

<sup>1</sup>Молдажанов М.Б.<sup>a</sup>, <sup>2</sup>Javier Martínez-Falcó,<sup>b</sup> <sup>3</sup>Дүйскенова Р.Ж.<sup>c</sup>

<sup>1</sup>Alikhan Bokeikhan University, г. Семей, Республика Казахстан

<sup>2</sup>Университет Аликанте, г. Аликанте, Королевство Испания

<sup>3</sup>Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан

## РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТУРИСТОВ НА МАРШРУТАХ ПО ОБЪЕКТАМ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

Молдажанов Марат Бетимбаевич, Javier Martínez-Falcó, Дүйскенова Райгүл Жеңісқызы

**Разработка рекомендаций по обеспечению радиационной безопасности туристов на маршрутах по объектам Семипалатинского испытательного полигона**

**Аннотация.** В статье территория Семипалатинского испытательного полигона (СИП) рассматривается как перспективная площадка для развития ядерного туризма, при этом существующая практика посещения отдельных объектов требует обеспечения радиационной безопасности туристов. Цель исследования – определить туристский потенциал объектов СИП и разработать рекомендации по обеспечению радиационной безопасности туристов с учетом результатов радиоэкологических исследований Национального ядерного центра Республики Казахстан. Исследование основано на анализе и систематизации данных комплексного радиоэкологического обследования СИП, результатах полевых экспедиций 2025–2026 годов и оценке существующих туристских маршрутов. На основе радиоэкологических данных территория СИП сегментирована по степени радиационной безопасности, а зона, представляющая радиационную опасность, дополнительно дифференцирована по показателям удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$ . По результатам экспедиций определена туристская привлекательность объектов полигона и выявлена востребованность существующих маршрутов, отдельные из которых проходят по территории, требующей соблюдения мер радиационной безопасности. Определены четыре основные меры радиационной защиты туристов: использование средств индивидуальной защиты, соблюдение правил защиты дыхательных путей и приема пищи и воды, индивидуальный дозиметрический контроль и сопровождение специалистом по дозиметрии. На их основе разработаны рекомендации, объединенные в трехэтапную модель безопасности: подготовка к маршруту, прохождение маршрута и его завершение. Научная новизна исследования заключается в разработке организационной модели радиационной безопасности, адаптированной к кратковременному туристскому посещению объектов СИП.

**Ключевые слова:** ядерный туризм, Семипалатинский испытательный полигон, радиационная безопасность, туристский потенциал, сегментирование территории, дозиметрический контроль, модель радиационной безопасности туриста.

Молдажанов Марат Бетимбаевич, Javier Martínez-Falcó, Дүйскенова Райгүл Жеңісқызы

**Семей сынақ полигонының нысандары бойынша маршруттардағы туристердің радиациялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша ұсынымдарды әзірлеу**

**Аңдатпа.** Мақалада Семей сынақ полигонының (ССП) аумағы ядролық туризмді дамыту үшін мүмкіндіктер алаңы ретінде қарастырылады, бұл ретте жекелеген нысандарды аралап көрудің қалыптасқан тәжірибесі туристердің радиациялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуді талап етеді. Зерттеудің мақсаты – ССП нысандарының туристік әлеуетін анықтау және Қазақстан Республикасы Ұлтық ядролық орталығының радиоэкологиялық зерттеулерінің нәтижелерін ескере отырып, туристердің радиациялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша ұсынымдар әзірлеу. Зерттеу ССП аумағын кешенді радиоэкологиялық зерттеу деректерін талдау мен жүйелеуге, 2025–2026 жылдардағы далалық экспедициялардың нәтижелеріне және қолданыстағы туристік маршруттарды бағалауға негізделген. Радиоэкологиялық деректер негізінде ССП аумағы радиациялық қауіпсіздік деңгейі бойынша сегменттелді, ал радиациялық қауіп төндіретін аймақ  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$  және  $^{239+240}\text{Pu}$  үлестік белсенділігінің көрсеткіштері бойынша қосымша сараланды. Экспедициялар нәтижесінде полигон нысандарының туристік тартымдылығы анықталып, қолданыстағы маршруттарға сұраныс бар екені айқындалды, олардың кейбірі радиациялық қауіпсіздік шараларын сақтауды талап ететін аумақтар арқылы өтеді. Туристерді радиациялық қорғаудың төрт негізгі шарасы айқындалды: жеке қорғаныш құралдарын пайдалану, тыныс алу жолдарын қорғау және тамақ пен суды тұтыну ережелерін сақтау, жеке дозиметриялық бақылау және дозиметрия маманының сүйемелдеуі. Олардың негізінде үш кезеңді қауіпсіздік моделіне біріктірілген ұсынымдар әзірленді: маршрутқа дайындық, маршруттан өту және маршрутты аяқтау. Зерттеудің ғылыми жаңалығы ССП нысандарына қысқа мерзімді туристік сапарларға бейімделген радиациялық қауіпсіздіктің ұйымдастырушылық моделін әзірлеуде.

**Түйін сөздер:** ядролық туризм, Семей сынақ полигоны, радиациялық қауіпсіздік, туристік әлеует, аумақты сегменттеу, дозиметриялық бақылау, туристің радиациялық қауіпсіздік моделі.

Moldazhanov Marat Betimbaevich, Javier Martínez-Falcó, Duiskenova Raigul Zheniskyzy

**Development of recommendations for ensuring radiation safety of tourists on routes across the sites of the Semipalatinsk Test Site**

**Abstract.** The article examines the Semipalatinsk Test Site (STS) as a promising area for the development of nuclear tourism, while current practices of visiting individual sites require appropriate measures to ensure tourists' radiation safety. The study aims to assess the tourism potential of STS sites and to develop recommendations for ensuring tourists' radiation safety, taking into account the results of radioecological studies conducted by the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan. The study is based on the analysis and systematization of data from the comprehensive radioecological survey of the STS, the results of field expeditions conducted in 2025–2026, and an assessment of existing tourist routes. Based on radioecological data, the STS territory was segmented according to the level of radiation safety, while the radiation-hazardous zone was further differentiated according to the specific activity levels of  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$ , and  $^{239+240}\text{Pu}$ . The expeditions identified the tourism attractiveness of the test site and demonstrated demand for existing routes, some of which pass through areas where radiation safety measures are required. Four key measures for tourists' radiation protection were identified: the use of personal protective equipment, respiratory protection and compliance with food and water consumption rules, individual dosimetric monitoring, and accompaniment by a dosimetry specialist. Based on these measures, recommendations were developed and integrated into a three-stage safety model comprising route preparation, route passage, and route completion. The scientific novelty of the study lies in the development of an organizational radiation safety model adapted to short-term tourist visits to STS sites.

**Key words:** nuclear tourism, Semipalatinsk Test Site, radiation safety, tourism potential, territory segmentation, dosimetric monitoring, tourist radiation safety model.

**Введение.** После закрытия в 1991 году территория Семипалатинского испытательного полигона (далее – СИП) стала уникальной площадкой для организации научных исследований в области радиоэкологии и реализации проектов по направлению мирного использования атомной энергии. В ранее проведенных исследованиях обосновано, что посещение СИП в познавательных, образовательных и научно-исследовательских целях, а также для удовлетворения экзистенциальных потребностей может рассматриваться как ядерный туризм [1]. Предпосылки для организации и развития ядерного туризма дополнительно связаны с формированием правового режима использования отдельных участков бывшего полигона, признанных безопасными по результатам комплексного радиоэкологического обследования СИП и переданных в хозяйственное использование в соответствии с Законом РК «О Семипалатинской зоне ядерной безопасности» [2, 3].

Вместе с тем дальнейшее развитие ядерного туризма на территории СИП требует определения локаций, обладающих туристской привлекательностью, оценки радиоактивного загрязнения исследуемых объектов для целей туризма и разработки необходимых мер по обеспечению радиационной безопасности. Следовательно, при формировании туристских маршрутов необходимо учитывать не только привлекательность туристских объектов, но и допустимые условия пребывания и требования по обеспечению радиационной безопасности.

Актуальность исследования обусловлена интересом к посещению объектов СИП со стороны отечественных и иностранных туристов,

а также экономическим потенциалом ядерного туризма в структуре туристской деятельности Казахстана [4]. При этом существующая практика посещения таких объектов полигона как «Атомное озеро» (официальное название река Шаган) нуждается в переходе от стихийного (неформального) посещения к организованной, контролируемой и безопасной туристской деятельности [5]. Такой переход предполагает разработку научно обоснованных маршрутов, сегментирование СИП по степени безопасности их посещения, внедрение процедур допуска к туристским объектам и соблюдение актуальных требований радиационной безопасности [6]. Указанные положения являются важными условиями формирования конкурентоспособного туристского продукта в сегменте ядерного туризма.

Объектом исследования выступает территория СИП. Предметом исследования являются условия и перспективы использования территории СИП для целей развития ядерного туризма.

**Целью исследования** является определение туристского потенциала объектов СИП на основе экспедиционных исследований, а также разработка рекомендаций по обеспечению радиационной безопасности туристов на маршрутах по территории СИП с учетом результатов радиоэкологических исследований Национального ядерного центра Республики Казахстан (НЯЦ РК).

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать результаты комплексного радиоэкологического обследования СИП, проведенного НЯЦ РК, и сегментировать территорию полигона по степени радиационной безопасности для туристского посещения.

2. Провести экспедиционные исследования объектов СИП и определить их туристский потенциал.

