

Научная статья

УДК 504.064.36:614.876

doi: 10.34987/2712-9233.2023.87.52.013

## **Анализ существующих подходов для обоснования выбора количества и расположения стационарных и мобильных средств радиационного контроля в зоне наблюдения**

*Василий Иванович Стрекозов*

Военная академия РВСН имени Петра Великого, Москва, Россия

**Автор ответственный за переписку: Василий Иванович Стрекозов, varvsn@mil.ru**

**Аннотация.** В статье проведен анализ существующих подходов для обоснования выбора количества и расположения стационарных и мобильных средств радиационного контроля в зоне наблюдения. Поэтапно проанализированы разработанные к настоящему времени подходы для определения оптимального количества стационарных пунктов наблюдения, повышения эффективности применения средств динамического контроля, а также оценки приоритетности выполнения оперативного радиационного обследования.

**Ключевые слова:** радиация, радиоактивность, ионизирующее излучение, гамма-излучение, радиационный контроль.

**Для цитирования:** Стрекозов В.И. Анализ существующих подходов для обоснования выбора количества и расположения стационарных и мобильных средств радиационного контроля в зоне наблюдения // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2023. № 4 (12). С. 69-73. URL: <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.87.52.013>.

## **Analysis of existing approaches to justify the choice of the number and location of stationary and mobile radiation monitoring equipment in the observation area**

*Vasily I. Strekozov*

Military Academy of the Strategic Missile Forces named after Peter the Great, Moscow, Russia

**Corresponding author: Vasily I. Strekozov, varvsn@mil.ru**

**Abstract.** The article analyzes existing approaches to justify the choice of the number and location of stationary and mobile radiation monitoring equipment in the observation area. The approaches developed to date are analyzed step by step to determine the optimal number of stationary observation points, increase the efficiency of the use of dynamic monitoring means, and also assess the priority of performing operational radiation surveys.

**Keywords:** radiation, radioactivity, ionizing radiation, gamma radiation, radiation control.

**For citation:** Strekozov V.I. Analysis of existing approaches to justify the choice of the number and location of stationary and mobile radiation monitoring equipment in the observation area // Actual problems of safety in the technosphere 2023. No. 4 (12). P. 65-73. URL: <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.87.52.013>.

В нормативных правовых актах [1–13] определены требования в области защиты населения Российской Федерации от радиационных опасностей, к которым относятся установленные пределы доз облучения населения от всех природных и техногенных источников ионизирующего излучения, а также требования к измерительным системам контроля радиационной обстановки. Исходя из данных требований существующие измерительные системы контроля радиационной обстановки должны гарантированно обнаруживать все опасные радиоактивные источники ионизирующего излучения в зоне наблюдения, что зависит от совокупного количества и расположения применяемых стационарных и мобильных средств радиационного контроля.

Таким образом, обоснование выбора количества и расположения стационарных и мобильных средств радиационного контроля в зоне наблюдения, позволяющее обнаруживать опасные источники ионизирующего излучения различного происхождения, является актуальной научно-технической задачей, решению которой посвящено значительное количество научных исследований.

В работах [14–19] сформулированы основные тенденции совершенствования защиты населения от радиационных опасностей, к которым целесообразно относить:

повышение оперативности радиационного обследования зданий и участков местности, расположенных на территории населенных пунктов, в том числе социально значимых объектов и объектов с массовым пребыванием людей;

разработку научных основ для обоснования применения высокочувствительных дозиметрических и спектрографических систем для обеспечения своевременного обнаружения возможных радиоактивных источников, выявления и оценки параметров радиационной обстановки, а также определения условий для обеспечения гарантированного выявления радиоактивных источников;

получение аналитических решений оптимизационных задач в комплексных системах безопасности, включающих формулировку критериев эффективности применения средств радиационного контроля и ограничений.

Исходя из этого, совершенствование защиты населения от радиационных опасностей различного характера является областью научного интереса, обладающей высоким потенциалом к практической реализации, исходя из необходимости разрешения имеющихся противоречий и задач, связанных с оптимизацией комплексных систем безопасности.

