

А.М. Ганина*, М.М. Бахтин, Е.Т. Кашкинбаев, П.К. Казымбет, Д.С. Ибраева

*«Медицинский университет Астана», Институт радиобиологии и радиационной защиты, Астана, Казахстан
Автор для корреспонденции: anastassiya_smelova@mail.ru

Оценка «нулевого» радиационного фона территорий населенных пунктов Туркестанской области, расположенных вблизи площадки для строительства АЭС Республики Узбекистан

Аннотация. Строительство атомной электростанции в Республике Узбекистан актуализирует меры по радиационной безопасности населения на территории Казахстана. Целью является оценка радиационной обстановки на территории населенных пунктов Туркестанской области, расположенных вблизи зоны воздействия атомной электростанции. Проведены измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, эквивалентной равновесной объемной активности радона и торона в жилых домах, определены суммарные альфа-, бета-активности и удельная активность радионуклидов в образцах воды, почвы и пищевых продуктах. В пробах почвы, отобранных в населенных пунктах Жетысай и Жылы-су, удельная активность ^{232}Th в два раза превышает среднереспубликанское значение. Суммарная альфа-активность проб питьевой воды поселка Жылы-су превышает предельно допустимые концентрации в 1,5 раза. Концентрации искусственных (^{137}Cs , ^{90}Sr) и естественных (^{226}Ra , ^{232}Th) радионуклидов в пищевых продуктах находятся в пределах нормы. Полученные предварительные результаты позволят провести оценку прогнозных доз облучения различных возрастных групп населения, разработать превентивные мероприятия на период эксплуатации атомной электростанции.

Ключевые слова: АЭС, «нулевой фон», радионуклиды, почва, вода, пищевые продукты.

DOI: 10.32523/2616-7034-2022-141-4-54-67

Введение

Мировой опыт в проведении мониторинга территорий, расположенных в непосредственной близости к строящейся атомной электростанции (АЭС), предполагает комплекс природоохранных мер, в том числе и для трансграничных стран.

В связи со строительством АЭС в Республике Узбекистан [1-2], некоторые регионы Казахстана попадают в зону ее влияния, в отношении которых необходимо принять превентивные меры, направленные на предотвращение случаев радиационного облучения, трансграничного поступления радионуклидов с водой и местными продуктами питания и принятие долгосрочных защитных мер.

Следует отметить, что в Республике Беларусь по программе «Мониторинг окружающей среды в зоне строительства Белорусской АЭС» постоянно проводятся научные исследования. Еще на стадии строительства АЭС было оценено радиационно-экологическое состояние воды, воздуха и почвы [3]. В Турции до начала ввода АЭС «Аккую» в эксплуатацию был завершен проект оценки воздействия на окружающую среду, который кроме оценки радиоэкологических и радиобиологических показателей объектов окружающей среды (почва, вода, растения, биота и др.), включал прогнозную оценку радиационного загрязнения и ее влияние на всю деятельность страны [4-5]. На территории Ленинградской АЭС в РФ проведены работы по ранжированию территорий возможных выпадений цезия-137 и йода-131, а также прогнозному расчету годового поступления радиоактивных веществ в окружающую среду [6].

К 3-4-м зонам опасного радиоактивного загрязнения относятся территории шириной 100 км для АЭС с установленной тепловой мощностью до 1000 МВт включительно, и 300 км для АЭС

с установленной тепловой мощностью более 1000 МВт. Согласно требованиям МАГАТЭ и законодательства Республики Казахстан, вокруг объектов атомной энергетики радиационный мониторинг должен включать три основных этапа, первый из которых предэксплуатационный, что предполагает оценку «нулевого» радиационного фона и оценку доз облучения, заболеваемости, полного обеспечения населения, анализ демографической и гигиенической ситуации в регионе [7–8].

Пилотные данные по радиоэкологическому состоянию территории, миграции радионуклидов в почве, воде, пищевых продуктах, растительности и биоте позволят в дальнейшем провести сравнительную оценку с данными, полученными во время эксплуатации АЭС. В этой связи важным являются комплексная оценка радиационной обстановки территорий населенных пунктов Мактааральского, Шардаринского и Жетысайского районов Туркестанской области, расположенных в трансграничных зонах АЭС, а также разработка управленческих мер для безопасности населения еще до начала ее строительства.

Материалы и методы исследования

Приоритетной площадкой для строительства Узбекской АЭС выбрана местность рядом с озером Айдаркуль в Фаришском районе Джизакской области [9].