3. Определить необходимые меры радиационной защиты и на их основе разработать рекомендации по обеспечению радиационной безопасности туристов на маршрутах по территории СИП.

**Материалы и методы.** Информационную базу исследования составили две группы источников.

Первую группу составляют массивы данных об уровнях загрязнения различными радионуклидами по почвенному покрову, сформированные из научных изданий, в том числе опубликованных коллективом НЯЦ РК. Информация об имеющихся уровнях радиоактивного загрязнения на территории СИП имеет актуальный характер, так как публикации коллектива НЯЦ РК основаны на собственных радиоэкологических исследованиях, которые были завершены в 2021 году и отражают достоверную характеристику всей территории СИП.

Вторую группу составляют материалы полевой экспедиции и личные исследования авторов в рамках грантового финансирования. Экспедиции проводились в два этапа, где первый этап был проведен 26–28 августа 2025 года с целью определения текущей ситуации в сфере туризма на СИП, второй этап – в период с 1 по 10 мая 2026 года, в ходе которого авторы изучили туристский потенциал объектов СИП, разработали проекты новых туристских маршрутов, а также проанализировали представленные на рынке предложения тура на «Атомное озеро» туристских организаций городов Семей, Астаны и Караганды (Palma Tur, Nomadic Travel Kazakhstan, Silk Road Adventures, SG Travel, Welcome.kz).

Для решения первой задачи применён метод анализа и систематизации научных публикаций и иных источников. Изучены монографические издания НЯЦ РК (2016, 2021 гг.), научные статьи сотрудников НЯЦ РК в журналах, индексируемых Scopus и Web of Science и журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере науки и высшего образования Республики Казахстан, а также официальные материалы комплексного экологического обследования территории, опубликованные НЯЦ РК. Период охвата публикаций ограничен 2021–2025 годами в целях обеспечения актуальности формируемого массива данных, исключение составляет трехтомная монография НЯЦ РК 2016 года под общей редакцией Назарбаева Н.А., включённая

в перечень как базовый источник данных о радиационном состоянии территории СИП и перспективах использования её земель в народном хозяйстве. На основе систематизации публикаций сформирован массив радиоэкологических данных об имеющихся уровнях радиоактивного загрязнения почвенного покрова техногенными радионуклидами (Цезий-<sup>137</sup>Cs, Стронций-<sup>90</sup>Sr, Америций-<sup>241</sup>Am, Плутоний-<sup>239+240</sup>Pu) по всей обследованной территории полигона, а также проведено сегментирование территории СИП по степени радиационной безопасности для туристского посещения с применением порогового критерия годовой эффективной дозы облучения человека (0,3 мЗв/год), установленного Гигиеническими нормативами к обеспечению радиационной безопасности Республики Казахстан [7].

Для решения второй задачи использован экспедиционный метод. В ходе экспедиций проведено визуальное обследование объектов территории СИП, зафиксированы их географические координаты и выполнено фотодокументирование. Дополнительно проведен сравнительный анализ коммерческих предложений действующих туристских операторов по турам в город Курчатов и на «Атомное озеро», позволивший охарактеризовать существующее туристское предложение и обосновать целесообразность разработки новых маршрутов.

Для определения аттрактивности исследуемых маршрутов использованы результаты эмпирического исследования факторов спроса, полученные авторами ранее [4, 6]. Выборка социологического опроса составила 948 респондентов из 6 стран; качественная верификация осуществлялась методом экспертных структурированных интервью с участием 10 профильных экспертов (исследователей в области радиоэкологии, представителей институтов стратегических исследований, специалистов индустрии гостеприимства и органов местного управления). Личные беседы с посетителями Экспозиционного зала НЯЦ РК в ходе полевого этапа 2025–2026 гг. носили характер качественного пилотажного зондажа и использовались для предварительного выявления познавательных и экзистенциальных мотивов посещения объектов атомного наследия.

Для решения третьей задачи применён формально-логический метод, предполагающий последовательное определение мер по обеспечению радиационной безопасности туристов и разработку на их основе рекомендаций по обеспечению радиационной безопасности туристов

на маршрутах по территории СИП. Исходными данными для определения мер по обеспечению радиационной безопасности послужили массив данных о текущей радиоэкологической ситуации на СИП, результаты сегментирования территории полигона по степени радиационной безопасности и экспедиционная оценка туристского потенциала обследованных объектов.

Внутреннее единство исследования обеспечивается за счёт логической согласованности материалов, методов, результатов с поставленными целью и задачами. Научная новизна исследования заключается в разработке организационной модели радиационной безопасности, адаптированной к кратковременному туристскому посещению объектов СИП и объединяющей меры радиационной защиты, дозиметрический контроль и последовательность действий на этапах подготовки, прохождения и завершения маршрута. Достоверность обеспечена за счёт использования воспроизводимых данных комплексного радиоэкологического обследования и апробированных методов анализа. Практическая ценность обусловлена разработкой прикладных рекомендаций и проектов туристских маршрутов по объектам СИП.

**Результаты.** Формирование систематизированного массива радиоэкологических данных об имеющихся уровнях радиоактивного загрязнения почвенного покрова техногенными радионуклидами проводилось на базе Отдела информационного обеспечения Института радиационной безопасности и экологии (ИРБЭ) НЯЦ РК [8]. В результате была составлена справка об анализе результатов радиоэкологических исследований НЯЦ РК об имеющихся уровнях радиоактивного загрязнения на территории СИП, размещенная в качестве препринта в международном репозитории Zenodo [9]. По состоянию на 10 августа 2026 года запись просмотрена 94 раза, из них 51 раз материал был загружен пользователями для проведения научных исследований [9].

Так, в основу массива радиоэкологических данных вошли четыре монографии, изданные сотрудниками НЯЦ РК и размещённые в открытом доступе на официальном сайте организации.

Первая монография авторов Э.Г. Батырбекова, А.О. Айдарханова, В.А. Витюка, Н.В. Ларионовой, М.А. Умарова представляет сводные результаты комплексного радиоэкологического обследования территории СИП по всем испытательным площадкам, завершённого в 2021 году [10]. Монография содержит систематизированные данные об уровнях загрязнения

почвы, воды, растительности и воздуха искусственными радионуклидами (Цезий- $^{137}\text{Cs}$ , Стронций- $^{90}\text{Sr}$ , Плутоний- $^{239+240}\text{Pu}$ , Америций- $^{241}\text{Am}$ , Тритий- $^3\text{H}$ ), а также картографические материалы по радиационной обстановке на каждой площадке.

Трёхтомная монография авторов Н.А. Назарбаева, В.С. Школьника, Э.Г. Батырбекова, С.А. Березина, С.Н. Лукашенко, М.К. Скакова фиксирует результаты масштабных работ по приведению СИП в безопасное состояние, включая данные о радиационном состоянии отдельных испытательных площадок, итоги рекультивационных мероприятий и оценки остаточного загрязнения. Несмотря на год издания, трёхтомник сохраняет значимость как источник исходных базовых данных, необходимых для сравнительного анализа динамики радиационной обстановки на территории СИП [11-13].

В информационную базу исследования также вошли научные публикации, представленные в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science, а также в изданиях, рекомендованных КОКНВО РК [14-19].

Наряду с монографическими изданиями и научными статьями в состав массива данных включены официальные аналитические материалы НЯЦ РК, опубликованные на платформе «Национальная база данных систем оценки и предотвращения рисков РК» [3].

*Результаты сегментирования территории СИП по степени радиационной безопасности для туристского посещения.*

Нормативным критерием радиоэкологической безопасности пребывания человека на территории СИП является годовая эффективная доза облучения от техногенных источников ионизирующего излучения, не превышающая 0,3 мЗв/год [7].

По результатам комплексного радиоэкологического обследования полигона [3, 10] земельные участки СИП были разделены на две зоны (рисунок 1):

1) участки, представляющие радиационную опасность для населения, - годовая эффективная доза облучения человека от техногенных радионуклидов, образовавшихся в результате испытаний ядерного оружия, превышает 0,3 мЗв/год;

2) участки, не представляющие радиационной опасности для населения, - годовая эффективная доза облучения человека от техногенных радионуклидов, образовавшихся в результате испытаний ядерного оружия, составляет менее 0,3 мЗв/год.

