УДК:577.4:546.79(574)

Радиоэкологический атлас Жамбылской области Казахстана

Г.В. Федоров, Г.Д. Беркинбаев, П.Г. Каюков

ТОО «ЭКОСЕРВИС-С», Алматы, Казахстан

В 2011–2013 гг. на территории Жамбылской области в Казахстане проведен комплекс радиационных исследований. Изучались все радиационные факторы воздействия на население, включая радонопроявления в воздухе помещений и в питьевых водоисточниках. Выполненные исследования с учетом результатов ранее проведенных работ позволили составить радиоэкологический атлас области с выявлением основных радиоэкологических проблем и разработкой мероприятий по их решению.

Ключевые слова: *радиоэкологический атлас, уран, радон, радиоактивные отходы, радиационное загрязнение, реабилитационные меры.*

Введение

Жамбылская область представляет собой пустынную и полупустынную равнину, расположенную в бассейне нижнего течения рек Шу и Таласа, между хребтами Каратау на юго-западе, Кыргызским Алатау на юге и Шу-Илийскими горами (Айтау) на востоке. Наибольшую площадь среди горных систем на территории области занимает район Шу-Илийских гор, в пределах которого располагается подавляющая часть радиационных объектов области. Главным из них является Центрально-Шу-Илийский урановорудный район Прибалхашской урановорудной провинции, занимающий основную часть Шу-Илийских гор. Территория Центрально-Шу-Илийского района представляет собой сложное покровно-глыбовое сооружение, в состав которого входят структурно-формационные и разновозрастные магматические комплексы, находящиеся между собой в сложных взаимоотношениях [1].

Северо-Восточная часть Жамбылской области занята Бетпакдала-Шу-Или-Кендыктасской урановорудной провинцией, включающей несколько урановых месторождений, которые интенсивно осваивались 2 рудоуправлениями с 1950-х гг. до середины 1980-х гг. Закрытие урановых рудников происходило в кризисные годы, и горные выработки были оставлены без должной рекультивации. Генетически с ураном и торием ассоциируются другие рудные зоны и месторождения. К ним можно отнести золоторудные (Аксуек), медные (Шатырколь, Жайсан), угольные (Кулан).

По югу Жамбылской области проходит региональный геохимический пояс Каратау-Джабаглы-Киргизского хребта. В Малом Каратау известен фосфоритовый бассейн, включающий более 40 месторождений фосфоритов с повышенным содержанием урана. В Джабаглы распространены ванадиеносные углисто-кремнистые сланцы, обогащенные ураном. В Малом Каратау отмечены выходы небольших массивов верхнеордовикских гранитов и гранитоидов, а в Джабаглы – среднекарбоновых гранитов и гранитоидов. Киргизский хребет насыщен комплексами протерозойских и ордовикских гранитов и гранодиоритов, с которыми пространственно и генетически связаны многочисленные месторождения меди, полиметаллов с сопутствующей урановой минерализацией.

Радиогеохимические зоны на территории выходов на поверхность скальных горных пород проявляются по стоку временных и постоянных водотоков и далее в осадочных бассейнах. С ними генетически связаны повышенные значения радиоактивности в осадках конусов выноса речек и ручьев с гор Малого Каратау и Джабаглы, Таласского и Киргизского хребтов на юге Жамбылской области, Шу-Илийских гор, Кендыктаса и Кастека – на северо-востоке Жамбылской области.

Эти водные потоки характеризуются повышенным радиогеохимическим фоном воды на участках их впадения в бассейны рек Шу, Талас и Терс (Асса) и формируют на различных сорбционных барьерах урановые концентрации, достигающие уровня рудопроявлений и мелких месторождений (Ассинское, Кумозек).

Тектоническое строение района также чрезвычайно сложно [2]. Основу его глубинной структуры образует система крупных геоблоков различной геохимической направленности. Глубинные разломы в земной коре (сквозькоровые расколы открытого типа) определяют основной тектонический план района. Кроме них, проявлены многочисленные тектонические нарушения различных порядков, которые могут явиться каналами поставки радона из глубины на поверхность (рис. 1).