В этой связи для оценки «нулевого» радиационного фона были выбраны населенные пункты (Жетысай, Шардара, Жылы-су, Мырзакент, Калшораев) Туркестанской области, расположенные на расстоянии 73-126 км от площадки строительства Узбекской АЭС (рисунок 1).

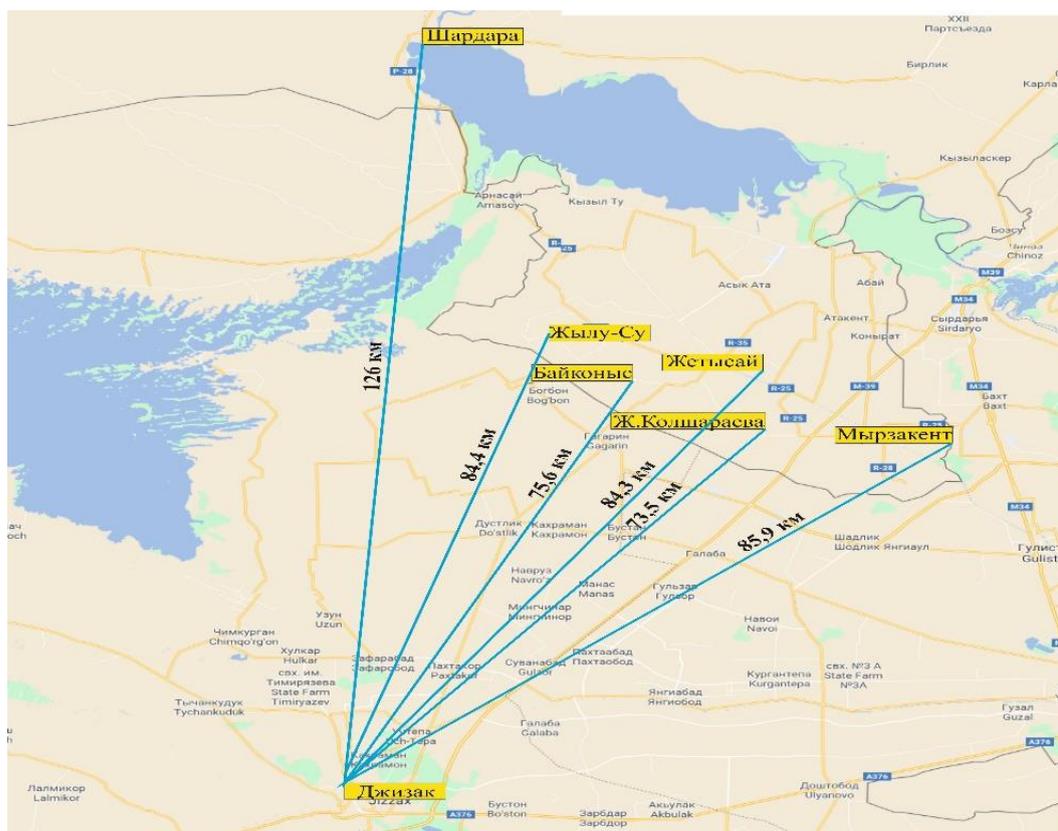


Рисунок 1. Расстояние от Фаришского района Джизакской области (Узбекистан) до населенных пунктов Туркестанской области Республики Казахстан

Пешеходная гамма-съемка местности и измерение ЭРОА района

Пешеходные измерения гамма-фона на фоновых участках, а также на территории населенных пунктов и внутри жилых домов проводили дозиметрами ДКС-96, ДКС-АТ-1123, РКС-01-СОЛО. Радиологические исследования выполняли в соответствии с аттестованными методическими указаниями с использованием приборов и измерительных устройств, которые прошли государственную проверку в 2021 году. Нами также проведено измерение мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) гамма-излучения на расстоянии 1 м от поверхности. Пешеходная гамма-съемка территории проводилась по сети 500x500 м. Для определения координат использовался прибор спутниковой навигации Garmin, позволяющий определять расположение точек в географической системе координат. При обследовании местности производили измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, плотности потока α - и β -частиц.

С помощью воздухозаборного устройства производился отбор аэрозолей альфаизлучающих дочерних продуктов радона и торона. Измерения эквивалентной равновесной объемной активности радона и торона заключались в отборе аэрозолей дочерних продуктов распада радона и торона на аэрозольные фильтры. Захват дисперсной фазы аэрозолей выполнялся фильтрами типа АФА-РСР-20. Регистрация импульсов альфа-частиц от дочерних продуктов, содержащихся на фильтре, осуществлялась с помощью полупроводникового детектора альфа-частиц площадью 20 см².