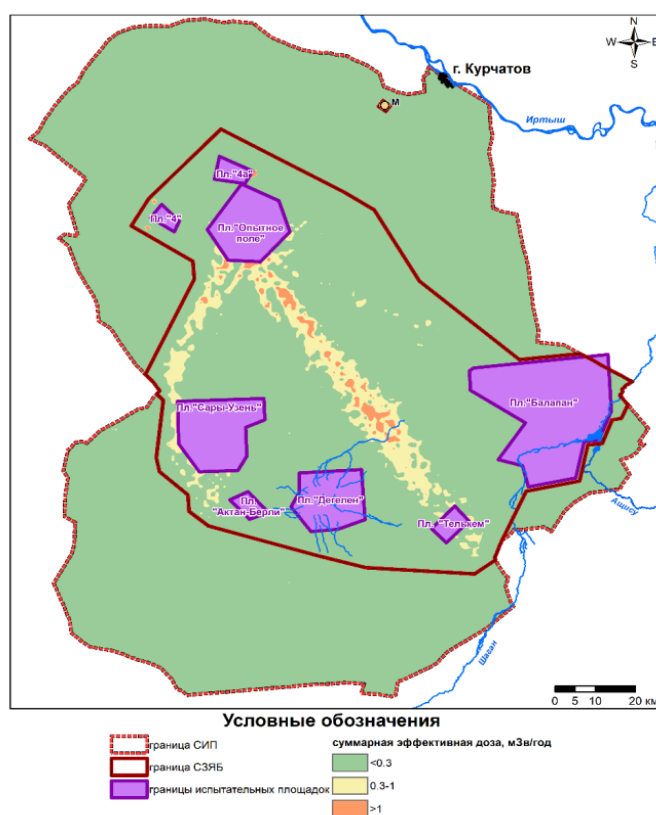
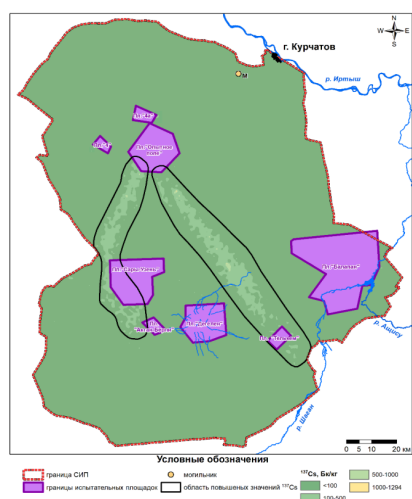


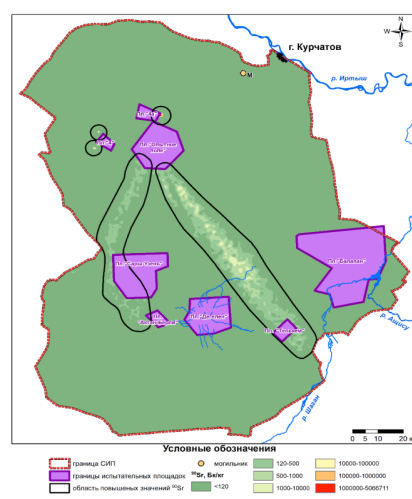
Рисунок 1 – Территория СИП в разрезе двух сегментов по значению годовой эффективной дозы на человека [3, 9-10]

Однако представленное на рисунке 1 деление территории СИП не дает полной информации о пространственном распределении участков с различными уровнями содержания отдельных техногенных радионуклидов. По этой причине следует определить сегменты с активностью других техногенных радионуклидов.

По данным сформированного массива сегмент, представляющий радиационную опасность для человека, необходимо дополнительно сегментировать на зоны с удельной активностью основных техногенных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в почвенном покрове. Участки полигона с наличием указанных радионуклидов и зоны с их повышенной активностью показаны на рисунке 2.



а) сегменты удельной активности  $^{137}\text{Cs}$



б) сегменты удельной активности  $^{90}\text{Sr}$

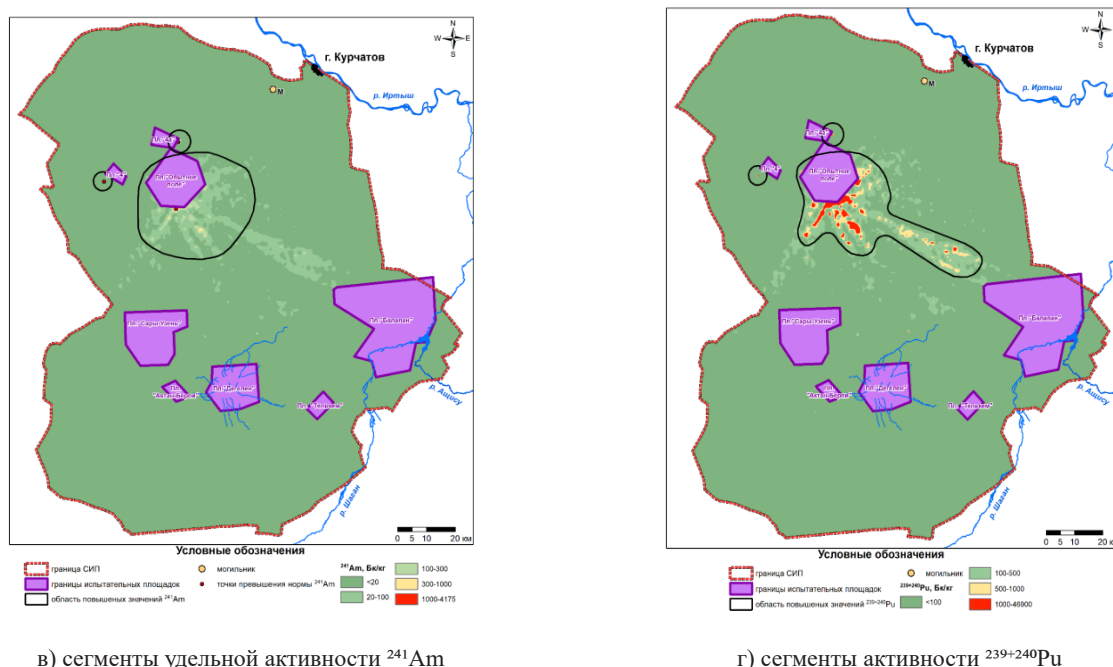


Рисунок 2 – Карта в разрезе сегментов удельной активности техногенных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в почвенном покрове и область повышенных значений [3, 9-10]

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  свидетельствует о том, что на полигоне содержание данного радионуклида не превышает значения минимально значимой удельной активности открытого источника ионизирующего излучения (10 000 Бк/кг) [9]. Вместе с тем на территории полигона выявлены две полосы повышенных значений удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ , протянувшиеся от площадки «Опытное поле» в юго-восточном и южном направлениях до границы полигона [9].

Активность  $^{90}\text{Sr}$  свидетельствует о том, что вблизи площадок «4» и «4А» имеются участки, на которых содержание достигает 5 066 711 Бк/кг и превышает значение минимально значимой удельной активности открытого источника ионизирующего излучения (100 000 Бк/кг) [9]. Вместе с тем на территории полигона показаны две полосы повышенных значений удельной активности  $^{90}\text{Sr}$ , протянувшиеся от площадки «Опытное поле» в юго-восточном и южном направлениях до границы полигона [9].

Удельная активность  $^{241}\text{Am}$  в ряде точек превышает значение минимально значимой удельной активности открытого источника ионизирующего излучения (1 000 Бк/кг) в двух точках на участках вблизи площадок «4» и «4А», а также в одной точке в районе южной границы площадки «Опытное поле». Повышены значения удельной активности  $^{241}\text{Am}$  вблизи площадок «4» и «4А»,

достигающие 4 175 Бк/кг. В центральной части СИП показана область повышенных значений удельной активности  $^{241}\text{Am}$ , варьирующих в диапазоне от 20 до 1 191 Бк/кг, формирование которой обусловлено радиоактивными выпадениями вследствие ядерных испытаний, проведённых на площадке «Опытное поле» [9].

Удельная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  свидетельствует о том, что в 98 точках, обследованных НЯЦ РК, содержание превышает значение минимально значимой удельной активности открытого источника ионизирующего излучения (1 000 Бк/кг). Повышенные значения удельной активности  $^{239+240}\text{Pu}$  на участках вблизи площадок «4» и «4А» обусловлены спецификой проведения испытаний баллистических ракетных взрывателей (БРВ). В центральной части СИП показана область повышенных значений удельной активности  $^{239+240}\text{Pu}$ , формирование которой обусловлено радиоактивными выпадениями вследствие ядерных испытаний, проведённых на площадке «Опытное поле» [9].

К сегментам, не представляющим радиационную опасность для человека по результатам комплексного радиоэкологического обследования, относятся около 9 974,49 км<sup>2</sup>, то есть более половины всей площади полигона. Указанные территории по результатам комплексного радиоэкологического обследования

не отнесены к территориям, представляющим радиационную опасность для населения, что создает пространственные предпосылки для

организации туристской деятельности при соблюдении установленных требований безопасности (таблица 1).

Таблица 1 – Зоны СИП, не представляющие радиационной опасности для населения, в разрезе областей

| Административно-территориальная единица                     | Площадь, км <sup>2</sup> | Доля от «чистой» территории, % | Доля от общей площади СИП (18 300 км <sup>2</sup> ), % |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Область Абай (бывшая ВКО, ранее Семипалатинская)            | 4 728,66                 | 47,4                           | 25,8                                                   |
| Павлодарская область                                        | 4 348,08                 | 43,6                           | 23,8                                                   |
| Карагандинская область                                      | 897,75                   | 9,0                            | 4,9                                                    |
| Итого                                                       | 9 974,49                 | 100                            | 54,5                                                   |
| Примечание: составлено авторами на основе данных [2, 3, 10] |                          |                                |                                                        |

*Результаты экспедиции по объектам, расположенным на территории СИП, с целью определения их туристского потенциала.*

Туроператоры Абайской и Карагандинской областей, а также городов Астаны и Алматы предлагают два туристских маршрута, предусматривающих посещение объектов СИП (таблица 2). Первый маршрут включает посещение «Атомного озера», образовавшегося 15 января 1965 года в результате термоядерного взрыва на реке Чаган в Саржальском районе. Маршрут проходит по территории

площадки Балапан, относящейся к зоне, представляющей радиационную опасность для населения.

Второй маршрут предусматривает экскурсию по заброшенному военному городку Чаган (бывший Семипалатинск-4), который с 1954 по 1994 год имел статус закрытого (секретного) города с населением около 10 тыс. человек и был создан для обслуживания стратегической авиации СССР. В настоящее время городок представляет собой руины с сохранившимися фрагментами инфраструктуры.