Радиационная изученность территории области до проведения работ 2011–2013 гг. была крайне неравномерна. Наиболее изученными являлись южная и восточная части области, что связано с проведением в период до 1990-х гг. поисковых и разведочных работ на уран на территории Прибалхашской урановорудной провинции, охватывающей практически всю область Чу-Илийских гор, а также с проведением специальных работ (радиогидролитохимическая съемка – 2004 г. [3], радиационный мониторинг территории сельских населенных пунктов – 2009 г. [4]) на территории проживания основной части населения (рис. 2, 3).

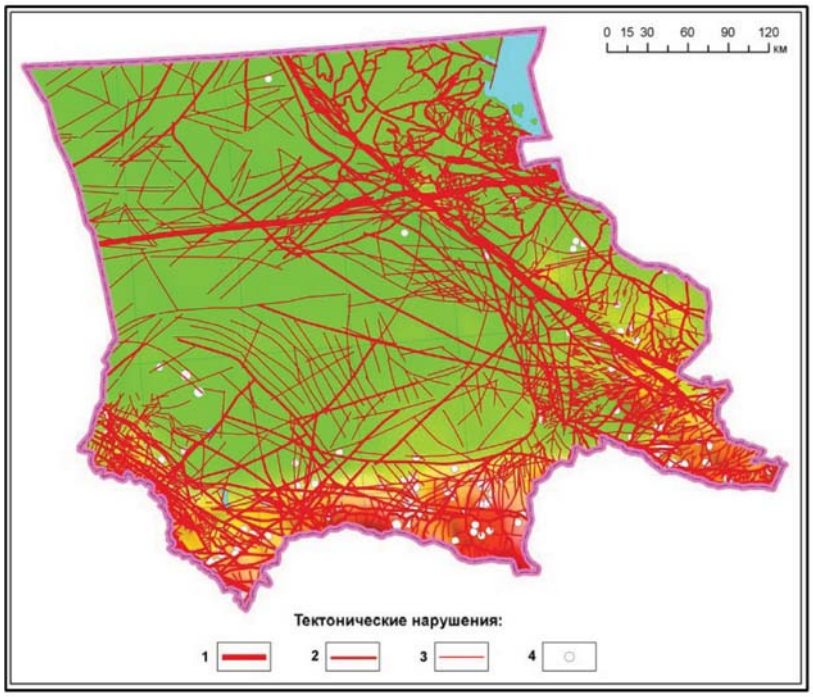

Рис. 1. Схема тектонического строения территории Жамбылской области по данным дешифрирования космоснимков. Условные обозначения: тектонические нарушения: 1 – 1-го порядка, 2 – 2-го порядка, 3 – 3-го порядка, 4 – сейсмособытия

