

Утверждаю
Генеральный директор
ФГБУ «НПО «Тайфун»,
доктор технических наук



В.М. Шершаков

04

» _____ 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации - Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-производственное объединение «Тайфун» Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды на диссертацию **КАРПЕНКО** Евгения Игоревича «Комплексная оценка радиационного воздействия объектов ядерной энергетики на окружающую среду и человека», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.01.01 – «Радиобиология».

Актуальность исследования

Диссертация Карпенко Е.И. направлена на решение одной из важнейших задач радиобиологии – оценке радиационного воздействия предприятий ЯТЦ на окружающую среду и человека. Корректная характеристика этого воздействия позволит снизить социально-психологическую обеспокоенность населения, связанную с развитием ядерного энергетического комплекса, обеспечить население и регулирующие органы объективной информацией о состоянии экологической безопасности и способствовать решению экологических проблем.

В основе существующего в Российской Федерации регулирования радиационного воздействия на человека и окружающую среду, в настоящее время, лежит антропоцентрический подход, направленный на ограничение дозы облучения человека. В последние 20 лет, наряду с антропоцентрическим подходом активно развивается и экоцентрический подход к радиационной защите человека и окружающей среды. Это стало следствием осознания того, что выживание и качество жизни человека зависят от сохранения среды его обитания. Если антропоцентрический принцип во главу угла ставит охрану здоровья человека, то экоцентрический предполагает оценку воздействия ионизирующего излучения на наиболее чувствительные или подвергающиеся наибольшему воздействию, в силу образа жизни, элементы живой природы. При экоцентрическом подходе в систему радиационной безопасности включается и человек, как неотъемлемый элемент биосферы.

Смещение акцента с системы радиологической защиты, направленной исключительно на человека, на подход к безопасности ядерных технологий, органически включающий человека и природную среду, служит стимулом для развития регулирования в области обращения с ядерной энергией и исследований, направленных на оценку воздействия предприятий ядерного комплекса на человека и биоту. В то же время,

отмеченные выше положения не отражены в полной мере в Российской национальной системе обращения с ядерными материалами и установками, что определяет высокую актуальность исследований, направленных на разработку научных и практических аспектов использования интегрированного подхода для оценки воздействия предприятий ядерного энергетического комплекса на человека и окружающую среду.

Научная новизна

Впервые на основе натуральных радиоэкологических обследований и модельных расчетов выполнена сравнительная оценка воздействия на человека и окружающую среду различных предприятий ядерного энергетического комплекса, включая предприятие по добыче и обогащению урановой руды, атомные электростанции с разными видами реакторов, предприятие по переработке отработавшего ядерного топлива на человека и окружающую среду. Выявлены «критические» референтные виды биоты, основные дозообразующие радионуклиды для предприятий разного типа, проведено сравнение облучения населения и биоты с природным радиоактивным фоном. Оценена «неэквидозность» воздействия на человека и биоту в зонах предприятий ядерного энергетического комплекса.

Теоретическая и практическая значимость

Результаты исследований являются экспериментальной и теоретической основой для оценки последствий воздействия предприятий ядерного энергетического комплекса, включая предприятия по добыче и обогащению урановой руды, атомные электростанции с разными видами реакторов, предприятия по переработке отработавшего ядерного топлива на человека и окружающую среду на основе эоцентрического подхода. Материалы исследований и разработанные методы использовались для экологической экспертизы строительства и расширения Белоярской АЭС, Балтийской АЭС, АО «Сибирский химический комбинат», а полученные результаты вошли составной частью в Технико-экономическое обоснование строительства (расширения) этих предприятий. Результаты выполненной работы вошли в основу разработанного Атласа радиоэкологической обстановки в 30-ти км зоне АО «Сибирский химический комбинат». Площадка Сибирского химического комбинате является местом реализации проекта «Прорыв», выполняемого Госкорпорацией «Росатом». Проект «Прорыв» является основой создания в России замкнутого ядерного топливного цикла. В этой связи, работа автора диссертации имеет важное значение для экологического обоснования дальнейшего безопасного развития ядерной энергетики.

Оценка содержания диссертации

Структура и объем диссертационной работы. Работа состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов и списка использованной литературы, включающего 196 источников, из которых 104 на иностранном языке. Диссертация изложена на 317 страницах, содержит 61 таблицу и 109 рисунков.