Таблица 2 – Обзор коммерческих предложений туристских организаций и гидов по объектам СИП

| №<br>п/п                                                                           | Турфирма, город                         | Цена тура в разрезе количества человек, тенге |         |         |         |         |         | Сайт турфирмы             |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------|
|                                                                                    |                                         | 1 чел.                                        | 2 чел.  | 3 чел.  | 4 чел.  | 5 чел.  | 15 чел. |                           |
| 1                                                                                  | 2                                       | 3                                             | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9                         |
| 1                                                                                  | ТОО «Palma Tur», г. Семей               | 990 000                                       | 472 500 | 350 000 | 282 500 | 240 000 | 100 000 | palmatur.kz               |
| 2                                                                                  | Nomadic Travel Kazakhstan, г. Караганда | 1 507 535                                     | 836 613 | 612 972 | 501 151 | 434 059 | -       | ru.nomadic.kz             |
| 3                                                                                  | Silk Road Adventures, г. Астана         | Цены предоставляются по запросу               |         |         |         |         |         | silkadv.com               |
| 4                                                                                  | SG Travel, г. Семей                     | Цены предоставляются по запросу               |         |         |         |         |         | sgtravel.kz               |
| 5                                                                                  | Welcome.kz, г. Алматы                   | Цены предоставляются по запросу               |         |         |         |         |         | welcome.kz                |
| 6                                                                                  | Частный гид Ерлан Шегенов, г. Астана    | 750–1260 евро                                 |         |         |         |         |         | indyguide.com/host/yerlan |
| Примечание: составлено авторами на основе источников (столбец 9 настоящей таблицы) |                                         |                                               |         |         |         |         |         |                           |

В программу маршрута также входит посещение взлётно-посадочной полосы, предназначенной для базирования тяжёлых ракетноносцев, и расположенных рядом ангаров, а также города Курчатова с пешей экскурсией. Объекты данного маршрута расположены на территории, не представляющей радиационной опасности для населения.

Представленные предложения туроператоров свидетельствуют о наличии специализированного туристского продукта и его ценовом позиционировании в сегменте ядерного туризма. Вывод о спросе основывается не на цене как таковой, а на данных о посещаемости Экспозиционного зала НЯЦ РК, результатах бесед с посетителями и сведениях, приведённых в ранее опубликованных исследованиях авторов [6].

Для определения привлекательности вышеперечисленных маршрутов проведены личные беседы с посетителями Экспозиционного зала НЯЦ РК. Беседы с посетителями проведены анонимно. Беседы позволили предварительно выявить ряд познавательных и экзистенциальных мотивов посещения объектов атомного наследия [6]. Определено, что туристы, выбирающие маршруты, удовлетворяют ряд экзистенциальных потребностей [6].

Во-первых, посещение эпицентра термоядерного взрыва на «Атомном озере» (маршрут 1) позволяет познакомиться с историей экспериментов по применению ядерных технологий в мирных целях и их последствиями.

Во-вторых, экскурсия по маршруту 2, включающая посещение города-призрака Чаган и взлётно-посадочной полосы, позволяет просле-

дить контраст между масштабом человеческой деятельности в период холодной войны и последующим запустением этих объектов, способствуя историческому осмыслению данного периода. В-третьих, посещение города Курчатова и Экспозиционного зала НЯЦ РК предоставляет туристам возможность познакомиться с историей становления и развития ядерной науки в Казахстане, деятельностью научных организаций и результатами исследований, связанных с наследием Семипалатинского испытательного полигона. Такой формат экскурсии способствует более глубокому пониманию научного наследия атомной эпохи и роли ядерных исследований в развитии современной науки.

Посещение вышеперечисленных маршрутов организуется туристскими компаниями. Сведения о количестве посетителей представлены в исследовании М.Б. Молдажанова и др. [4].

Доступ к отдельным объектам, находящимся в ведении НЯЦ РК, включая исследовательские реакторы на территории СИП, осуществляется, в частности, в рамках ежегодных научных мероприятий, проводимых на базе НЯЦ РК, а также совместных научных проектов. В рамках научных мероприятий наряду с ознакомлением участников с современными достижениями в области ядерных технологий организуется посещение объектов, которые могут рассматриваться как локации ядерного туризма [20]. По данным НЯЦ РК, полученным в ходе экспедиционного обследования, в 2021–2025 годах Экспозиционный зал НЯЦ РК посетили 3 808 человек (таблица 3) [8].

Таблица 3 – Данные о посещении Экспозиционного зала НЯЦ РК за 2021–2025 гг.

| Годы                                                             | Количество посетителей | Структура за период | Абсолютное изменение   | Изменение в %            |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| 2021                                                             | 486                    | 12,76               | -                      | -                        |
| 2022                                                             | 683                    | 17,94               | +197                   | +40,53                   |
| 2023                                                             | 901                    | 23,66               | +218                   | +31,92                   |
| 2024                                                             | 896                    | 23,53               | -5                     | -0,55                    |
| 2025                                                             | 842                    | 22,11               | -54                    | -6,03                    |
| Всего                                                            | 3808                   | 100                 | +356 (2025 г./2021 г.) | +73,25 (2025 г./2021 г.) |
| Примечание: составлено авторами на основе данных ИРБЭ НЯЦ РК [8] |                        |                     |                        |                          |

Данные о посещении Экспозиционного зала НЯЦ РК могут рассматриваться как косвенный индикатор интереса к тематике

ядерного туризма, однако не заменяют официальную статистику туристских посещений территории СИП.

В соответствии с концептуальным определением ядерного туризма посещение музеев, экспозиционных залов и научных центров, представляющих атомное наследие, рассматривается как одна из форм интеллектуально-познавательной рекреации [1]. В этом контексте посещение Экспозиционного зала НЯЦ РК может быть отнесено к музейно-экскурсионному и научно-образовательному направлениям ядерного туризма, охватывающим въездных туристов, однодневных экскурсантов, а также участников научно-деловых мероприятий, совмещающих профессиональную деятельность с экскурсионным посещением объектов атомного наследия

[1]. Поэтому данные таблицы 3 могут рассматриваться как показатель интереса к атомному наследию СИП и предпосылка для развития организованных научно-познавательных маршрутов [1].

Практическим примером интеграции объектов атомного наследия в экскурсионные программы являются маршруты, предлагаемые участникам научных мероприятий. Так, в рамках XI Международной конференции «Семипалатинский испытательный полигон: наследие и перспективы развития научно-технического потенциала», проведённой в 2025 году, участникам были предложены три маршрута (таблица 4):

Таблица 4 – Маршруты XI Международной конференции, 6–10 октября 2025 года

| Параметр                                                          | Маршрут №1                                                                                                                                                                                                    | Маршрут №2                                                                                                                                                                       | Маршрут №3                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Объекты                                                           | Реакторный комплекс ИГР (импульсный графитовый реактор), испытательная площадка «Опытное поле»                                                                                                                | Комплекс исследовательских реакторов «Байкал-1»                                                                                                                                  | Площадка «Меридиан-2», Центр технологических компетенций в сфере водородной энергетики, стенд EAGLE, токамак KTM, экспозиционный зал истории СИП, лабораторный корпус №27                                                                                                         |
| Дата выезда                                                       | 09 октября 2025 г., 8:00                                                                                                                                                                                      | 09 октября 2025 г., 7:30                                                                                                                                                         | 09 октября 2025 г., 8:30                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Хронометраж                                                       | г. Курчатова – комплекс ИГР (08:00–09:30); комплекс ИГР (09:30–10:20); площадка «Опытное поле» – сооружение «Гусь», эпицентр, метро, тротиловое озеро (10:20–12:30); возвращение в г. Курчатова (12:30–14:00) | г. Курчатова – «Байкал-1» (07:30–09:30); КИР «Байкал-1» – пультовая, ИВГ.1М, стенд «Ангара», материаловедческий комплекс (09:30–12:00); возвращение в г. Курчатова (12:00–14:00) | Площадка «Меридиан-2» (08:30–09:40); Центр технологических компетенций в сфере водородной энергетики (09:40–10:25); стенд EAGLE (10:25–11:20); токамак KTM (11:20–12:30); обед (12:30–14:00); экспозиционный зал истории СИП (14:20–15:00); лабораторный корпус №27 (15:10–15:40) |
| Необходимые документы                                             | Оригинал паспорта или удостоверения личности                                                                                                                                                                  | Оригинал паспорта или удостоверения личности                                                                                                                                     | Оригинал паспорта или удостоверения личности                                                                                                                                                                                                                                      |
| Требования к одежде                                               | Закрытая форма одежды и обувь                                                                                                                                                                                 | Не указано                                                                                                                                                                       | Не указано                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Запреты                                                           | Фото- и видеосъёмка, использование телефона                                                                                                                                                                   | Фото- и видеосъёмка, использование телефона                                                                                                                                      | Не указано                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Примечание: составлено авторами на основе данных конференции [20] |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

По данным первого информационного сообщения стандартный организационный взнос участников конференции составляет 100 долларов США в тенге по курсу на момент оплаты [20].

В целях получения актуальных данных о туристском потенциале СИП в 2026 году были

проведены полевые экспедиции по десяти локациям, расположенным на территории полигона и в непосредственной близости от него. Обследование включало визуальную оценку объектов и фиксацию географических координат каждой локации. Локации экспедиционного обследования систематизированы в таблице 5.