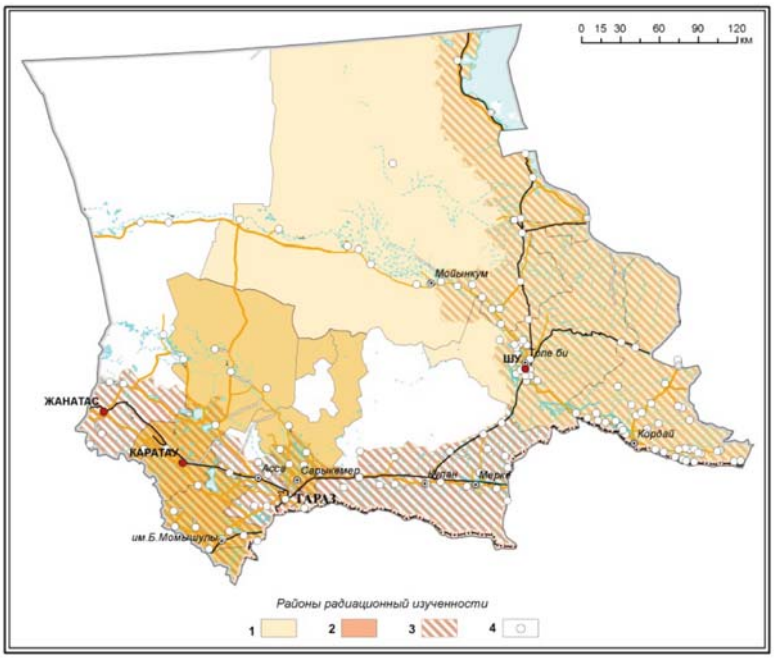

Рис. 2. Схема радиационной изученности Жамбылской области. Условные обозначения: районы, изученные 1-ТОО «ЭКОСЕРВИС-С», 2009 г. (эколого-демографическое обследование), 2 – ТОО «ЭКОСЕРВИС-С», 2009 г. (радиационный мониторинг), 3 – АО Волковгеология, 2008 г., 4 – изученные населенные пункты

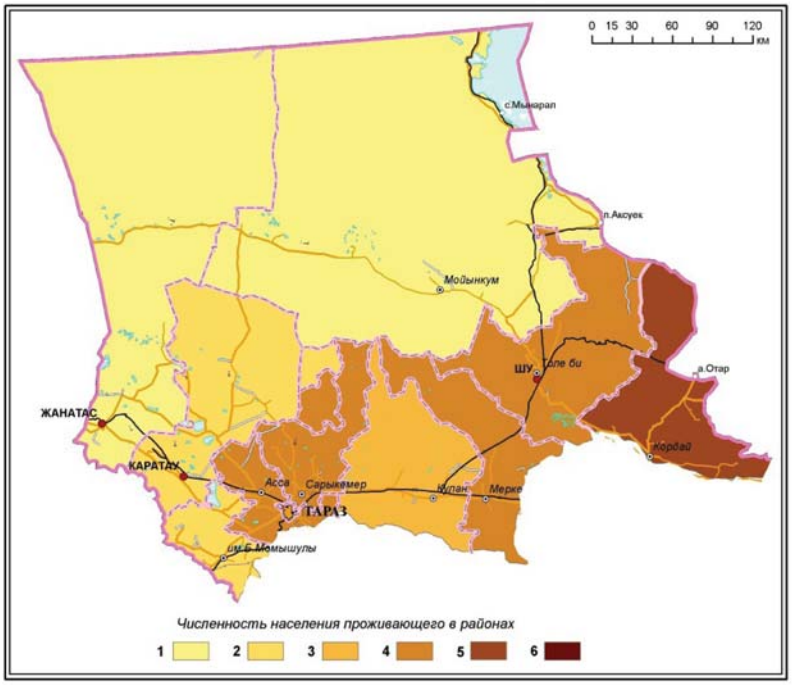

Рис. 3. Схема размещения населения Жамбылской области по численности в районах. Условные обозначения: Численность населения, проживающего в районах (чел.): 1 – 30 000–40 000, 2 – 40 000–50 000, 3 – 50 000–60 000, 4 – 60 000–90 000, 5 – 9 0000–100 000, 6 – 120 000–320 000

Цель исследования

На территории области располагается основная часть Прибалхашской урановорудной провинции, включающей 12 урановых месторождений, более 20 рудопроявлений, которые в большой мере предопределили радиационную обстановку в области. Кроме того, на территории области выявлены десятки участков радиоактивного загрязнения различного генезиса, также способствующих формированию высокого уровня радиационного риска. Накопившийся многолетний материал по радиационному состоянию Жамбылской области позволил в период 2011–2013 гг. провести комплекс обобщающих и детальных работ, целью которых явилось составление радиоэкологического атласа области с отражением современного радиационного состояния, выявлением основных радиоэкологических проблем и разработкой мероприятий для их решения на исследуемой территории.