Во введении обсуждаются актуальность и степень разработанности темы, цели и задачи исследования, дается описание его научной новизны, а также теоретическая и практическая значимость работы. Представлены основные положения, выносимые на защиту, апробация результатов исследований и личный вклад автора в выполнение работы.

Глава 1 «Воздействие предприятий ядерной энергетики на окружающую среду и человека». В главе 1 выполнен анализ существующих данных о состоянии окружающей среды в районах расположения предприятий Госкорпорации «Росатом», а также выбросов

и сбросов этих предприятий. Показано, что наиболее существенное воздействие этих предприятий на окружающую среду и человека отмечается в районах размещения предприятий по добыче урановой руды ЛПО «Алмаз» и Приаргунского производственного горно-химического объединения, а также предприятий по переработке отработавшего ядерного топлива и производства оружейного плутония: ПО «Маяк», Сибирский химический комбинат и Красноярский горно-химический комбинат (ГХК). На основе этого анализа выбраны четыре предприятия, включая предприятие по добыче и обогащению урановой руды (ЛПО «Алмаз»), атомные электростанции с разными видами реакторов (Белоярская и Балтийская АЭС) и предприятие по переработке отработавшего ядерного топлива на человека (Сибирский химкомбинат).

В диссертационной работе предложен подход, включающий: основные положения, критерии оценки влияния предприятий атомной отрасли на человека; критерии оценки влияния на окружающую среду; методы сравнительной оценки радиационного воздействия на человека и окружающую среду; этапы оценки влияния предприятий на человека и биоту и особенности организации радиоэкологических исследований в районах размещения объектов ядерной энергетики.

Глава 2 «Проведение радиоэкологических исследований в районе размещения предприятий ядерного энергетического комплекса» посвящена описанию работ проводимых в районах размещения каждого из исследуемых предприятий: сбор, анализ и систематизация данных о радиационной обстановке в зоне наблюдения предприятия; создание базы радиоэкологических данных; выбор и описание пробных площадок для детальных исследований; отбор проб приземного слоя воздуха, компонентов наземных и водных экосистем, рациона кормления животных, а также производимой сельскохозяйственной продукции; подготовка и анализ отобранных проб на содержание радионуклидов. Программа радиоэкологических исследований адаптировалась, и конкретизировалась с учетом радиоэкологических особенностей территорий, подвергающихся воздействию.

Глава 3 «Методы и средства оценки доз облучения населения и биоты в результате функционирования предприятий ЯТЦ». В рамках диссертационной работы выполнен анализ современных методов, моделей и программных средств, предназначенных для оценок облучения человека и биоты. В данной главе дано обоснование программ, использованных для этих целей. Автор в своей работе выполнил детальное сравнение международных программных средств, необходимых для оценки доз облучения биоты. Для оценки доз облучения человека применялись программа CROM и МР 2.6.1.0063-12. 2.6.1, а для оценки доз облучения референтных организмов биоты – программа ERICA.

Глава 4 «Описание объектов исследования: характеристики предприятий ядерной энергетики Российской Федерации» содержит описание исследуемых предприятий, источники и пути загрязнения окружающей среды. Представлены количественные характеристики сбросов и выбросов предприятия по добыче и обогащению урановой руды (ЛПО «Алмаз»), атомных электростанций с разными видами реакторов (Белоярская и Балтийская АЭС).

Глава 5 «Радиоактивное загрязнение природных сред в районах расположения изучаемых предприятий ядерной энергетики» В данной главе дана оценка радиоэкологической обстановки в районе размещения радиационно-опасных объектов и анализ для оценки доз на человека и биоту информации учитывающей специфику предприятий и особенностей природной среды, влияющие на перенос радионуклидов в окружающей среде.

Особенностью радиоэкологической ситуации в зоне влияния уранодобывающего предприятия ЛПО «Алмаз» является то, что формирование дозовых нагрузок на человека и биоту определяется естественными тяжёлыми радионуклидами. Наиболее загрязнённая

радионуклидами территория расположена в непосредственной близости от штольни, шахтная вода которой используется для полива садовых участков.

Автор провел сравнение содержания радионуклидов в компонентах окружающей среды в районе расположения Балтийской и Белоярской АЭС. Из данного сравнения следует, что среднее значение содержания естественных радионуклидов сохраняется на уровне фоновых значений. Автором установлено, что содержание техногенных радионуклидов в окружающей среде района расположения строящейся Балтийской АЭС существенно ниже, чем на территории Белоярской АЭС.