Таблица 5 – Локации экспедиционного обследования территории СИП и прилегающих районов

| №                                                                                                                                                                   | Объект                                     | Координаты                           | Административная территория                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Локации, расположенные на территории СИП                                                                                                                            |                                            |                                      |                                                                                |
| 1                                                                                                                                                                   | Посёлок Кызылкудук                         | 50°31'55.3» с.ш.<br>77°56'51.7» в.д. | вблизи Реакторного комплекса «ИГР», Павлодарская обл., центр СИП               |
| 2                                                                                                                                                                   | Солёное озеро Жамантуз                     | 50°33'00.4» с.ш.<br>77°51'32.8» в.д. | Павлодарская обл., центр СИП                                                   |
| 3                                                                                                                                                                   | Озеро Дагобасор                            | 50°42'41.0» с.ш.<br>78°21'07.7» в.д. | Павлодарская обл., 10 км от города Курчатов                                    |
| 4                                                                                                                                                                   | Испытательная площадка вблизи оз. Жамантуз | 50°35'15.9» с.ш.<br>77°50'32.8» в.д. | Павлодарская обл., центр СИП                                                   |
| 5                                                                                                                                                                   | «Атомное озеро»                            | 49°56'09.2» с.ш.<br>79°00'43.5» в.д. | обл. Абай, Саржальский сельский округ                                          |
| 6                                                                                                                                                                   | Рабочий посёлок АО «Каражыра»              | 50°05'03.0» с.ш.<br>78°44'09.2» в.д. | обл. Абай, Саржальский сельский округ, единственный угольный карьер по области |
| Локации, расположенные в непосредственной близости от СИП                                                                                                           |                                            |                                      |                                                                                |
| 7                                                                                                                                                                   | Пресное озеро Балыктыколь                  | 50°21'49.1» с.ш.<br>79°10'39.3» в.д. | обл. Абай                                                                      |
| 8                                                                                                                                                                   | Город-призрак Чаган                        | 50°36'32.8» с.ш.<br>79°14'32.4» в.д. | обл. Абай                                                                      |
| 9                                                                                                                                                                   | Аэродром Чаган-16                          | 50°32'27.9» с.ш.<br>79°11'36.6» в.д. | обл. Абай                                                                      |
| 10                                                                                                                                                                  | Город Курчатов                             | 50°45'03.9» с.ш.<br>78°32'17.0» в.д. | обл. Абай, НЯЦ РК, ПЯТ РК, гостиница «Маяк»                                    |
| Примечание: составлено авторами по результатам экспедиций. Формат записи: градусы «°» минуты «'» секунды «»» («с.ш.» – северной широты; «в.д.» – восточной долготы) |                                            |                                      |                                                                                |

В ходе экспедиционного обследования установлено, что не все исследованные локации обладают туристской привлекательностью в контексте развития ядерного туризма. Так, несмотря на историческую связь озера Балыктыколь с закрытым военным городком Чаган, население которого обеспечивалось выловленной в озере рыбой, данный объект не относится непосредственно к атомному наследию и представляет интерес преимущественно для рекреационного туризма.

В отличие от озера Балыктыколь, «Атомное озеро» непосредственно связано с историей ядерных испытаний и представляет интерес как объект ядерного туризма. Его радиоэкологическое состояние и вопросы безопасности посещения исследованы в научной литературе. При этом «Атомное озеро» расположено на территории, относящейся к зоне, представляющей радиационную опасность для населения.

Однако результаты исследования С.Б. Субботина и др. (2023) показывают, что, несмотря на

повышенные показатели удельной активности техногенных радионуклидов, кратковременное туристское посещение исследованной территории не приводит к превышению нормативных пределов дозовой нагрузки при соблюдении мер радиационной безопасности [19].

Ранее проведенное авторами эмпирическое исследование выявило интерес потенциальных потребителей к посещению «Атомного озера» [4]. В ходе настоящей экспедиции на территории локации также было зафиксировано присутствие двух организованных туристских групп в сопровождении частного гида, что подтверждает фактическую практику посещения данного объекта.

«Атомное озеро», как объект ядерного туризма, является непосредственным результатом практического применения термоядерных технологий в целях создания искусственного водоёма для накопления паводковых стоков в засушливых районах Казахстана, на отдельных участках которого выявлены повышенные

показатели радиационного фона (рисунок 3). Дополнительную познавательную ценность локации формируют особенности окружающего ландшафта и природных экосистем; в

частности, на берегах водоема обитают ласточки, особенности жизнедеятельности которых на территории СИП исследованы М.Е. Stawkowski [21].



Рисунок 3 – Локация «Атомное озеро» на площадке Балапан: вид объекта и показатели дозиметрического обследования. Съёмка: 6 мая 2026 года.  
Координаты приведены в таблице 5 (фото авторов)

Наряду с уже изученными локациями территория полигона обладает междисциплинарным научно-познавательным потенциалом, связанным с объектами, пока недостаточно исследованными в контексте ядерного туризма. В частности, озёра Жамантуз и Дагобасор представляют инте-

рес для изучения состояния водных экосистем и их роли в жизнедеятельности диких животных. В ходе экспедиционного обследования отмечено присутствие сайгаков в районе указанных водоёмов, используемых животными в качестве источников питьевой воды (рисунок 4).



а) озеро Дагобасор

б) грибы в районе озера



в) озеро Жамантуз

г) детеныш сайгака

Рисунок 4 – Озеро Дагобасор (а), грибы в районе озера (б), озеро Жамантуз (в) и детёныш сайгака (г) на территории полигона

Примечание: фото авторов

Таким образом, выявленный научно-познавательный потенциал объектов СИП может рассматриваться как дополнительный ресурс развития ядерного туризма наряду с маршрутами, уже предлагаемыми турфирмами и организаторами научных мероприятий на базе НЯЦ РК. Разработка новых маршрутов позволит расширить географию и тематическую структуру туристского предложения, вовлечь в туристскую деятельность новые объекты и создать предпосылки для получения дополнительных доходов региональной экономикой. Проведённый анализ текущей радиоэкологической обстановки на СИП, сегментирование территории по степени радиационной безопасности для туристского посещения и экспедиционная оценка туристского потенциала обследованных объектов сформировали теоретическую и практическую основу для решения третьей задачи исследования – определения необходимых мер радиационной безопасности туристов. Разработанные на этой основе меры представлены в разделе «Обсуждение».

**Обсуждение.** *Определение необходимых мер по обеспечению радиационной безопасности.*

По материалам комплексного радиоэкологического обследования СИП [10], подтвержденным сформированным массивом радиоэкологических данных [9], было определено, что территория полигона имеет участки загрязнения почвы, воды, растительности и воздуха ис-

кусственными радионуклидами (Цезий- $^{137}\text{Cs}$ , Стронций- $^{90}\text{Sr}$ , Плутоний- $^{239+240}\text{Pu}$ , Америций- $^{241}\text{Am}$ , Тритий- $^3\text{H}$ ). Вместе с тем для целей нашего исследования были определены сегменты с удельной активностью основных техногенных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в почвенном покрове.

Как показано на рисунке 2, участки с повышенной удельной активностью радионуклидов преимущественно сосредоточены в районе испытательной площадки «Опытное поле». Отдельные участки с высокой удельной активностью радионуклидов выявлены также в границах Семипалатинской зоны ядерной безопасности, в том числе в районе туристского объекта «Атомное озеро». Согласно требованиям к прохождению маршрута №1, приведённым в таблице 4, при посещении таких участков необходимо использовать закрытую одежду и обувь. Данное требование положено в основу первой меры радиационной безопасности туристов - использования средств индивидуальной защиты.

Так, согласно исследованию А.В. Топоровой и др. (2021) [22], источниками облучения могут являться радиоактивно-загрязнённые объекты природной среды. Тем же исследованием указывается, что искусственные радионуклиды поступают в организм человека с вдыхаемым воздухом, с водой и пищей. Совокупность указанных источников влияет на ожидаемую годовую эф-

эффективную дозу облучения населения. Соответственно, защиту дыхательных путей респиратором и соблюдение правил приёма пищи и питья можно отнести ко второй мере по обеспечению радиационной безопасности туристов.

Результаты исследования С.П. Левченко и др. (2026) [23] показывают, что случаев превышения основных дозовых пределов для населения, регламентируемых Гигиеническими нормативами [7], у работников месторождения «Каражыра» за период проведения индивидуального дозиметрического контроля не зафиксировано. Вместе с тем радиационные характеристики различных участков СИП неоднородны, поэтому требования к радиационной безопасности туристских маршрутов должны определяться с учетом характеристик конкретной территории. А.В. Топорова и др. [22], оценивая современное состояние радиационной обстановки и специфику работы на территории полигона, рекомендуют продолжить индивидуальный дозиметрический контроль персонала. С учетом специфики туристского посещения необходимость индивидуального дозиметрического контроля может быть отнесена к третьей мере радиационной безопасности туристов.

С.Б. Субботин и др. (2023) [19] в своей статье провели оценку дозовых нагрузок в период пребывания на территории «Атомного озера» (площадка «Балапан», СИП) и выполнили расчёты с учётом трёх путей облучения: внешнего гамма-излучения от почвы, ингаляционного и перорального поступления радионуклидов. Результаты показали, что ожидаемая эффективная доза по сценарию «Турист» при разовом посещении составляет  $1,9 \times 10^{-3}$  мЗв и не превышает нормативных пределов. Основной вклад в суммарную эффективную дозу облучения вносит радионуклид  $^{137}\text{Cs}$  [19]. Следовательно, несмотря на повышенные показатели удельной активности техногенных радионуклидов, кратковременное туристское посещение исследованной территории площадки «Балапан»/«Атомное озеро» при рассмотренном сценарии не приводит к превышению нормативных пределов дозовой нагрузки и может осуществляться при соблюдении мер радиационной безопасности. Но следует указать, что вывод о безопасности туристского сценария относится конкретно к площадке «Балапан»/«Атомное озеро» и не может быть автоматически распространён на зоны с подтверждённым превышением нормативов (окрестности «Опытного поля», площадки «4» и «4А»).