Материалы и методы

Собранный достаточно обширный материал по результатам радиометрических исследований прошлых лет в Жамбылской области позволил целенаправленно определить и выполнить в 2011–2013 гг. для составления радиоэкологического атласа области комплекс исследований, основными из которых явились радиационная съемка населенных пунктов, оценка радиоактивности почвы, воды, сельхозпродукции, комплексные определения активности радона в воздухе помещений и питьевых водоисточниках, определение дозовых нагрузок на население. При определении суммарных дозовых нагрузок учитывалось воздействие всех этих факторов, а также воздействие объектов прошлой урановой деятельности, и нагрузки на пациентов и персонал при проведении рентгеновских обследований. Ранее проведенные радиогидролитохимическая съемка территории и радиационный мониторинг населенных пунктов исследования включали целый комплекс, позволивший провести оценку радоноопасности и районирование территории области по радиационной напряженности с составлением радиационно-гигиенических паспортов районов и городов и, в конечном счете, составить радиоэкологический атлас Жамбылской области [5].

Результаты и обсуждение

С учетом исследований прошлых лет в Жамбылской области было проведено радиационное обследование 316 поселков и 4 городов. Анализ природно-геологических особенностей позволил выделить 4 ландшафтно-радиогеохимичеких блока с различными структурно-тектоническими и радиационно-геохимическими характеристиками и с различными уровнями радиационного воздействия на население. Выявлено 10 зон с повышенной радиационной напряженностью, которые занимают около 15% территории области.

В результате проведенных работ по оценке радоноопасности установлено, что из обследованных поселков 26,2% оказались с превышением нормативных значений (200 Бк/м^3) активности радона. Анализ исследования радиоактивности воды показал, что в 45,1% обследованных водоисточников, используемых для питьевого водоснабжения, выявлены

превышения (до десятикратных и более) альфа-активности. Активность радона в питьевых водах по всей территории Жамбылской области не превышает норматива 60 Бк/л. Тем не менее, на карте распределения объемной активности радона хорошо выражены области повышенной активности радона в воде. К этим же областям в большой степени приурочены выделенные аномальные участки активности радона в воздухе помещений.

Результаты проведенных исследований позволили составить радиационно-гигиенические паспорта для всех 10 районов области, для городов (Тараз, Шу, Каратау и Жанатас) и для выделенных радоноопасных зон. В паспортах нашли отражение фоновые и аномальные радиационные характеристики основных сред обитания человека в округах и населенных пунктах – воздуха вне и внутри помещений, питьевой воды, почв, пищевых продуктов, мощности дозы гамма-излучения вне и внутри помещений, а также радиоактивности строительных материалов, условия использования рентгеновских аппаратов и ампульных радиоактивных источников, наличие природных или техногенных аномальных превышений и объектов радиоактивности на поверхности территории поселков, радиационных водоисточников, структура медицинского облучения населения при медицинских процедурах, результаты расчета доз внешнего и внутреннего облучения. В заключении каждого паспорта дана обобщенная оценка источников аномального радиационного облучения, уровень радиационной напряженности и перечислены мероприятия по снижению доз радиационного воздействия и рисков для здоровья, исходя из особенностей распределения радиоактивности в природных средах района. Каждый паспорт сопровождается картой с расположением всех аномальных радиационных проявлений и предлагаемые мероприятия по их ликвидации. Радиационные характеристики районов легли в основу составления радиоэкологического атласа области.

Составленный радиоэкологический атлас области включает 126 карт и схем (30 карт с разными характеристиками территории области, 86 карт с результатами радиоэкологического обследования поселков и 10 карт – приложения к радиационно-гигиеническим паспортам районов). В атласе на основании анализа построенных карт и аналитического материала сформулированы радиационные проблемы Жамбылской области и предложены мероприятия по снижению радиационной напряженности и рисков здоровью населения от источников ионизирующего излучения. Расчеты показывают, что проведение исследований при составлении радиоэкологического атласа области и выполнение представленных мер по снижению уровня облучения и снижению коллективной дозы, а значит, сохранения здоровья населения, являются экономически выгодными, так как экономический эффект от выполнения этих мер по области может достигать $1 млн и более в год.

Результаты проведенных исследований радиационной обстановки Жамбылской области с оценкой уровней радиоактивности среды обитания населения позволили оценить практически полную дозовую нагрузку на человека от ионизирующего излучения. Значение дозовых нагрузок по районам заметно варьирует. В двух районах величина доз близка к среднеевропейскому уровню (2,4 мЗв/год), в пяти районах она превышает среднеевропейскую величину до полутора раз, в трех районах величина дозы несколько превышает среднеказахстанский уровень (4,2 мЗв/год).

