

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального бюджетного учреждения «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности»

Хамаза А.А.

«3» марта 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Киселева Алексея Аркадьевича «Программный комплекс для расчетного обоснования радиационной безопасности населения при запроектных авариях на объектах ядерной энергетики», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность темы диссертации обусловлена необходимостью выполнения обоснования радиационной безопасности населения по отношению к возможным запроектным авариям на объектах ядерной энергетики на этапе их проектирования, а также необходимостью постоянного поддержания (в течение ввода объектов в эксплуатацию, всего срока их эксплуатации и вывода из эксплуатации) аварийной готовности персонала объектов к аварийному реагированию в случае ядерной и радиационной аварийной ситуации за счет проведения регулярных противоаварийных учений. Минимизация возможных последствий для населения, персонала и окружающей среды в случае, если такая авария все-таки произойдет, будет тем эффективней, чем раньше и точнее оценены параметры радиационной обстановки и возможные дозовые нагрузки на персонал и население, определены и реализованы адекватные защитные мероприятия на начальном и последующих этапах аварии. Минимизация последствий запроектных аварий будет тем успешней, чем раньше на основе актуализированных данных радиационной разведки будут уточнены вышеупомянутые оценки и, соответственно, корректно определены необходимые защитные мероприятия. Именно такая концепция аварийной готовности сформирована в рекомендациях МАГАТЭ и в требованиях российских нормативных документов.

С учетом изложенного выше, не вызывает сомнений актуальность создания интегрального программного комплекса (ИПК), предназначенного для проведения вышеупомянутых оценок/расчетов в максимально автоматизированном режиме, объединившего в себе научные наработки, в своей совокупности отражающие современное состояние развития семейства Гауссовых моделей рассеяния примеси в атмосфере, а также современную методологию оценки показателей радиационной безопасности человека.

Научная новизна результатов диссертационной работы

К новым и существенно важным результатам, полученным автором в диссертационной работе, можно отнести перечисленные ниже.

1. Автором на основе всестороннего анализа современного уровня развития математических моделей рассеяния примеси в атмосфере и с учетом специфики поставленной задачи, разработана, как единое целое, общая модель различных физических процессов, влияющих на конечный результат. По полноте учитываемых факторов объединенная модель является новой научной данностью.

2. Модель реализована в программном средстве прогнозирования радиационной обстановки и доз облучения населения с максимально (как это следует из текста диссертации) автоматизированным режимом задания исходных данных. Все параметры и характеристики, получаемые в результате пусть громоздких, но выполняемых только единожды расчетов, рассчитываются заранее и включаются во внутренние библиотеки ИПК, а пользователем ИПК непосредственно задаются только действительно конкретные значения меняющихся исходных параметров расчета, что сводит к минимуму влияние на результат «человеческого фактора».

2. Разработана комплексная методика корректировки параметров исходного атмосферного выброса радиоактивных веществ и корректировки других входных параметров, использующая средства радиационного контроля и мониторинга объектов окружающей среды, и создано программное средство на ее основе.

3. Разработанные программные средства включены в ИПК «сквозного счета» (образованного объединением созданного автором оригинального программного обеспечения с т. н. «тяжелоаварийным» кодом). Он предназначен как для обоснования радиационной безопасности населения по отношению к возможным запроектным авариям на объектах ядерной энергетики, так и для выработки рекомендаций по применению упреждающих неотложных, неотложных и отложенных защитных мероприятий при запроектной радиационной аварии, если она в действительности произойдет.

Достоверность полученных автором результатов

Достоверность работы отдельных модулей ИПК подтверждена результатами его кросс - верификации с другими известными моделями (в том числе – не гауссового типа), а также результатами верификации на конкретных экспериментах по распространению примеси в атмосфере и известных радиационных инцидентах, в частности, результатами сравнения оценок, выполненных:

- с использованием данных серии Европейских экспериментов по атмосферной дисперсии;
- на данных натуральных измерений при оценках последствий от реальных радиационных аварий в бухте Чажма;
- на данных натуральных измерений при оценках последствий радиационной аварии 1993 года на радиохимическом заводе Сибирского химического комбината (СХК);
- путем кросс-верификации с аттестованным программным средством НОСТРАДАМУС (не гауссового типа), в том числе сопоставления расчетов радиационной обстановки при проведении противоаварийных тренировок.