Разработанное коллективом НЯЦ РК программное обеспечение «Оценка дозовых нагрузок на население при проживании и ведении деятельности на территории Семипалатинского испытательного полигона» позволяет оценивать дозовые нагрузки с учётом различных путей облучения. В частности, в программе рассматривается поведенческий сценарий проживания на территории полигона фермера, ведущего натуральное хозяйство, и членов его семьи. При расчёте учитываются внешнее облучение от радиоактивно загрязнённой поверхности почвы, а также внутреннее облучение, обусловленное вдыханием радионуклидов и потреблением продуктов питания, произведённых на данной территории [24]. В работе [24] также представлен алгоритм расчёта индивидуальной годовой эффективной дозы облучения населения от основных дозообразующих техногенных радионуклидов СИП. Возможность изменения параметров для отдельных путей облучения позволяет применять разработанный программный код и для других территорий с радиоактивным загрязнением почвенного покрова.

В контексте развития туризма на СИП представляется целесообразным обеспечить открытый доступ к данной программе через портал НЯЦ РК и разработать инструкцию по её применению для предварительной ориентировочной оценки дозовой нагрузки до начала маршрута. В перспективе программное обеспечение может быть адаптировано к сценариям кратковременного туристского посещения СИП, в том числе для использования на мобильных устройствах. При этом самостоятельный расчёт должен рассматриваться исключительно как дополнительный информационный инструмент и не может заменять профессиональный дозиметрический контроль непосредственно на маршруте. Такой контроль должен осуществляться специалистом по дозиметрии, сопровождающим туристскую группу, с использованием профессиональных средств измерения. Таким образом, четвёртой мерой радиационной безопасности туристов является сопровождение туристской группы специалистом по дозиметрии.

Таким образом, на основе анализа полученных данных и результатов проведённого исследования определены четыре меры по обеспечению радиационной безопасности туристов на маршрутах по объектам СИП:

- 1) использование средств индивидуальной защиты, включая закрытую защитную одежду и обувь;

2) защита дыхательных путей и соблюдение правил приёма пищи и питья на территории полигона;

3) проведение индивидуального дозиметрического контроля туристов;

4) сопровождение туристской группы специалистом по дозиметрии при прохождении маршрутов по участкам, требующим радиационного контроля.

Совокупность указанных мер формирует систему требований, которая является основой для разработки рекомендаций по обеспечению радиационной безопасности туристов на маршрутах по объектам СИП.

*Разработка рекомендаций по обеспечению радиационной безопасности туристов на маршрутах по объектам СИП.*

На основе выделенных четырёх мер разработки рекомендации, структурированные по трём этапам туристского маршрута: предварительная подготовка к посещению полигона, непосредственное пребывание на территории СИП и завершение поездки, включающему радиационный контроль использованных средств индивидуальной защиты и определение дальнейшего порядка обращения с ними в соответствии с результатами контроля. Разработка рекомендаций дополнительно основана на результатах консультаций со специалистами ИРБЭ [8], а также на изучении практики радиационной безопасности пациентов и персонала, применяемой в КГП на ПХВ «Центр ядерной медицины и онкологии» управления здравоохранения области Абай.

Ученые ИРБЭ рекомендовали включить в состав мер обязательное использование индивидуальных средств защиты, проведение индивидуального дозиметрического контроля и сопровождение туристов специалистом по дозиметрии при пребывании на участках с повышенной удельной активностью радионуклидов. Практика Центра ядерной медицины и онкологии была изучена в качестве организационно-технологического примера применения мер радиационной защиты и обращения с потенциально загрязненными материалами. Отдельные элементы данной практики были адаптированы авторами с учетом специфики кратковременного туристского пребывания на территории СИП.

Предложенная модель рекомендаций отличается по своему назначению от существующих радиоэкологических подходов, разработанных специалистами НЯЦ РК С.Б. Субботиным и А.В. Топоровой [19, 22]. Существующие расчётные модели, основанные на поведенческих сценариях «персонал», «сельский житель/фермер» и

«турист», предназначены для ретроспективной или прогнозной оценки эффективной дозы облучения при заданных параметрах радиоэкологической обстановки [19]. В отличие от данных расчётных подходов, предложенная авторами модель носит организационно-прикладной характер и трансформирует результаты радиоэкологического зонирования территории в алгоритм организации безопасного поведения туристской группы на различных этапах прохождения маршрута.

*В период подготовки к посещению полигона рекомендуется:*

- подготовить комплект средств индивидуальной защиты, включающий защитный комбинезон, бахилы, респиратор и одноразовые перчатки, соответствующие требованиям радиационной безопасности и условиям конкретного маршрута;

- проверить средства индивидуальной защиты на наличие повреждений и дефектов; при необходимости заменить их;

- подготовить необходимое количество бутилированной воды и еды. Еду необходимо упаковать в одноразовую упаковку;

- подготовить индивидуальный дозиметр;

- подготовить герметичную упаковку (пакет) для временного размещения использованных средств индивидуальной защиты;

- подготовить средства гигиены (мыло, воду, сухие салфетки).

*Дополнительно на этапе подготовки рекомендуется:*

- обеспечить сопровождение туристской группы специалистом по дозиметрии при прохождении маршрутов по участкам, требующим радиационного контроля;

- ознакомиться с основными правилами поведения на маршруте, включая запрет на курение и употребление спиртных напитков.

*Рекомендации на этапе прохождения маршрута по полигону:*

- до въезда в зону, представляющую радиационную опасность для населения, предусмотреть санитарную остановку;

- надеть средства индивидуальной защиты, предварительно проверив на наличие повреждений;

- запустить индивидуальный дозиметр;

- не отклоняться от заданной траектории движения;

- в зоне, представляющей радиационную опасность для населения, не допускать самостоятельный сбор растительности, минералов, металлических и иных предметов;

– снять использованные средства индивидуальной защиты и поместить их в подготовленную герметичную упаковку до проведения радиационного контроля.

В период пребывания в зоне, представляющей радиационную опасность для населения, необходимо исключить прием пищи и воды, а также предусмотреть соблюдение санитарных ограничений, установленных для прохождения данного участка маршрута.

*Рекомендации на этапе завершения посещения:*

– после завершения посещения зоны провести радиационный контроль использованных средств индивидуальной защиты; дальнейшее обращение с ними осуществлять в соответствии с результатами контроля и установленными требованиями радиационной безопасности;

– провести необходимые гигиенические процедуры, включая мытье рук и лица и очистку обуви от пыли;

– провести радиационный контроль транспортного средства; при выявлении загрязнения дальнейшие действия по его дезактивации осуществлять в соответствии с установленными требованиями радиационной безопасности;

– зафиксировать результаты индивидуального дозиметрического контроля; при выявлении значений, требующих дополнительной оценки, действовать в соответствии с установленным порядком радиационным контролем и рекомендациями специалиста по радиационной безопасности.

Реализация перечисленных рекомендаций направлена на снижение радиационных рисков при организованном посещении объектов СИП и формирует практическую основу для перехода от стихийного посещения к контролируемой модели ядерного туризма.

Разработанные рекомендации предназначены для кратковременных туристских посещений продолжительностью до 12 часов без ночевки и ориентированы преимущественно на организованные туристские группы в рамках радиационно-контролируемых туров. Сценарии более длительного пребывания и организации ночлега в рамках настоящего исследования не рассматриваются и требуют отдельной оценки радиационных рисков.

**Заключение.** Проведённое исследование позволило комплексно решить три взаимосвязанные задачи, определённые целью работы, и получить результаты, обладающие как теоретической, так и прикладной значимостью.

В рамках решения первой задачи сформирован массив радиоэкологических данных, на основе которых территория СИП была сегментирована по степени радиационной безопасности с применением нормативного порога годовой эффективной дозы 0,3 мЗв/год на две зоны [3, 10]. Зона, не представляющая радиационную опасность для населения, в соответствии с Законом РК [2] передана в народное хозяйство и создаёт пространственные предпосылки для организации туристской деятельности при соблюдении установленных требований безопасности. Зона, представляющая радиационную опасность для населения, дополнительно сегментирована по показателям удельной активности радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в почвенном покрове.

Экспедиционные исследования и анализ коммерческих предложений туристских организаций показали, что по отдельным объектам СИП, в том числе «Атомному озеру», сформированы и реализуются туристские маршруты, ориентированные в том числе на иностранных туристов. При этом необходимость применения мер радиационной безопасности зависит от радиационных характеристик территории, по которой проходит конкретный маршрут. Особого внимания требует маршрут с посещением «Атомного озера», расположенного на территории, отнесенной к зоне, представляющей радиационную опасность для населения.

Посещение Экспозиционного зала и анализ маршрутов, предлагаемых в рамках научных мероприятий НЯЦ РК, свидетельствуют о практическом использовании объектов СИП в экскурсионных и научно-познавательных целях.