Основными факторами при определении дозовых нагрузок на население являются естественная радиоактивность территории области, альфа- и бета-активность питьевых водоисточников и активность радона-222 в воздухе помещений.

Радиационная характеристика поверхности территории Жамбылской области довольно однородна – 16–24 мкЗв/ч, но иногда активность достигает 0,27–0,30 мкЗв/ч и более на участках, где обнажаются гранитные породы или другие образования с повышенной радиоактивностью. В водоисточниках, используемых для питьевого водоснабжения, часто выявляются превышения альфа-активности (до десятикратных и более). Эти два фактора вносят определенный вклад в дозовую нагрузку. Но основной вклад в дозовую нагрузку на население, как это отмечается в других районах [6], создает активность радона. Если в результате проведенных работ по оценке радоноопасности установлено, что из обследованных поселков 26,2% оказались с превышением нормативных значений (200 Бк/м^3) активности радона, то при принятии норматива в 100 Бк/м^3 количество поселков с превышением возрастает до 52,8%. Повышенные медианные значения активностей радона в воздухе помещений поселков пространственно сближены и объединяются в группы со сходными геологическими позициями расположения поселков. Объединенные группы включают населенные пункты с высоким медианным значением ЭРОА радона (более 50 Бк/м^3) или помещения с превышением норматива ЭРОА радона 200 Бк/м^3. Выявленные превышения образуют 10 аномальных зон. На территории выделенных зон были проведены детальные работы с определением как мгновенных измерений активности радона, так и интегральных, для которых были проэкспонированы в течение 3 месяцев 2442 детектора. При сравнении результатов измерения ЭРОА радона, выполненных радиометром Рамон-01, и измерений активности радона, выполненных с помощью системы RadoSys (Венгрия), установлено, что медианные значения мгновенных активностей радона находят подтверждение интегральными значениями (с расхождениями не более 30%).

На основании анализа построенных карт и аналитического материала с учетом результатов исследований прошлых лет [7] проведено зонирование территории Жамбылской области по радиационной напряженности, отраженное в карте суммарных дозовых нагрузок (рис. 4), свидетельствующее о том, что в области необходимо проведение детальных исследований локальных радиационно опасных зон и принятие мер по снижению рисков здоровью населения от воздействия ионизирующего излучения от природных и техногенных источников [8].

При составлении радиоэкологического атласа была завершена оценка радиационного состояния практически всех поселков и всех радиационных объектов (урановых месторождений и рудопроявлений, мест хранения и захоронения радиоактивных отходов и др.), что дало возможность определить проблемы и мероприятия по улучшению радиационной обстановки и снижению радиационного риска здоровью населения области. К таким мероприятиям следует отнести:

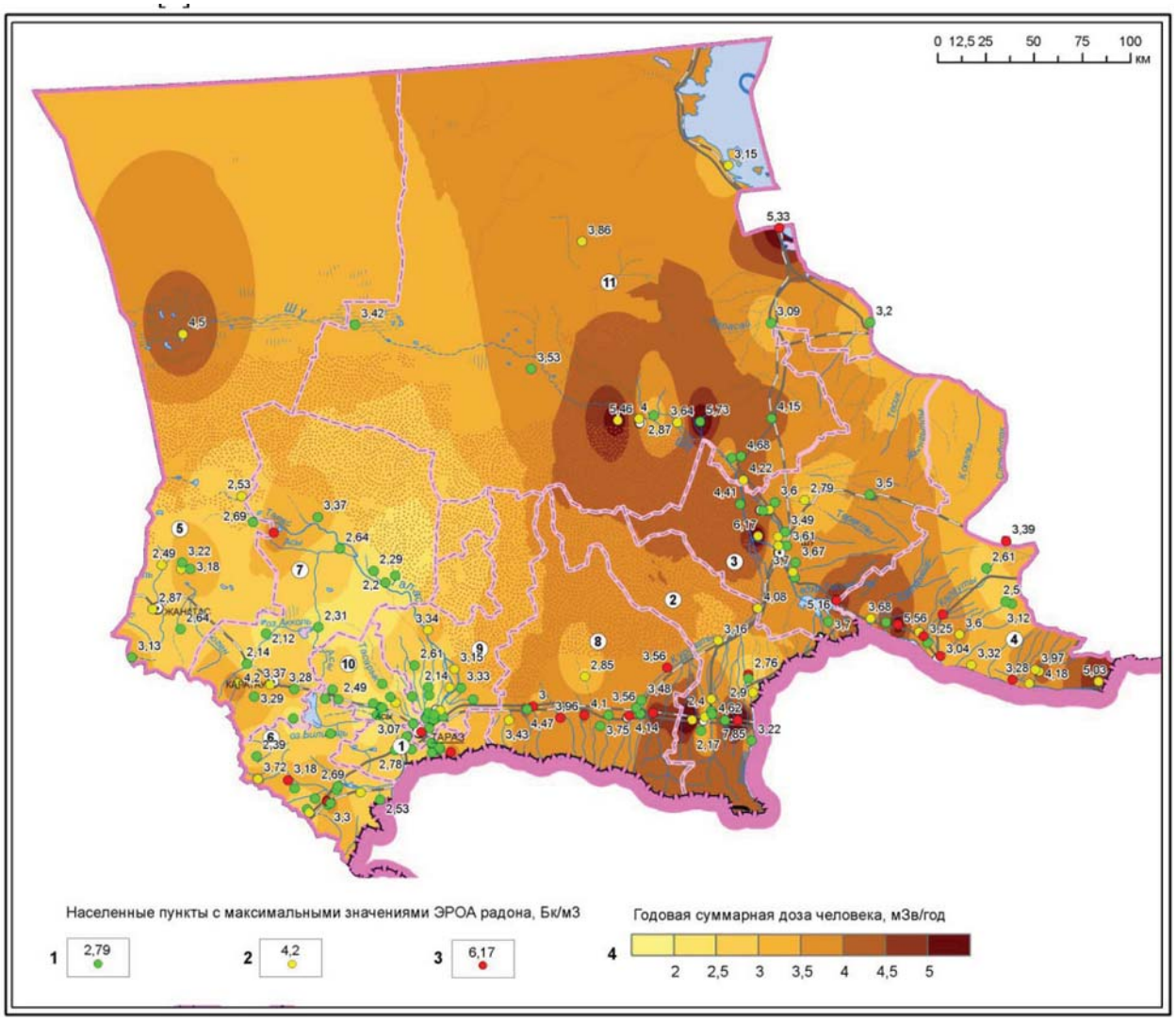

Рис. 4. Карта суммарных дозовых нагрузок Жамбылской области. Условные обозначения: населенные пункты с максимальными значениями ЭРОА радона: 1 – до 100 Бк/м^3, 2 – от 100 до 200 Бк/м^3, 3 – 200 Бк/м^3 и более (вверху значение годовой суммарной дозы, мЗв/год), 4 – годовая суммарная доза человека, мЗв/год

1. Завершение захоронения всех радиоактивных отходов, образованных при разведке и добыче урана и при разработке других полезных ископаемых с сопутствующей урановой минерализацией, а также необходимых мероприятий по обеспечению радиационной безопасности (проведение периодического мониторинга состояния радиационной безопасности на рудных объектах, завершение покрытия отвалов радиоактивных пород инертным грунтом на ряде объектов и восстановление эродированных частей покрытия для недопущения несанкционированного использования населением каменного материала с рудных отвалов, закрытие нескольких стволов шахт и устьев штолен, сооружение предупреждающих знаков радиационной опасности и восстановление ограждений (на большей части урановых объектов).

2. Завершение реабилитации выявленных участков радиационного загрязнения.

3. Замена устаревшего рентгеновского оборудования.

4. Проведение повторного контроля выявленных превышений нормативов альфа-активности в питьевых водоисточниках (в первую очередь, в поселках с превышением 1,0 Бк/л) и в случае подтверждения сверхнормативных превышений – принятие мер по обеспечению населения питьевой водой нужного качества.