Рекогносцировочная автомобильная гамма-съемка местности

Данный вид исследования осуществлялся с помощью Передвижной радиологической лаборатории «Гамма Сенсор» для выявления аномальных радиоактивных участков, с установлением спектрального состава загрязнения и автоматической отметкой координатов исследуемой местности.

Отбор проб объектов окружающей среды и пищевых продуктов для лабораторного анализа

Отбор проб почвы производился методом «конверта» с использованием рекомендаций ГОСТ 17.4.3.01-83. «Почвы. Общие требования к отбору проб». Глубина отбора проб составляла от 0 до 10 см.

Отбор проб донных отложений проводился в соответствии с нормативами ГОСТ 17.1.5.01-80. «Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность». Донные отложения отбирали с помощью пробоотборника на трех участках Шардаринского водохранилища, удаленных друг от друга на 20-30 м. Сырая масса пробы донных отложений составляла 2,1 кг. Пробы были высушены и измельчены для дальнейшего проведения радиохимического анализа.

Отбор проб воды осуществлялся согласно ГОСТ 17.1.5.05-85:

«Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» ГОСТ Р 51592-2000. «Вода. Общие требования к отбору проб». Объем каждой пробы составлял 5 литров. Отобранные для определения радионуклидов пробы воды фильтровали, затем выпаривали и сухой остаток озоляли при температуре 350 °С для дальнейшего радиохимического и радиоспектрометрического анализа. Все правила транспортировки и маркировки обязательно соблюдались.

По результатам анкетирования из каждого населенного пункта отбирались наиболее часто потребляемые продукты питания (молоко, мясо, рыба, бахчевые и злаковые культуры) для определения содержания радионуклидов.

Лабораторные радиоспектрометрические и радиохимические методы исследования

Радиохимические и радиоспектрометрические анализы проб проведены в Испытательной лаборатории радиоспектрометрии и радиохимии Института радиобиологии и радиационной защиты НАО «Медицинский университет Астана», которая аккредитована в системе аккредитации РК.

Спектрометрическое детектирование альфа-частиц от счетного образца, представляющего собой стальной диск с электролитически осажденными изотопами тория, производилось с помощью альфа-спектрометра «Прогресс-альфа» с программой «Прогресс-2000».

Определения суммарной альфа-, бета-активности образцов воды и почвы проведены в соответствии с «Методическими рекомендациями по радиационной гигиене», а также «ГОСТ 31864-2012. Вода питьевая. Метод определения суммарной удельной альфа-активности радионуклидов», «СТ РК ИСО 9697-2006 Качество воды». После радиохимической подготовки образцы почвы и воды измеряли три раза при экспозиции 1000 и 2000 секунд соответственно на радиометре «УМФ-2000», затем из среднего значения рассчитывались альфа-/бета-активности проб по формулам.

Измерение удельной активности радионуклидов в пробах почв проводили на спектрометрическом комплексе «Прогресс-БГ» гамма и бета спектрометрическими трактами согласно «Методике измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-, бета-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс», № KZ.07.00.00303-2004».

Статистическая обработка данных включала общепринятые методы, использованы программы Microsoft Excel и Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

По результатам радиологических измерений на территориях населенных пунктов Жетысай, Шардара, Жылы-су, Мырзакент и Калшораев величина мощности амбиентной эквивалентной дозы (МАЭД) гамма-излучения колеблется от 0,07 мкЗв /ч до 0,20 мкЗв/ч.

По данным РГП «Казгидромет» в среднем по Республике Казахстан радиационный гамма-фон составляет 0,13 мкЗв/ч [10-11].

Среднее значение ЭРОА radона в жилых и административных помещениях городов Жетысай, Шардара, Жылы-су, Мырзакент и Калшораев колеблется от 5 до 12 Бк/м³, при нормальных значениях равных 200 Бк/м³ (рисунок 2).

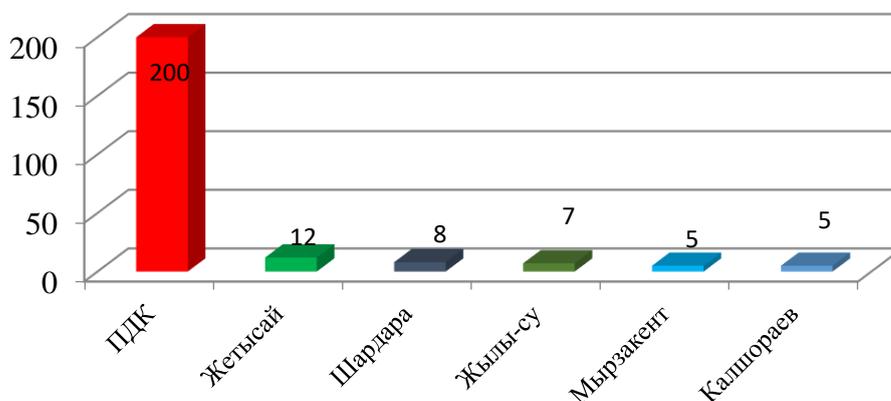


Рисунок 2. Результаты измерений ЭРОА радона в жилых помещениях населенных пунктов Жетысай, Шардара, Жылы-су, Мырзакент, Калшораев, Бк/м³