В рамках решения третьей задачи определены четыре основные меры радиационной защиты туристов, на основе которых разработаны рекомендации по обеспечению радиационной безопасности на маршрутах по объектам СИП. Рекомендации структурированы в рамках трехэтапной модели радиационной безопасности: «подготовка к маршруту – прохождение маршрута – завершение маршрута».

Разработанная модель рекомендаций отличается по своему назначению от сценариев оценки дозовой нагрузки, разработанных специалистами НЯЦ РК («персонал», «фермер», «турист»), так как указанные сценарии решают задачу расчёта ожидаемой дозовой нагрузки для конкретного типа пребывания человека на территории СИП. Предложенная модель формализует принципы организации радиационной безо-

пасности туристов на всех этапах маршрута. Это определяет научную новизну разработанной модели применительно к организации туристского посещения полигона.

**Информация о финансировании.** Данное исследование финансируется Комитетом науки и высшего образования Министерства науки и

высшего образования Республики Казахстан в рамках реализации грантового финансирования исследований молодых ученых по проекту «Жас ғалым» на 2025–2027 годы на тему «AP25794915 Научное исследование экономического потенциала ядерного туризма на примере Семипалатинского испытательного полигона».

## Список литературы:

- 1 Молдажанов М., Дүйсенова Р. Формирование новой модели ядерного туризма в системе глобальной туристской науки // Туризм, досуг и гостеприимство. - 2026. - №2 (13). - С. 84-94. DOI: <https://doi.org/10.59649/2959-5185-2026-2-84-94>.
- 2 Закон Республики Казахстан от 5 июля 2023 года № 16-VIII «О Семипалатинской зоне ядерной безопасности» [Электронный ресурс]. - URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2300000016> (дата обращения: 20.08.2026).
- 3 Материалы комплексного экологического обследования, обосновывающие установление границ и площадей земельных участков Семипалатинской зоны ядерной безопасности [Электронный ресурс] / РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан» // Материалы общественных слушаний. - Рег. № 250616001002. - URL: <https://hearings.ndbecology.gov.kz/Discussion/DisPublic/PublicHearingDetail?hearingId=17850> (дата обращения: 10.08.2026).
- 4 Молдажанов М.Б., Золотарева С.Б., Тахтаева Р.Ш., Варавин Е.В. Оценка экономического потенциала ядерного туризма на примере Семипалатинского испытательного полигона // Вестник Атырауского университета. - 2025. - №4 (79). - С. 353-363. DOI: <https://doi.org/10.47649/vau.25.v79.i4.32>.
- 5 Trip to Semipalatinsk Nuclear Test Site – 2 Day Tour [Электронный ресурс]. - URL: <https://indyguide.com/tours/semipalatinsk-nuclear-test-site> (дата обращения: 20.08.2026).
- 6 Молдажанов М.Б., Гарипова А.А., Дүйсенова Р.Ж. Факторы формирования спроса на ядерный туризм на территории Семипалатинского испытательного полигона: эмпирический анализ // Туризм, досуг и гостеприимство. - 2026. - №1 (12). - С. 59-69. DOI: <https://doi.org/10.59649/2959-5185-2026-1-59-69>.
- 7 Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 2 августа 2022 года № ҚР ДСМ-71 «Об утверждении гигиенических нормативов к обеспечению радиационной безопасности» [Электронный ресурс]. - URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200029012> (дата обращения: 20.08.2026).
- 8 Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК. Учебно-информационный центр (Отдел информационно-обеспечения) [Электронный ресурс]. - URL: <https://irse.nnc.kz/dejatelnost/uchebno-informacionnyj-centr/?lang=ru> (дата обращения: 10.08.2026).
- 9 Молдажанов М. Справка об анализе результатов радиоэкологических исследований НЯЦ РК об имеющихся уровнях радиоактивного загрязнения на территории Семипалатинского испытательного полигона. - Zenodo, 2026. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20699777>.
- 10 Комплексное радиоэкологическое обследование Семипалатинского испытательного полигона: монография / Э.Г. Батырбеков, А.О. Айдарханов, В.А. Витюк и др. - Курчатов: Институт радиационной безопасности и экологии РГП НЯЦ РК, 2021. - 340 с. - URL: [https://nnc.kz/assets/mono2\\_kz.pdf](https://nnc.kz/assets/mono2_kz.pdf).
- 11 Проведение комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние: монография. Т. 1 / Н.А. Назарбаев, В.С. Школьник, Э.Г. Батырбеков и др. - Курчатов, 2016. - 320 с. - URL: <https://www.nnc.kz/assets/volume-1.pdf>.
- 12 Проведение комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние: монография. Т. 2 / Н.А. Назарбаев, В.С. Школьник, Э.Г. Батырбеков и др. - Курчатов, 2016. - 448 с. - URL: <https://www.nnc.kz/assets/volume-2.pdf>.
- 13 Проведение комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние: монография. Т. 3 / Н.А. Назарбаев, В.С. Школьник, Э.Г. Батырбеков и др. - Курчатов, 2016. - 596 с. - URL: <https://www.nnc.kz/assets/volume-3.pdf>.
- 14 Panitskiy A., Bazarbaeva A., Baigazy S., Polivkina Y., Alexandrovich I., Abisheva M. Bioaccumulation of radionuclides in hoofed animals inhabiting the Semipalatinsk Test Site // PLOS ONE. - 2023. - Vol. 18. - №11. - e0294632. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294632>.
- 15 Larionova N., Toporova A., Krivitskiy P. et al. Artificial radionuclides in the plant cover around nuclear fuel cycle facilities // PLOS ONE. - 2024. - Vol. 19. - №7. - e0306531. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306531>.
- 16 Krasnopyorova M., Gorlachev I., Kharkin P., Dyussembayeva M., Lukashenko S. Study of radionuclide composition of the drinking water potential sources at the Semipalatinsk nuclear test site // RSC Advances. - 2023. - Vol. 13. - №42. - pp. 29354-29362. DOI: <https://doi.org/10.1039/D3RA05808E>.
- 17 Aktayev M., Subbotin S., Aidarkhanov A., Aidarkhanova A., Timonova L., Larionova N. Characterization of geological and lithological features in the area proximal to tritium-contaminated groundwater at the Semipalatinsk test site // PLOS ONE. - 2024. - Vol. 19. - №3. - e0300971. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300971>.
- 18 Panitskiy A., Syssoeva Y., Baigazy S., Kunduzbayeva A., Kenzhina L., Polivkina Y., Larionova N., Krivitskiy P., Aidarkhanova A. Vertical distribution of radionuclides in soil at the Semipalatinsk Test Site beyond its test locations // PLOS ONE. - 2023. - Vol. 18. - №1. - e0278581. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278581>.
- 19 Субботин С.Б., Айдарханов А.О., Романенко Е.В., Топорова А.В., Супрунов В.И., Актаев М.Р. Оценка дозовых нагрузок для различных поведенческих сценариев на территории «Атомного озера» // Вестник НЯЦ РК. - 2023. - Вып. 1. - С. 55-60. DOI: <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2023-1-55-60>.

- 20 XI Международная конференция «Семипалатинский испытательный полигон: наследие и перспективы развития научно-технического потенциала» [Электронный ресурс] // НЯЦ РК. - URL: <https://www.nnc.kz/ru/conferences/xi-mejdunarodnaya-konferenciya-semipalatinskiy-ispytatelnyy-poligon-nasledie-i-perspektivy-razvitiya-nauchno-tehnicheskogo-potenciala> (дата обращения: 21.08.2026).
- 21 Stawkowski M.E. Atomic Collective: Radioactive Life in Kazakhstan. - Toronto: University of Toronto Press, 2025. - 244 p. DOI: <https://doi.org/10.3138/9781487560317>.
- 22 Топорова А.В., Бакланова Ю.В., Стрильчук Ю.Г., Шатров А.Н. Обзор методических указаний и рекомендаций по оценке годовой эффективной дозы человека при проживании на радиоактивно загрязненной территории // Вестник НЯЦ РК. - 2021. - Вып. 2. - С. 57-69. DOI: <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2021-2-57-69>.
- 23 Левченко С.П., Божко В.В., Курчина В.В. Оценка влияния Семипалатинского испытательного полигона на персонал и выпускаемую продукцию угольного месторождения «Каражыра» // Вестник НЯЦ РК. - 2026. - Вып. 1. - С. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2026-1-61-70>.
- 24 Топорова А.В., Монаенко В.Н., Бакланова Ю.В., Ларионова Н.В., Айдарханов А.О. Разработка приложения для оценки дозовых нагрузок на население в случае проживания и ведения деятельности на территории Семипалатинского испытательного полигона // Вестник НЯЦ РК. - 2024. - Вып. 2. - С. 178-184. DOI: <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2024-2-178-184>.