5. Проведение более широкого радиационного обследования питьевых водоисточников, используемых населением (помимо основных, в каждом поселке, изученном при проведенном исследовании) и информирование населения о необходимости использования для питьевых нужд только проверенных водоисточников.

6. Проведение с населением разъяснительной работы о необходимости противорадоновых мероприятий (герметизация жилых и служебных помещений от поступлений радона из-под пола, организация естественной вентиляции подпольного пространства, а в необходимых случаях – оборудование принудительной вентиляции и др.) и

оказание всесторонней помощи в осуществлении этих мероприятий.

7. Проведение широкого контроля выявленных аномальных мгновенных активностей радона в воздухе помещений путем измерений активности радона трековым методом с получением интегральных значений, что позволит уточнить карту дозовых нагрузок от радона по данным среднегодовых значений и послужит выявлению новых районов, в которых будет необходимо провести противорадоновые мероприятия в зависимости от уровня радоноопасности.

8. Разработка рекомендаций и требований для вновь строящихся домов, обеспечивающих активность радона в помещении ниже 100 Бк/м^3, а также разработка и внедрение системы ознакомления с этими рекомендациями и требованиями застройщиков новых жилых домов в сельских населенных пунктах.

Выводы

1. Составление радиоэкологического атласа служит выявлению всех радиационных факторов на территории области, а сам атлас является оперативным эффективным документом для разработки мер по снижению доз облучения и радиационного воздействия на население.

2. В связи с завершением в 2008 г. реабилитационных работ на объектах геологоразведки и добычи урановых руд воздействие этих объектов на окружающую среду и здоровье населения в настоящее время значительно снижено и может оцениваться как фактор невысокого уровня рисков здоровью населения Жамбылской области.

3. Основными факторами риска здоровью населения являются превышение нормативного уровня активности радона в воздухе помещений на ряде площадей, а также выявленная повышенная радиоактивность (в основном, альфа-активность) в водоисточниках, используемых для хозяйственно-питьевых нужд, что свидетельствует о необходимости проведения детальных исследований выявленных по этим критериям радиационноопасных зон и принятия мер по снижению рисков здоровью населения от воздействия ионизирующего излучения от природных и техногенных источников.

4. Наибольшего эффекта снижения радиационного риска можно достичь при внедрении противорадоновой защиты помещений, очистки радиационно загрязненных питьевых водоисточников (или их замены) и уменьшении необоснованного применения неисправной рентгеновской техники.

5. Проведение исследований и выполнение предложенных мер по снижению рисков здоровью населения от облучения является финансово привлекательным с экономической эффективностью по области до $1 млн в год за счет сохранения здоровья населения, проживающего в радоноопасных зонах.

Литература

1. Абдулин, А.А. Геология Казахстана / А.А. Абдулин. – Алматы: Наука, 1981.
2. Петров, Н.Н. Урановые месторождения Казахстана (эндогенные) / Н.Н. Петров. – Алматы, 2000.
3. Каюков, П.Г. Отчет, Изучение радиационной обстановки на территории Республики Казахстан / П.Г.Каюков. – Алматы, 2008.
4. Федоров, Г.В. Отчет, Проведение радиационного мониторинга сельских населенных пунктов/ Г.В. Федоров. – Алматы, 2011.
5. Федоров, Г.В. Отчет. Проведение комплексного радиационного обследования территории с составлением радиоэкологического атласа Казахстана / Г.В. Федоров. – Алматы, 2013.
6. WHO handbook on indo or radon: a public health perspective. – Geneva: World Health Organization, 2009. – 109 p.
7. Севостьянов, В.Н. Проблема радонобезопасности в Казахстане / В.Н. Севостьянов. –Алматы, 2004. – 212 с.
8. Публикация 103 МКРЗ. Рекомендации 2007 г. Международной комиссии по радиационной защите. Труды МКРЗ. – М., 2009.

Г.В. Федоров
E-mail: gvfyodorov@gmail.com

Поступила: 01.10.2014 г.