По результатам автомобильной гамма-съемки мощность дозы гамма-излучения на территории населенных пунктов Жетысай, Шардара, Жылы-су, Мырзакент, Калшораев находится в пределах нормы – 0,10-0,18 мкЗв/час (рисунок 3).

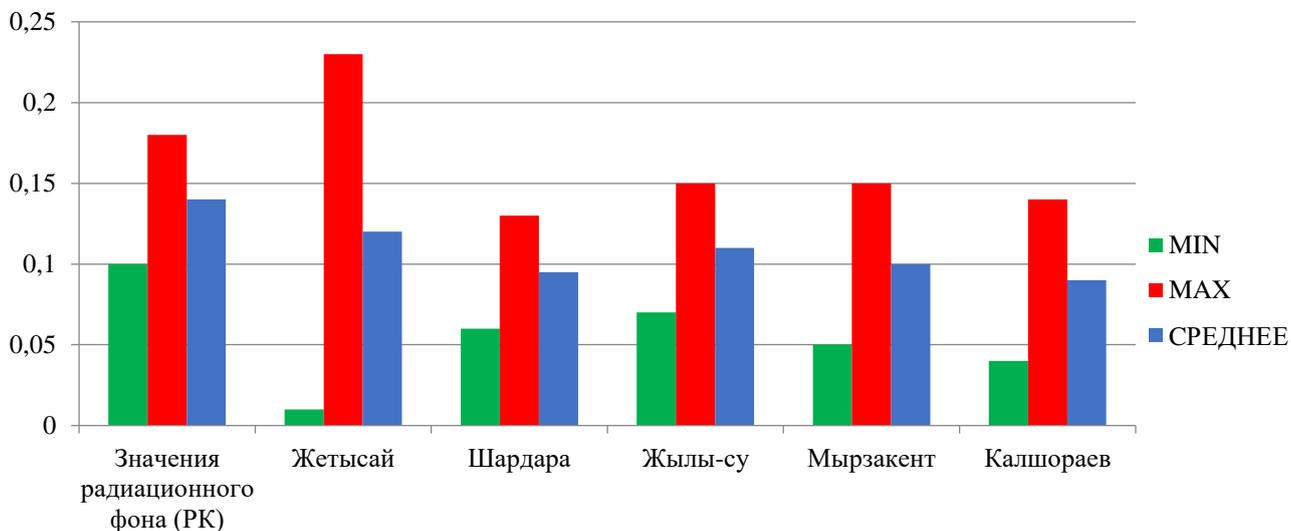


Рисунок 3. Результаты авто-гамма съемки, мкЗв/ч

Выброс техногенных радионуклидов техногенного происхождения при эксплуатации АЭС в штатном режиме может способствовать их накоплению в одной из трофических цепей, что вносит вклад в дозовую нагрузку населения. Продукты, потребляемые на данной территории (растительного происхождения и мясо-молочная продукция), являются одним путей поступления радионуклидов в организм человека [12]. Немаловажным фактором является изучение возможности миграции радионуклидов по различным цепям. Особое внимание в исследованиях районов размещения АЭС уделяется миграции ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, ¹³¹I [13]. Использование полученных данных по миграции радионуклидов позволит моделировать радиационную ситуацию на исследуемой территории Туркестанской области на различных стадиях строительства и эксплуатации АЭС.

В пробах почвы, отобранных на территории населенных пунктов Шардара, Мырзакент, Калшораев, удельная активность ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr находится в пределах глобального выпадения. Показано, что в отдельных регионах страны загрязнение ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr превышает фон глобальных выпадений, который для средних широт северного полушария равен соответственно 100-150 мКи/км² и 50-70 мКи/км² [14-15]. Концентрация естественных радионуклидов (²²⁶Ra, ⁴⁰K, ²³²Th) в образцах почвы находится в пределах среднереспубликанского значения (таблица 1).