В области защиты населения от радиационных опасностей выделяются такие открытые диссертационные исследования [20–23]. Диссертационные исследования, выполненные в специализированных организациях и учебных заведениях, по направлениям функционирования объектов использования ядерной энергии, военно-промышленного комплекса, противодействия терроризму и обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях, обладают соответствующими грифами секретности.

В ряде источников [13; 20; 24–26] для решения задачи, связанной с обоснованием экономических затрат при осуществлении радиационного контроля, на основе разных подходов осуществляется выбор оптимального количества и расположения стационарных пунктов наблюдения в составе автоматизированных систем контроля радиационной обстановки.

В работе [24] проведен анализ существующих методических подходов при построении автоматизированных систем контроля радиационной обстановки, исходя из метеорологических, экологических и демографических особенностей территории, а также экономических и физико-технических факторов.

В статье [26] описан подход для определения оптимального распределения точек измерения и детектирования превышений мощности дозы  $\gamma$ -излучения над фоновыми значениями в районе размещения ядерных установок. На основе описанного подхода при заданном сигнальном пороге срабатывания детектора определяется минимальное количество таких детекторов, расположенных вокруг предполагаемого источника.

В статье [25] приведен сравнительный анализ методик обоснования оптимального количества стационарных пунктов наблюдения в составе автоматизированной системы радиационного контроля. В том числе приводятся результаты расчетов по методике, учитывающей метеорологические особенности территории и демографический (санитарно-гигиенический) принцип. А также описана методика, в основе которой используется принцип обеспечения равной точности результатов измерений параметров радиационной обстановки во всей зоне наблюдения, что достигается путем разбиения территории на участки (районы).

Таким образом, обоснование выбора количества и расположения стационарных средств радиационного контроля является хорошо изученным направлением, существует достаточное количество научных методик по данному вопросу.

При этом, в проводимых исследованиях отмечается, что существующий технический уровень существующих автоматизированных систем контроля радиационной обстановки не обеспечивает возможности для автоматической регистрации точечных источников  $\gamma$ -излучения, если они находятся на удалении от него. В этом случае для радиационного обследования зданий и участков местности в зоне ответственности применяются средства динамического радиационного контроля.

В ряде работ [27–32] рассмотрены вопросы повышения эффективности способов динамического радиационного контроля, в том числе таких, как:

- поточный радиационный контроль транспорта;
- радиационное обследование местности по заданным маршрутам;
- радиационное обследование акваторий;
- аэродинамический радиационный контроль.

На сегодняшний день по всему миру известно достаточно много случаев, связанных с утратой радиоактивных источников. По фактам незаконного оборота ядерных материалов в базе данных МАГАТЭ содержится информация о тысячах инцидентов.

В настоящее время методическими рекомендациями МАГАТЭ [33–36] утверждены основные подходы по организации оперативного радиационного обследования при обнаружения точечных радиоактивных источников и разработан научно-методический аппарат для оценки опасности радиоактивного источника с учетом его предполагаемой активности. Разработанный научно-методический аппарат может использоваться для разработки сценариев радиационных инцидентов с учетом предполагаемых свойств радиоактивного источника и возможного уровня его опасности.

В статье [27] приводится такое понятие, как «обнаруживающая способность средств радиационного контроля» и вид зависимости для количественной оценки данной величины с учетом предела обнаружения используемых блоков детектирования и заданного расстояния до радиоактивного источника.

В целом, с использованием существующего научно-методического аппарата в настоящее время могут быть определены предполагаемые квадраты и маршруты радиационного обследования с учетом технических и оперативных характеристик средств радиационного контроля, а также исходных данных о параметрах складывающейся оперативной обстановки, в том числе предполагаемых свойствах радиоактивного источника и возможного уровня его опасности.

При этом, эффективность применения измерительной системы радиационного контроля в случае возможной террористической угрозы существенно зависит от количества, технических и оперативных характеристик используемых средств радиационного контроля, а также их распределения по обследуемым объектам. В связи с этим, стоит отметить, что в проведенных исследованиях не учитывался ряд существенных факторов, таких как классификация множества обследуемых зданий и участков местности, а также количественная оценка приоритетности выполнения их радиационного обследования.

Таким образом, проведенный анализ показал, что в настоящее время отсутствует методика оценки эффективности применения стацион.