Содержание естественных радионуклидов в районе расположения Сибирского химического комбината, соответствует обычному радионуклидному составу поверхностных слоев почв.

Проведённые исследования в районах размещения предприятий ядерного энергетического комплекса позволили оценить различия в миграционной способности радионуклидов. Сравнение миграционных показателей для всего многообразия растительности является отдельной важной и интересной научной проблемой. Вследствие этого, в настоящей работе на основе данных главы 4 были выбраны реперные виды растений, которые присутствовали на большинстве рассматриваемых предприятий.

Глава 6 «Сравнительный анализ воздействия предприятий ядерной энергетики на окружающую среду и человека». В рамках настоящих исследований оценка воздействия рассматриваемых предприятий на человека и биоту выполнялась как на основе результатов проведённого радиоэкологического обследования, так и на основе данных о существующих и планируемых выбросах атомных электростанций. Для оценки воздействия рассматриваемых предприятий на человека и биоту использовался подход на основе сравнения индексов радиационного воздействия, то есть отношения доз облучения человека или референтных организмов биоты к дозовым пределам.

При оценке последствий радиоактивного загрязнения автор работы отметил важное значение «неэквидозности» воздействия на человека и биоту. Как правило, природные организмы получают существенно большие дозы по сравнению с человеком при одинаковом загрязнении окружающей среды. Для большинства рассмотренных радиоэкологических ситуаций дозы на биоту существенно выше доз на человека. Исключением является Балтийская АЭС, где рассчитанные дозы на референтного человека в отдельных случаях больше, чем дозы на биоту. В первую очередь, это может быть объяснено чрезмерным консерватизмом, используемым при оценке доз на человека в ситуации планового облучения.

На основе сравнительного анализа индексов радиационного воздействия для человека и биоты диссертантом сделан вывод о том, что тезис о защищённости биоты в ситуациях, когда защищён человек имеет радиоэкологическое обоснование и может использоваться для стадии генерирования «ядерной» энергии. В то же время этот принцип может нарушаться для других этапов ядерного топливного цикла и соответствующие оценки должны проводиться как для человека, так и для биоты.

Замечания к работе

- В диссертации уделяется излишнее внимание изложению положений устаревших публикаций МКРЗ 26 и 60 («Защищен человек = защищена природа»), что затрудняет понимание современного состояния радиационной безопасности окружающей среды, изложенной в Публикации МКРЗ 103.
- Характеристика предприятий ядерно-энергетического комплекса, рассматриваемых в диссертации, дублируется в главах 1, 2, и 4. Так, например, описание уранодобывающего предприятия ЛПО «Алмаз» представлена в параграфе 1.1.1 (с.19), параграфе 2.4.1 (с.70-72), параграфе 4.1. (с.128-139).