Таблица 1

Удельная активность радионуклидов в почве населенных пунктов (Бк/кг)

№	Радионуклиды	Среднереспуб- ликанские значения	Населенный пункт				
			Жетысай	Шардара	Жылы-су	Мырзакент	Калшораев
1	¹³⁷ Cs	35	24,3±16,3	10,2±8,8	33,6±13,3	14,3±13,3	18,3±14,6
2	²²⁶ Ra	35	29,4±22,0	22,7±15,4	21,8±17,7	21,5±18,7	18,9±13,9

3	²³² Th	60	115,2±33,2	50,5±22,6	114,3±33,5	60,03±27,1	100,46±32,0
4	⁴⁰ K	300	302,1±227,2	310,1±200,0	307,1±227,1	310,1±200,0	302,6±198,6

В пробах почвы, отобранных в населённых пунктах Жетысай и Жылы-су, удельная активность тория-232 в два раза превышает среднереспубликанское значение. Данное превышение, возможно, связано с близким расположением территории к ураноносным месторождениям. Ураново-рудные провинции Чу-Сарысу и Сырдарья расположены в осадочных бассейнах краевой части Туранской плиты и содержат крупные прослоя-инфильтрационные залежи урана [16-17].

Суммарная удельная активность альфа-излучающих радионуклидов в пробах почв, отобранных из населенных пунктов, колеблется от 510,1 Бк/кг до 836,4 Бк/кг. Полученные значения находятся в пределах нормы (таблица 2).

Таблица 2

Суммарная удельная активность альфа-излучающих радионуклидов в пробах почвы (Бк/кг)

№	Населенный пункт	Суммарная удельная активность альфа-излучающих радионуклидов, Бк/кг
среднее значение проб из 10 точек		
1.	Жетысай	836,4± 126,4
2.	Шардара	510,1±122,8
3.	Жылы-су	730,1±139,7
4.	Мырзакент	607,1±133,3
5.	Калшораев	641,7±122,6

Следующей важной задачей является анализ образцов водных экосистем, расположенных в приграничных районах строительства АЭС. Озеро Тузкан (выбранная приоритетная площадка для строительства атомной электростанции) в Джизакской области Республики Узбекистан расположено примерно в 40 км от Туркестанской области, самого густонаселенного региона Казахстана. Рядом находится Шардаринское водохранилище – источник питьевой воды для всего города, водохранилище стратегического значения, расположенное на трансграничной реке Сырдарья, самой длинной в Центральной Азии и имеющей ключевое значение для южных областей Казахстана и Туркестанской области.

Шардаринское водохранилище емкостью 5,2 млрд/м³ введено в эксплуатацию в 1967 году, питается из реки Сырдарья и имеет важное значение для территорий Туркестанской области [17-18].

В пробе питьевой воды из населенного пункта Жылы-су обнаружено превышение значения суммарной удельной α , β активности в 1,5 раза по сравнению с допустимым уровнем вмешательства для питьевой воды (таблица 3).

Таблица 3

Значения суммарной удельной α , β активности проб воды (Бк/ дм³)

№	Место отбора, населенный пункт	Географические координаты	α - активность, (Бк/ дм ³)	β -активность, (Бк/ дм ³)
1	Жылы-су колонка (питьевая вода)	N 40.4134271 E 68.292789	0,30	0,27
2	Шардара колонка (питьевая вода)	N 41.257650 E 67.942733	0,04	0,15
3	Калшораев колонка (питьевая вода)	N 41.257650 E 67.942733	0,20	0,19
Уровень вмешательства (УВ) для питьевой воды [19].			0,20	1,0
4	Шардара, Шардаринское водохранилище	N 41.249764 E 68.017765	0,18	0,27
5	Жетысай, открытый водоем	N 40.4741642 E 68.1914007	0,42	0,01
6	Жетысай, открытый водоем	N 40.464468 E 68.2012736	0,09	0,04
7	Калшораев, открытый водоем	N 40.4134271 E 68.1738939	0,26	0,05
8	Мырзакент, открытый водоем	N 40.403223 E 68.35246	0,52	0,07

Пути миграции радионуклидов в организм человека разнообразны. Их значительная доля поступает по пищевой цепи «почва- растения- с/х животные- продукция животноводства- человек». Из анализа литературных данных основными источником радионуклидов для организма человека являются продукты животноводства. Так, с молоком может поступать 70-80 % ¹³¹I, с хлебными, мясными и молочными продуктами – 70-80 % цезия и 60-70 % радионуклидов стронция. Способны накапливать и поставлять радиоактивные вещества в человеческий организм обитатели пресных водоемов, а также лесных биогеоценозов [20].