#### Список источников:

1. О противодействии терроризму: Федеральный закон от 06.03.2006 г. № 35-ФЗ // [Электронный ресурс] : сайт. – URL: <https://base.garant.ru/12145408/> (дата обращения 10.12.2023).
2. О радиационной безопасности населения: Федеральный закон от 09.01.1996 г. № 3 ФЗ // [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://base.garant.ru/10108778/> (дата обращения 10.12.2023).
3. Об утверждении Основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу: Указ Президента Российской Федерации от 13.10.2018 г. № 585 // [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://base.garant.ru/72075716/> (дата обращения 10.12.2023).
4. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: постановление Правительства РФ от 21.05.2007 г. № 304 // [Электронный ресурс] : сайт. – URL: <https://base.garant.ru/12153609/> (дата обращения 10.12.2023).
5. Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: приказ МЧС России от 05.07.2021 г. № 429 // [Электронный ресурс] : сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402707588/> (дата обращения 10.12.2023)
6. Об организационных вопросах функционирования федеральной подсети МЧС России сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны и защиты населения: приказ МЧС России от 11.02.2021 г. № 89 // [Электронный ресурс] : сайт. – URL: <https://base.garant.ru/401528452/> (дата обращения 10.12.2023).
7. Об утверждении актуализированной редакции Концепции радиационной, химической и биологической защиты населения: Решение коллегии МЧС России от 04.12.2019 г. № 8/П // [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/564464963> (дата обращения 10.12.2023).
8. Концепция комплексной системы обеспечения безопасности жизнедеятельности населения (утв. МЧС России 16.02.2010, МВД России 19.02.2010, ФСБ России 16.03.2010) // [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://legalacts.ru/doc/kontseptsija-kompleksnoi-sistemy-obespechenija-bezopasnosti-zhiznedejatelnosti-naselenija/> (дата обращения 10.12.2023).

9. Об утверждении СанПиН 2.6.1.2523-09» (вместе с «НРБ-99/2009. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности. Санитарные правила и нормативы») (Зарегистрировано в Минюсте РФ 14.08.2009 №14534): постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 07.07.2009 г. № 47 // [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://base.garant.ru/12177986/> (дата обращения 10.12.2023)
10. Об утверждении СП 2.6.1.2612-10 (Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26 апреля 2010 года № 40 // [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://base.garant.ru/12177986/> (дата обращения 10.12.2023)
11. Оперативная оценка доз облучения населения при радиоактивном загрязнении территории воздушным путем: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, - 2007. - 55 с.
12. Методические рекомендации Р 2.6.1.0050-11.2.6.1. «Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Санитарно-гигиенические требования к мероприятиям по ликвидации последствий радиационной аварии» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 25.12.2011 г.) [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70017884/> (дата обращения 10.12.2023).
13. Об утверждении положения о повышении точности прогностических оценок радиационных характеристик радиоактивного загрязнения окружающей среды и дозовых нагрузок на персонал и население (РБ-053-10): приказ Ростехнадзора от 08.06.2010 г. № 465 [Электронный ресурс] : сайт. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/6f9/4293778299.pdf> (дата обращения 10.12.2023).
14. Метельков А.Н. Борьба с контрабандой радиоактивных материалов как мера борьбы с ядерным терроризмом. // Мир экономики и права. 2015. № 4. С. 64-75.
15. Новиков В.Е. Угроза ядерного терроризма: американский опыт / В.Е. Новиков // Национальная безопасность. 2018. № 4. С. 821.
16. Петрованов К.Г. Угроза ядерного терроризма в контексте глобальных вызовов ядерной безопасности // Современное общество и право. 2019. № 5 (42). С. 15-25.
17. Татаринцов В.В., Пашинин В.А., Косырев П.Н., Павлов А.В. Системный подход в противодействии актам ядерного и радиационного терроризма. // Вестник Академии военных наук. 2019. № 3(68). С. 128-134.
18. Тихонов М.Н., Рылов М. И. Ядерный и радиационный терроризм и проблемы безопасности в современном мире. // АНРИ. 2015. № 1(80). С. 14-31.
19. Вуколов В.К., Пашинин В.А., Семин А.А., Пушкин И.А. Технология экспресс-обнаружения урансодержащих соединений // Научный журнал «Научные и образовательные проблемы гражданской защиты», секретно № 01196, 2010, №3. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России. – С. 13-16.
20. Алалем Есса А.Е. Оценка и прогнозирование радиационно-экологической обстановки в районе АЭС в Касер-Амра (Иордания). Дисс... кандидата технических наук. М.: ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2018.
21. Блохин П.А. Расчетное моделирование радиационных характеристик объектов ядерной техники на заключительных стадиях их жизненного цикла. Дисс... кандидата технических наук. М.: ФГБУН «Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук», 2019.
22. Бочкарева И.А. Формирование и развитие системы радиационной безопасности на Урале в 1945-2011 гг. Дисс... кандидата исторических наук. Екатеринбург: ФГБУН Институт истории и археологии Уральского отделения Российской академии наук, 2018.
23. Охрименко С.Е. Научное обоснование обеспечения радиационной безопасности населения города Москвы при воздействии природных и техногенных источников ионизирующих излучений. Дисс... кандидата медицинских наук. М.: ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2017.
24. Елохин А.П. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. 316 с.
25. Барбашев С.В., Пристер Б.С. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки: принципы построения и методы реализации // Ядерная радиационная безопасность. 2013. № 1 (57). С. 41-47.
26. Кюммель М. Разработка оптимальной сети измерений для проведения контроля окружающей среды на АЭС // Обеспечение радиационной безопасности при эксплуатации АЭС. Кн.5. М.: Энергоатомиздат, 1984. С. 78-89.
27. Валуев Н.П., Никоненков Н.В., Сергеев И.Ю., Стасишин Л.А. Радиационный контроль транспортных средств с помощью переносных приборов и стационарных систем // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Грузовик». 2015. №9. – Москва: ООО «Издательство Машиностроение». С. 35–39.