- На с. 22 приведена неактуальная информация: выбросы АЭС за 1999 г., задачи по переходу к НРБ-99 и др.
- В ряде случаев параметры радиационной обстановки в районе расположения предприятий указаны без привязки к времени их определения. Например, на с.27 представлена информация о содержании радионуклидов в атмосферном воздухе в районе ГХК без указания даты, хотя уровни загрязнения воздуха существенно менялись во времени в этом районе в разные периоды эксплуатации предприятия в зависимости от количества работавших ядерных реакторов.
- В главе 3 чрезмерное внимание уделено изложению стандартных методик: расчета доз облучения населения по МР 2.6.1.0063-12.2.6.1; гауссовой модели распространения выбросов в атмосфере от выбросов предприятий, форматов рабочих листов EXCEL со стандартными расчетами, представленных на с. 86-116.
- В табл. 4.2 не указан год, за который даны значения выбросов, нет данных по выбросам ^{14}C Белоярской АЭС. В табл. 6.15 не приведены расчетные значения годовых доз от выбросов ^{14}C . При этом на с. 14 ^{14}C отнесен к основным дозообразующим радионуклидам для Белоярской АЭС.
- Как известно, санитарными правилами СП АС-03 установлена дозовая квота облучения населения 10 мкЗв/год для определения нормативов допустимых выбросов АЭС. Исходя из этой квоты рассчитываются нормативы допустимых выбросов радионуклидов для каждой АЭС, включая Белоярскую. В табл. 4.3 показано, что годовой выброс техногенных радионуклидов Белоярской АЭС составляет для аэрозолей всего лишь 0,05 – 0,25 %, для ИРГ – 1,86 % от допустимого. Однако, в табл. 6.15 годовая доза облучения населения в районе расположения Белоярской АЭС оценена в 15 мкЗв/год, что превышает дозовую квоту. Можно предположить, что сделанная автором оценка годовой дозы облучения населения от выбросов Белоярской АЭС, является завышенной (чрезмерно консервативной).
- В диссертации и, особенно, в автореферате недостаточно акцентируется внимание на том, что оценка влияния Балтийской АЭС (и, возможно, Белоярской АЭС в части выбросов, обусловленных работой реактора БН-800) на население и биоту выполнена на основе проектных данных, т.е. рассчитаны не реальные, а планируемые дозы, которые могут быть сформированы, если выбросы радионуклидов АЭС окажутся на уровне проектных значений. Отсутствует упоминание о необходимости проведения работ по верификации проектных оценок на основе данных мониторинга после ввода в эксплуатацию.
- В диссертации отсутствует анализ современных отечественных документов в области радиационной безопасности окружающей среды (таких, например, как методические рекомендации Росгидромета: Р-52.18-820-2015; Р-52.18.852-2016; Р-52.18.853-2016; Р-52.18-863-2017 и др.).
- В диссертации отсутствует сопоставление результатов радиоэкологических обследований, выполненных при участии диссертанта, с данными многолетнего мониторинга радиационной обстановки Росгидромета и Госкорпорации «Росатом», регулярно публикуемых в ежегодниках Росгидромета «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств». На указанный ежегодник в списке литературы представлена только одна ссылка за 2015 г. Также было бы желательно сопоставить результаты исследований диссертанта с публикациями результатов радиоэкологических исследований А.В. Трапезникова (УрО РАН) в районе Белоярской АЭС и А.И. Никитина (НПО «Тайфун») в районе СХК.
- Было бы желательно пояснить различия в методологии комплексной оценки воздействия предприятий ядерного энергетического комплекса на человека и биоту, разрабатываемой диссертантом, по сравнению с публикациями МКРЗ и отечественных исследователей, см., например. книгу «Радиоэкологическая

обстановка в регионах расположения предприятий Росатома» (М, 2015 г.), в которой представлены оценки дозы облучения населения и референтных объектов биоты в регионах расположения российских объектов использования атомной энергии.

- В главах 5 и 6 диссертации было бы желательно оценить неопределенности характеристик радиационной обстановки и доз на человека и биоту.
- Представляется дискуссионным сопоставление индексов радиационной опасности для человека и биоты, поскольку в их основе лежат различные принципы: для человека нормы устанавливаются с учетом стохастических эффектов; для биоты пороговые дозовые нагрузки устанавливаются с учетом детерминированных радиационных эффектов.

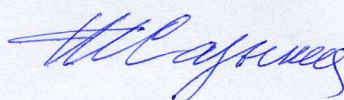
Заключение

Диссертация Карпенко Е.И. представляет собой законченный, самостоятельный, целостный труд. Указанные замечания не уменьшают научной и практической значимости работы, не затрагивают ее основных выводов и не влияют на общую положительную оценку выполненной автором работы. По актуальности, значимости, новизне, достоверности полученных автором результатов и объему выполненных автором исследований диссертация Е.И. Карпенко «Комплексная оценка радиационного воздействия объектов ядерной энергетики на окружающую среду и человека» соответствует всем критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук, установленным в «положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 с дополнениями от 21 апреля 2016 года № 335, а автор – **Карпенко Евгений Игоревич** заслуживает присуждения ему ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.01.01 – «Радиобиология».

Отзыв на диссертацию и заключение обсуждены и единогласно одобрены на заседании секции № 2 «Мониторинг загрязнения окружающей среды» Ученого совета ФГБУ «НПО «Тайфун» 16.04.2020 г. (протокол № 3).

Отзыв составили:

Главный научный сотрудник,
доктор физико-математических наук



Т.Г. Сазыкина

Научный сотрудник,
кандидат биологических наук



Н.Н. Павлова

Контактная информация: Федеральное государственное бюджетное учреждение "Научно-производственное объединение "Тайфун", адрес: 249038, г. Обнинск Калужской области, ул. Победы, 4, телефон: 8 (484) 397-15-40, 397-19-89, e-mail: post@rpatyphoon.ru