## References:

- 1 Moldazhanov M., Dyjskenova R. Formirovanie novoy modeli jadernogo turizma v sisteme global'noj turistskoj nauki // Turizm, dosug i gostepriimstvo. - 2026. - №2 (13). - S. 84-94. DOI: <https://doi.org/10.59649/2959-5185-2026-2-84-94>.
- 2 Zakon Respubliki Kazahstan ot 5 ijulja 2023 goda № 16-VIII «O Semipalatinskoj zone jadernoj bezopasnosti» [Jelektronnyj resurs]. - URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2300000016> (data obrashhenija: 20.08.2026).
- 3 Materialy kompleksnogo jekologicheskogo obsledovanija, obosnovyvajushhie ustanovlenie granic i ploshhadej zemel'nyh uchastkov Semipalatinskoj zony jadernoj bezopasnosti [Jelektronnyj resurs] / RGP «Nacional'nyj jadernyj centr Respubliki Kazahstan» // Materialy obshhestvennyh slushanij. - Reg. № 250616001002. - URL: <https://hearings.ndbecology.gov.kz/Disscusion/DisPublic/PublicHearingDetail?hearingId=17850> (data obrashhenija: 10.08.2026).
- 4 Moldazhanov M.B., Zolotareva S.V., Tahtaeva R.Sh., Varavin E.V. Ocenka jekonomicheskogo potenciala jadernogo turizma na primere Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona // Vestnik Atyrauskogo universiteta. - 2025. - №4 (79). - S. 353-363. DOI: <https://doi.org/10.47649/vau.25.v79.i4.32>.
- 5 Trip to Semipalatinsk Nuclear Test Site – 2 Day Tour [Jelektronnyj resurs]. - URL: <https://indyguide.com/tours/semipalatinsk-nuclear-test-site> (data obrashhenija: 20.08.2026).
- 6 Moldazhanov M.B., Garipova A.A., Dyjskenova R.Zh. Faktory formirovanija sprosa na jadernyj turizm na territorii Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona: jempiricheskij analiz // Turizm, dosug i gostepriimstvo. - 2026. - №1 (12). - S. 59-69. DOI: <https://doi.org/10.59649/2959-5185-2026-1-59-69>.
- 7 Prikaz Ministra zdavoohranenija Respubliki Kazahstan ot 2 avgusta 2022 goda № QR DSM-71 «Ob utverzhdenii gigienicheskikh normativov k obespecheniju radiacionnoj bezopasnosti» [Jelektronnyj resurs]. - URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200029012> (data obrashhenija: 20.08.2026).
- 8 Institut radiacionnoj bezopasnosti i jekologii NJaC RK. Uchebno-informacionnyj centr (Otdel informacionnogo obespechenija) [Jelektronnyj resurs]. - URL: <https://irse.nnc.kz/dejatelnost/uchebno-informacionnyj-centr/?lang=ru> (data obrashhenija: 10.08.2026).
- 9 Moldazhanov M. Spravka ob analize rezul'tatov radiojekologicheskikh issledovanij NJaC RK ob imejushhihsja urovnjah radioaktivnogo zagriznenija na territorii Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona. - Zenodo, 2026. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20699777>.
- 10 Kompleksnoe radiojekologicheskoe obsledovanie Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona: monografija / Je.G. Batorybekov, A.O. Ajdarhanov, V.A. Vitjuk i dr. - Kurchatov: Institut radiacionnoj bezopasnosti i jekologii RGP NJaC RK, 2021. - 340 s. - URL: [https://nnc.kz/assets/mono2\\_kz.pdf](https://nnc.kz/assets/mono2_kz.pdf).
- 11 Provedenie kompleksa nauchno-tehnicheskikh i inzhenernyh rabot po privedeniju byvshego Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona v bezopasnoe sostojanie: monografija. T. 1 / N.A. Nazarbaev, V.S. Shkol'nik, Je.G. Batorybekov i dr. - Kurchatov, 2016. - 320 s. - URL: <https://www.nnc.kz/assets/volume-1.pdf>.
- 12 Provedenie kompleksa nauchno-tehnicheskikh i inzhenernyh rabot po privedeniju byvshego Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona v bezopasnoe sostojanie: monografija. T. 2 / N.A. Nazarbaev, V.S. Shkol'nik, Je.G. Batorybekov i dr. - Kurchatov, 2016. - 448 s. - URL: <https://www.nnc.kz/assets/volume-2.pdf>.
- 13 Provedenie kompleksa nauchno-tehnicheskikh i inzhenernyh rabot po privedeniju byvshego Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona v bezopasnoe sostojanie: monografija. T. 3 / N.A. Nazarbaev, V.S. Shkol'nik, Je.G. Batorybekov i dr. - Kurchatov, 2016. - 596 s. - URL: <https://www.nnc.kz/assets/volume-3.pdf>.
- 14 Panitskiy A., Bazarbaeva A., Baigazy S., Polivkina Y., Alexandrovich I., Abisheva M. Bioaccumulation of radionuclides in hoofed animals inhabiting the Semipalatinsk Test Site // PLOS ONE. - 2023. - Vol. 18. - №11. - e0294632. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294632>.
- 15 Larionova N., Toporova A., Krivitskiy P. et al. Artificial radionuclides in the plant cover around nuclear fuel cycle facilities // PLOS ONE. - 2024. - Vol. 19. - №7. - e0306531. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306531>.
- 16 Krasnopyorova M., Gorlachev I., Kharkin P., Dyussembayeva M., Lukashenko S. Study of radionuclide composition of the drinking water potential sources at the Semipalatinsk nuclear test site // RSC Advances. - 2023. - Vol. 13. - №42. - pp. 29354-29362. DOI: <https://doi.org/10.1039/D3RA05808E>.
- 17 Aktayev M., Subbotin S., Aidarkhanov A., Aidarkhanova A., Timonova L., Larionova N. Characterization of geological and lithological features in the area proximal to tritium-contaminated groundwater at the Semipalatinsk test site // PLOS ONE. - 2024. - Vol. 19. - №3. - e0300971. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300971>.

- 18 Panitskiy A., Syssoeva Y., Baigazy S., Kunduzbayeva A., Kenzhina L., Polivkina Y., Larionova N., Krivitskiy P., Aidarkhanova A. Vertical distribution of radionuclides in soil at the Semipalatinsk Test Site beyond its test locations // PLOS ONE. - 2023. - Vol. 18. - №1. - e0278581. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278581>.
- 19 Subbotin S.B., Ajdarhanov A.O., Romanenko E.V., Toporova A.V., Suprunov V.I., Aktaev M.R. Ocenka dozovyh nagruzok dlja razlichnyh povedencheskih scenarijev na territorii «Atomnogo ozera» // Vestnik NJaC RK. - 2023. - Vyp. 1. - S. 55-60. DOI: <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2023-1-55-60>.
- 20 XI Mezhdunarodnaja konferencija «Semipalatinskij ispytatel'nyj poligon: nasledie i perspektivy razvitiya nauchno-tehnicheskogo potenciala» [Elektronnyj resurs] // NJaC RK. - URL: <https://www.nnc.kz/ru/conferences/xi-mejdunarodnaya-konferenciya-semipalatinskij-ispytatelnyy-poligon-nasledie-i-perspektivy-razvitiya-nauchno-tehnicheskogo-potenciala> (data obrashhenija: 21.08.2026).
- 21 Stawkowski M.E. Atomic Collective: Radioactive Life in Kazakhstan. - Toronto: University of Toronto Press, 2025. - 244 p. DOI: <https://doi.org/10.3138/9781487560317>.
- 22 Toporova A.V., Baklanova Ju.V., Stril'chuk Ju.G., Shatrov A.N. Obzor metodicheskikh ukazanij i rekomendacij po ocenke godovoj jeffektivnoj dozy cheloveka pri prozhivanii na radioaktivno zagraznenoj territorii // Vestnik NJaC RK. - 2021. - Vyp. 2. - S. 57-69. DOI: <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2021-2-57-69>.
- 23 Levchenko S.P., Bozhko V.V., Kurchina V.V. Ocenka vlijaniya Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona na personal i vypuskaemuju produkciju ugol'nogo mestorozhdenija «Karazhyra» // Vestnik NJaC RK. - 2026. - Vyp. 1. - S. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2026-1-61-70>.
- 24 Toporova A.V., Monaenko V.N., Baklanova Ju.V., Larionova N.V., Ajdarhanov A.O. Razrabotka prilozhenija dlja ocenki dozovyh nagruzok na naselenie v sluchae prozhivaniya i vedenija dejatel'nosti na territorii Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona // Vestnik NJaC RK. - 2024. - Vyp. 2. - S. 178-184. DOI: <https://doi.org/10.52676/1729-7885-2024-2-178-184>.

#### АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ // ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ // INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*“Хат-хабарларға арналған автор (бірінші автор)”*

Молдажанов Марат Бетимбаевич – PhD, постдокторант, Alikhan Bokeikhan University, Семей қ., Қазақстан

*“Автор для корреспонденции (первый автор)”*

Молдажанов Марат Бетимбаевич – PhD, постдокторант, Alikhan Bokeikhan University, г. Семей, Казахстан

*“Corresponding author (first author)”*

Moldazhanov Marat Betimbaevich – PhD, Postdoctoral Researcher, Alikhan Bokeikhan University, Semey, Kazakhstan.

e-mail: mmarat84@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0872-5797>

Javier Martínez-Falcó – PhD, ассистент-профессор, Аликанте университеті, Аликанте қ., Испания Корольдігі

Javier Martínez-Falcó – PhD, ассистент-профессор, Университет Аликанте, г. Аликанте, Королевство Испания

Javier Martínez-Falcó – PhD, Assistant Professor, University of Alicante, Alicante, Kingdom of Spain

e-mail: javier.falco@ua.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9004-5816>

Дүйскенова Райгүл Жәнісқызы – PhD, қауымдастырылған профессор м.а., Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

Дүйскенова Райгүл Жәнісқызы – PhD, и.о. ассоциированного профессора, Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

Duiskenova Raigul Zheniskyzy – PhD, Acting Associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan.

e-mail: raigul19@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7011-8229>

Дата поступления статьи: 27.08.2026

Дата принятия к публикации: 23.09.2026