Во многих исследованиях выявление радиационно-гигиенических параметров основных потребляемых продуктов на исследуемой территории также является одной из составляющих полного комплекса радиационного мониторинга территории, находящейся в непосредственной близости к АЭС. Исследование «нулевого фона» вокруг Белорусской АЭС включало исследование загрязненности радионуклидами объектов окружающей среды (почва, питьевая вода) и гигиенических параметров, необходимых для оценки доз облучения (потребление пищевых продуктов местным населением) [21].

Изученные нами результаты анкетирования показали, что частоупотребляемыми продуктами питания для различных групп населения являются мясо-молочная продукция, зерновые культуры, картофель, в летнее время - бахчевая продукция.

Радионуклиды, содержащиеся в продукции животноводства, находятся в прямой зависимости от содержания их в растениях и почвах, таким образом, для составления прогноза вероятного поступления радионуклидов в рационы животных необходимо располагать количественными характеристиками, связывающими концентрацию радионуклидов в почвах,

кормах и продукции животноводства [22]. Нами определены удельная активность искусственного радионуклида ^{137}Cs в пищевых продуктах выбранных территорий Туркестанской области (Рисунок 3).

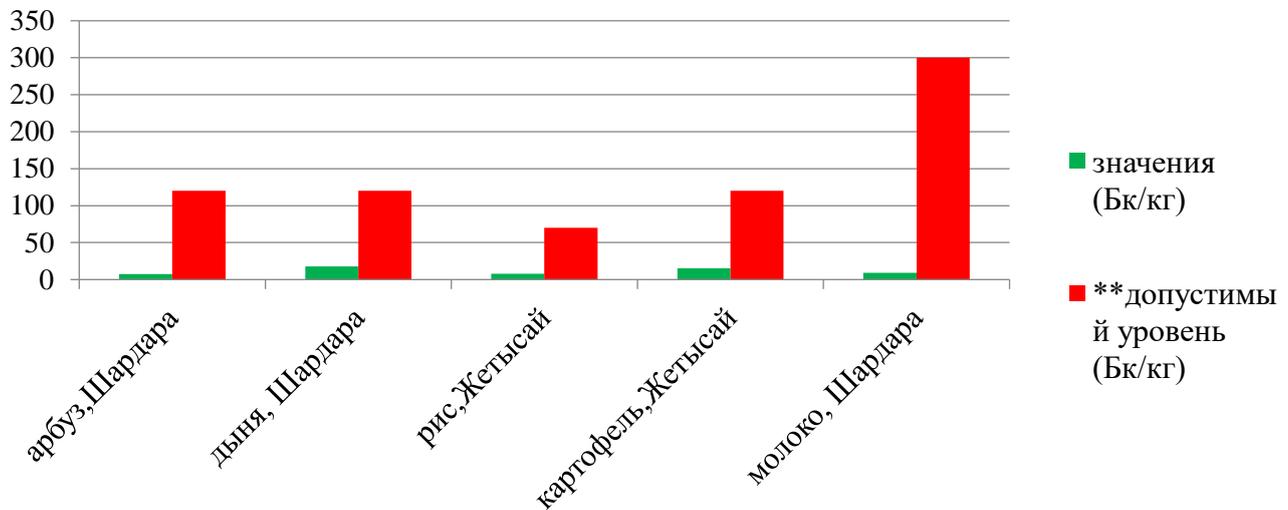


Рисунок 3. Удельная активность ^{137}Cs в пищевых продуктах, Бк/кг

**Об утверждении санитарных правил и норм «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов в Республике Казахстан» (№ 447 от 11 июня 2003 года).

Как показано на рисунке 3, в пищевых продуктах удельная активность ^{137}Cs не превышает допустимого уровня. В таблице 4 представлены результаты по содержанию естественных радионуклидов в пищевых продуктах на выбранных территориях (таблица 4).

Таблица 4

Удельная активность ^{232}Th , ^{226}Ra в пищевых продуктах, Бк/кг

№	Пищевые продукты/населенный пункт	^{232}Th	^{226}Ra
1	Арбуз/ Шардара	76,3±28,8	4,3±16,7
	Референсные значения по *UNSCEAR 2000 [23]	500	3000
2	Дыня/Шардара	122,6±31,4	9,9±4,1
	Референсные значения по * UNSCEAR 2000 [23]	500	3000
3	Рис/Жетысай	92,6±33,2	4,4±2,5
4	Рис/ Узбекистан	101,2±35,1	10,6±2,3
	Референсные значения по * UNSCEAR 2000 [23]	300	8000

5	Картофель, Жетысай	64,46±17,1	12,43±4,2
	Референсные значения по * UNSCEAR 2000 [23]	500	3000
6	Молоко, Шардара	29,6±7,1	3,2±1,9
	Референсные значения по * UNSCEAR 2000 [23]	300	5000

* UNSCEAR 2000

Как видно из приведенных данных, удельная активность радионуклидов в пищевых продуктах находится в пределах референсных значений.

