекта.

Пятая глава диссертации «Построение карт плотности поверхностного радиоактивного загрязнения по измеренным значениям мощности амбиентного эквивалента дозы» посвящена решению задачи картирования радиоактивного загрязнения рабочих помещений промышленной площадки радиационно-опасного объекта по результатам измерений мощности амбиентного эквивалента дозы. Контроль радиационной обстановки включает в себя измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на в точках радиационного контроля объекта, а также измерение уровней радиоактивного загрязнения территории санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения, радиоактивного загрязнения поверхностей рабочих помещений и оборудования. Поверхностная плотность радиоактивного загрязнения рассчитана для основного дозообразующего радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  по массиву измерений мощности амбиентного эквивалента дозы на высоте 1 м от поверхности земли на промышленной площадке отделения губа Андреева СЗЦ «СевРАО». Показано, что разработанный в диссертации метод дает более четкое представление о площади радиоактивно загрязненных участков, что позволяет значительно сократить объем работ по реабилитации.

В шестой главе «Оптимизации радиационной защиты персонала, основанная на технологии динамического трехмерного моделирования радиационной обстановки в виртуальной среде» предложена процедура оптимизации радиационной защиты персонала при обращении с РАО и ОЯТ, основанная на технологии динамического трехмерного моделирования в компьютерной программе Andreeva Planner, включающая выбор различных маршрутов и времени нахождения персонала в определенных секторах рабочей зоны, параметров и расположения защиты, а также числа участников работ. Представлен пример применения результатов программы Andreeva Planner в исследовательских противоаварийных учениях в отделении губа Андреева СЗЦ «СевРАО».

Положения, выносимые на защиту, отражают в обобщенном виде основные результаты диссертационного исследования. Выводы диссертации сформулированы в соответствии с поставленными задачами, обоснованно следуют из результатов работы и отражают основные ее положения.

Автореферат соответствует основным положениям диссертации и в полном объеме отражает основное содержание диссертационной работы, выводы и рекомендации.

#### **Замечания**

1. В работе приведены примеры применения разработанных методов для отделения губа Андреева СЗЦ «СевРАО», проведена валидация методов. Однако, интересно было бы включить в диссертационное исследование большего числа реальных примеров использования разработанных методов для других радиационных объектов атомной отрасли.

2. В работе используется терминология из 103 публикации МКРЗ: ситуация существующего облучения, AMBIENTный эквивалент дозы, индивидуальный эквивалент дозы. Однако в Российской Федерации они носят рекомендательный характер, и следует применять терминологию Норм радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

3. В ряде формул диссертации (12), (13), (14), (29) имеются неточности в написании и обозначениях, входящих в них величин.

4. Термин ОВОС означает оценку воздействия на окружающую среду, а не воздействие самой среды.

Однако, эти замечания не умаляют высокий научный уровень и практическую значимость рассматриваемой работы.

#### **Заключение**

Диссертационная работа К.А. Чижова «Обеспечение мониторинга доз внешнего облучения персонала с помощью информационно-аналитических систем» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основе результатов научных исследований и их обобщения разработаны методы обеспечения мониторинга доз внешнего облучения персонала с помощью информационно-аналитических систем. Методы реализованы в виде компьютерных программ и внедрены на предприятия, что является важным с точки зрения практической значимости данной работы.

По актуальности темы, научной новизне и практической значимости диссертация К.А. Чижова полностью соответствует требованиям п. 9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ в редакции от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор несомненно заслуживает присуждения некоей степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.01 – радиобиология за разработку средств мониторинга доз внешнего облучения персонала с помощью информационно-аналитических систем.

Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на семинаре Института ядерной физики и технологий НИЯУ МИФИ 5 сентября 2018 г.

Старший научный сотрудник  
Федерального государственного  
автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский  
ядерный университет «МИФИ», кандидат  
физико-математических наук

  
А.И. Кеснофонов

Зам. директора Института ядерной физики и  
технологий НИЯУ МИФИ, д.ф.-м.н., профессор

  
Г.В. Тихомиров

Председатель совета по аттестации и подготовке  
научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ,  
доктор физ.-мат. наук, профессор

  
Н.А. Кудряшов

115409, г. Москва, Каширское шоссе, д. 31,

+7 (495) 788-5699, +7 (499) 324-77-77,

info@mephi.ru

https://mephi.ru