28. Валуев Н.П., Сергеев И.Ю. Способ определения местоположения источника радиации в транспортном средстве при динамическом контроле // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2016. – №2. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России. – С. 70–75.
29. Сергеев И.Ю., Гарелина С.А., Латышенко К.П., Валуев Н.П. Математическое моделирование дозиметрических систем контроля // Научно-аналитический журнал: «Сибирский пожарно-спасательный вестник». 2020. № 1 (16). – Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. С. 64-68.
30. Сергеев И.Ю., Пашинин В.А., Валуев Н.П., Косырев П.Н. Способ аэродинамического контроля радиационной обстановки // Технологии гражданской безопасности, 2018. Том 15, №4 (58). – Москва // ВНИИГОЧС МЧС России (ФЦ). С. 84-87.
31. Сергеев И.Ю. Предложения по способам контроля радиационной обстановки для системы комплексной безопасности закрытого административного территориального образования с объектами атомной промышленности // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2016. №1. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России. С. 63-71.
32. Татаринцов В.В., Пашинин В.А., Косырев П.Н., Павлов А.В. Системный подход в противодействии актам ядерного и радиационного терроризма. // Вестник Академии военных наук. 2019. № 3(68). С. 128-134.
33. Методика разработки мероприятий по реагированию на ядерную или радиологическую аварийную ситуацию (IAEA-TECDOC-953), МАГАТЭ, 2009 г.
34. Методические рекомендации по обнаружению радиоактивных материалов на границе (IAEA-TECDOC-1312/R), подготовлены совместно МАГАТЭ, ВТО, Европол и Интерпол, 2003 г.
35. Общие инструкции оценки и реагирования на радиологические аварийные ситуации (IAEA-TECDOC-1162/R), МАГАТЭ, 2004 г.
36. Руководство по мониторингу при ядерных или радиационных авариях (IAEA-TECDOC-1092/R), МАГАТЭ, 2002 г.

*Информация об авторах*

В.И. Стрекозов – доктор военных наук, профессор

**Information about the author**

V.I. Strekozov – Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Military Sciences, Full Professor

Статья поступила в редакция 11.12.2023, одобрена после рецензирования 21.12.2023, принята к публикации 21.12.2023.  
The article was submitted 11.12.2023, approved after reviewing 21.12.2023, accepted for publication 21.12.2023.