Выводы

Проведены комплексные исследования по оценке «нулевого» радиационного фона территорий населенных пунктов Туркестанской области, расположенных вблизи площадки для строительства Узбекской АЭС. Полученные данные показали, что в образцах почвы, отобранных из населенных пунктов Жетысай и Жылы-су, удельная активность тория-232 превышает до 2 раз среднереспубликанское значение. В образцах питьевой воды поселка Жылы-су зафиксировано превышение значения суммарной удельной α , β активности в 1,5 раза по сравнению с уровнем вмешательства для питьевой воды.

Полученные данные позволили установить средние значения искусственных и естественных радионуклидов в объектах окружающей среды (почва, вода) и пищевых продуктах.

По итогам проведенного исследования для первого этапа мониторинга выявлен перечень объектов окружающей среды и разработана анкета для проведения «пилотного» анализа потребления населением продуктов местного происхождения и образа жизни местного населения. Рекомендованный нами перечень продуктов для ежегодного мониторинга включает рыбу, злаковые культуры (рис, пшено), корнеплоды и бахчевые культуры (летний период). Мясо-молочную продукцию необходимо мониторить чаще (2-3 раза в год).

Результаты данного пилотного исследования будут использоваться в сравнительной оценке радионуклидных выбросов и оценке степени их влияния на окружающую среду, человека, биоту при работе АЭС и в дальнейшем при выводе ее из эксплуатации. На этапе определения нулевого фона значимым является определение техногенных радионуклидов, на этапе эксплуатации АЭС – техногенных и радионуклидов природного происхождения.

Данное пилотное исследование является частью комплексного мониторинга, проводимого на исследуемой территории как минимум один раз в год в предэксплуатационный и эксплуатационные периоды для АЭС, что в дальнейшем послужит основой для управленческих решений и природоохранных мероприятий (мониторинга) для безопасности населения, проживающего вблизи АЭС.

Обоснование и расширение перечня контролируемых радионуклидов требует дальнейшего изучения, с возможностью оценки степени их миграции и уровня загрязнения основной потребляемой продукции (рыба, мясо-молочная продукция), а также с вовлечением в исследование объектов флоры и фауны, биоты открытых водных источников.

Список литературы

1. Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring: Safety Reports Series № 64. – Vienna: IAEA, 2010. – 248 p.
2. Thorne M. Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor: Emergency Preparedness and Response Report. Journal of Radiological Protection. – 2013. – Vol. 33. – P. 709-710.
3. Министерство энергетики Республики Беларусь/групп «Белнипиэнергопром»//ГУ«Дирекция строительства атомной электростанции». Краткая информация об оценке воздействия на окружающую среду при строительстве и эксплуатации атомной электростанции в Республике Беларусь. – Минск, 2013. – 20-25 с.
4. Baltas H., Kiris E., Ustabas I., Yilmaz E., Sirin M., Kuloglu E., Gunes, B.E. Determination of natural radioactivity levels of some concretes and mineral admixtures in Turkey. Asian Journal of Chemistry. – 2014. – Vol. 26(13). – P. 3946-3952. DOI: <https://doi.org/10.14233/ajchem.2014.16045>.
5. Durusoy A., Yildirim M. Determination of radioactivity concentrations in soil samples and dose assessment for Rize Province, Turkey// Journal of Radiation Research and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 10. – P. 348-352.
6. Ленинградская АЭС-2. № 1.2. Охрана окружающей среды. Материалы по оценке воздействия на окружающую среду. Том 1, книги 1.2.3. – Санкт-Петербург, 2013. – 67-68 с.
7. Environmental and Source Monitoring for Purpose of Radiation Protection: IAEA Safety Standards: Safety Guide RS-G-1.8. – Vienna: IAEA, 2005. – 136 p.
8. Закон Республики Казахстан от 23 апреля 1998 года № 219-І. О радиационной безопасности населения (с изменениями и дополнениями по состоянию на 11.04.2019 г).
9. Постановление Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2019 года № ПП-4165 «Об утверждении Концепции развития атомной энергетики в Республике Узбекистан на период 2019-2029 годов».
10. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2015 год. Министерство энергетики Республики Казахстан. РГП «Казгидромет», Департамент экологического мониторинга. – Астана, 2015. – 356 с.
11. Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности: гигиенические нормативы Республики Казахстан от 27 февраля 2015 года № 155.
12. Lee U., Lee C., Kim M., Kim H.R. Analysis of the influence of nuclear facilities on environmental radiation by monitoring the highest nuclear power plant density region //Nuclear Engineering and Technology. – 2019. – Vol. 51. – P. 1626-1632.
13. Linge I.I., Kryshev I.I. Radioekologicheskaya obstanovka v regionakh raspolozheniya predpriyatiy Rosatoma. – Moscow: SAM polygraphist Publ., 2015. – 296 p.
14. Сырмятников Н.Г. Экологическая значимость содержаний естественных радионуклидов в подземных водах на участках рудных месторождений и населенных пунктов Казахстана// Геология Казахстана. – 2001. – №1. – С. 73-79.
15. Ахметов М.А., Коновалов В.Е., Птицкая Л.Д., Синяев В.А. Современное состояние экосистемы на испытательной площадке "Дегелен" бывшего СИП. // Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях: Труды Международной конференции (24-26 апреля). – Москва, 2000. – С. 477-483.
16. Беркинбаев Г.Д., Федоров Г.В., Бенсман В.А. Радиоэкологическая обстановка в ураноносных регионах юга Казахстана// Радиоэкология Казахстана. – 2008. – № 1. – С. 1-2.
17. Solodukhin V.P., Poznyak V.L., Kazachevskiy I.V., Knyazev B.B., Lukashenko S.N., Khazhekber S. Some Peculiarities of Pollution by Radionuclides and Toxic Elements of Syrdarya River Basin (Kazakhstan). 7th International Conference on Nuclear Analytical Methods in the Life Sciences. – Antalya, 2002. – P. 128.