Режим сквозного моделирования с использованием тяжелоаварийного кода СОКРАТ успешно прошел верификацию при прогнозе радиационной ситуации на АЭС «Фукусима-1».

Апробация результатов, представленных в диссертации

Основные результаты диссертационной работы представлены в 16 печатных научных работах, из которых 4 опубликованы в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК. Они были представлены для обсуждения широкой научной общественностью на 7 международных и российских конференциях, школах молодых ученых, хорошо знакомы специалистам отрасли, и, следовательно, достаточно апробированы. Этапы создания ИПК, значительный объем работы, проделанной автором лично, основные положения, выносимые им на защиту, достаточно полно отражены временной последовательностью публикаций по теме диссертации и изложенными в них результатами.

Научная и практическая значимость диссертационной работы

1. Созданный ИПК позволяет существенно сократить время на сбор исходной информации путем автоматизации наиболее затратных по времени процедур, начиная с подготовки картографической подложки и данных о высотном профиле рельефа, заканчивая обработкой результатов расчета и подготовкой отчетных форм, что существенно повышает эффективность выработки

рекомендаций о необходимости проведения защитных мероприятий для снижения последствий радиационных аварий для населения.

2. ИПК позволяет повысить достоверность расчета за счет обобщенной модели распространения радиоактивности, позволяющей учитывать топографию местности, оценивать эффективную высоту подъема выброса парогазовой смеси высокой температуры (характерного для поставленной задачи), учитывать объемный источник (взрыв), учитывать полидисперсность продуктов взрыва в рамках единого программного комплекса.

3. Дружественный интерфейс позволяет легкое использование ИПК специалистами без специальных знаний о картографии, форматах выходных данных, предоставляемых тяжелоаварийными кодами.

4. Используемые технологические решения позволяют обеспечить работоспособность ИПК на большинстве современных операционных систем, в частности, обеспечена полноценная функциональность на семействе операционных систем Windows, Linux и Mac OS. При этом, в зависимости от оснащения персонального компьютера, возможно использование современных технологий параллельного вычисления, позволяющих проводить пакетные расчеты, используя все ресурсы ЭВМ с многоядерными процессорами.

5. Созданный ИПК позволяет существенно повысить достоверность проводимых расчетов за счет использования программного средства корректировки параметров атмосферного выброса, корректировки метеорологических параметров по мере поступления оперативной информации о параметрах радиационной обстановки.

6. Для самых опасных по возможным последствиям - тяжелым авариям - имеется расширяемая технологическая цепочка, связывающая тяжелоаварийные коды и разработанные автором программные средства (проверена на практике включением в цепочку тяжелоаварийного кода СОКРАТ с последующим ее использованием в режиме «сквозного счета» при оценке протекания и последствий аварии на АЭС «Фукусима-1» в 2011 г. и сравнения результатов оценки с данными натурных измерений).

Личный вклад автора диссертационной работы

По самому смыслу поставленной автором задачи исследования - создании ИПК, объединившего в себе практически все частные математические модели и алгоритмы, а также встроенные таблицы значений входящих в них параметров, в совокупности отражающие современное состояние развития семейства Гауссовых моделей рассеяния примеси в атмосфере, он должен был опираться на обширнейший библиографический материал. Во всех случаях приведения в

диссертации материалов или научных результатов других авторов, как необходимых для целостного изложения сути исследований, выполненных лично соискателем научной степени, так и непосредственно использованных им при создании выносимого на защиту ИПК, в диссертации явно отмечено это обстоятельство и приведены соответствующие ссылки на автора и (или) источник (общее число ссылок - 160). Не вызывает сомнений, что разработка архитектуры ИПК, создание его отдельных модулей, их верификация выполнены либо автором лично, либо с его определяющим участием. Это позволяет четко выделить новые научные и практически значимые результаты и положения, выдвигаемые автором для публичной защиты, и свидетельствует о значительном личном вкладе автора диссертации в науку.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертационной работе

Созданный автором ИПК может быть эффективно использован для:

- проведения как детерминистических расчетов, так и вероятностного анализа безопасности третьего уровня в обоснование безопасности объектов использования атомной энергии при их проектировании;
- подготовки и проведении противоаварийных тренировок на объектах использования атомной энергии;
- оценки аварийной радиационной обстановки в системе поддержки принятия решений по проведению защитных мероприятий для населения в случае возникновения тяжелых запроектных аварий на объектах использования атомной энергии.

Замечания по структуре и содержанию диссертационной работы

1. Структура диссертационной работы соответствует задачам исследования и не дает оснований для замечаний.

2. На наш взгляд, автору полезно было бы уделить больше внимания (например, за счет сокращения изложения раздела 1.1.) вопросу возможности расширения области применения ИПК (раздел 4.3). Так, автором справедливо отмечена необходимость получения с использованием «тяжелоаварийных кодов» (программных комплексов типа СОКРАТ) предварительной информации о наиболее вероятных сценариях развития тяжелых запроектных аварий. Логично было бы продемонстрировать значимость этого положения автора примерами использования этой предварительной информации для обоснования применения соответствующих защитных мероприятий. Полезным было бы также дополнить изложение примером упоминавшейся автором возможной замены в составе ИПК

«тяжелоаварийного кода» простым модулем оценки параметров выброса при фактически наблюдаемом взрыве или пожаре на объекте.

3. Упомянутый в работе справочник по радиационным характеристикам облученного ядерного топлива 1983 г. уже устарел хотя бы потому, что новые внутристанционные топливные циклы, реализуемые на энергоблоках российских АЭС с реакторами типа ВВЭР и РБМК, характеризуются существенно большей, чем проектная, глубиной выгорания ядерного топлива и повышенной установленной мощностью. Достаточно просто сослаться на современные средства расчета кинетики изотопного состава активной зоны, имеющиеся в распоряжении ИБРАЭ РАН.

4. Имеют место некоторые редакционные погрешности изложения, например, использование термина «внутренние системы безопасности», отсутствующего в нормативных документах.

Заключение

Сделанные выше замечания не меняют общей положительной оценки диссертационного исследования и носят скорее характер рекомендаций по дальнейшему развитию работ в этом направлении. Следует отметить, что изложение положений диссертационного исследования в целом выполнено в хорошем научном стиле и безусловно характеризуется полнотой и внутренним единством.

Автореферат диссертации верно и достаточно полно отражает основные результаты, положения и выводы диссертации.

Таким образом, диссертация Киселева А.А. соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным в разделе II (пп. 9 - 11 и 13 - 14) «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, паспорту специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации» (области исследований № 1 и № 6) и отрасли науки «технические науки».

Диссертация Киселева А.А. «Программный комплекс для расчетного обоснования радиационной безопасности населения при запроектных авариях на объектах ядерной энергетики» рассмотрена комиссией специалистов во главе с начальником отдела общих проблем ядерной и радиационной безопасности Курындиным А.В. Отзыв на диссертацию подготовлен на основании заключения,

сделанного в результате обсуждения диссертации на заседании отдела общих проблем ядерной и радиационной безопасности ФБУ «НТЦ ЯРБ» 24 февраля 2015 года. Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на НТС ФБУ «НТЦ ЯРБ» (Протокол № 2 от 27 февраля 2015 г.).

Ученый секретарь НТС, к. ф.-м. н.

Афанасьев А.А.

Председатель комиссии,
начальник отдела общих проблем ядерной
и радиационной безопасности, к. т. н.

Курындин А.В.

Члены комиссии

Заместитель начальника отдела общих
проблем ядерной и радиационной
безопасности, к. ф.-м. н.

Строганов А.А.

Начальник лаборатории общих проблем
радиационной безопасности отдела общих
проблем ядерной и радиационной безопасности

Орлов М.Ю.

Начальник лаборатории оценки и
прогнозирования радиационных последствий
аварий на объектах использования атомной
энергии отдела общих проблем ядерной
и радиационной безопасности

Шаповалов А.С.

Подписи А.А. Афанасьева, А.В. Курындина, А.А. Строганова, М.Ю Орлова и А.С. Шаповалова удостоверяю.

Руководитель службы персонала



Н.Ю. Саульская