18. Кадыржанов К.К., Солодухин В.П., Позняк В.Л., Лукашенко С.Н., Казачевский И.В., Князев Б.Б. Международный Проект "Навруз" – первые результаты //Ядерная и радиационная физика. – 2001. – № 3. – С. 164-172.

19. Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к водоемосточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов" от 16 марта 2015 года № 209. Астана.

20. Strand P., Ratnikov A., Firsakova S. Time dependent changes in mobility of radionuclides in soil-water-plant systems //Environmental impact of radioactive releases. Proceedings of an international symposium. – 1995.

21. Николаенко Е.В. Анализ основных аспектов организации радиационно-гигиенического мониторинга на этапе строительства Белорусской АЭС// Здоровье и окружающая среда. – 2015. – Т. 1. – №25. – С. 71-73.

22. Shutov V.N., Bruk G.J., Kaduka M.V. Dynamics of radioactive contamination of natural food products after the accident at the Chernobyl NPP. ZNiSO [ZNiSO]. – 2003. – №4. – P. 9-12.

23. Sources and effects of ionizing radiation/UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes/ VOLUM 1: SOURSES. UNITED NATIONS. – New York, 2000. – P. 115.

А.М. Ганина, М.М. Бахтин, Е.Т. Кашкинбаев, П.Қ. Қазымбет, Д.С. Ибраева
*«Астана медицина университеті» ҚЕАК, Радиобиология және радиациялық қорғау институты,
Астана, Қазақстан*

Өзбекстан Республикасындағы атом электр станциясын салу учаскесіне жақын орналасқан Түркістан облысының елді мекендері аумақтарының «нөлдік» радиациялық фонын бағалау

Аңдатпа. Өзбекстан Республикасындағы атом электр станциясының құрылысы Қазақстан халқы мен аумақтарының радиациялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету шараларын өзекті етеді. Зерттеудің мақсаты – атом электр станциясының әсер ету аймағына жақын орналасқан Түркістан облысының елді мекендеріндегі радиациялық жағдайды бағалау. Тұрғын үйлердегі радон мен торонның тепе-теңдік көлемдік белсенділігіне эквивалентті гамма-сәулеленудің қоршаған ортадағы баламалы дозасының жылдамдығын, жалпы альфа және бета белсенділігін және су мен топырақ үлгілеріндегі, тамақ өнімдерінде радионуклидтердің үлестік белсенділігін өлшеу жүргізілді. анықталды. Жетісай және Жылы-су ауылдарынан алынған топырақ үлгілерінде ^{232}Th үлестік белсенділік республикалық көрсеткіштен 2 есе жоғары. Жылы-су ауылынан алынған ауыз су сынамаларының жалпы альфа-белсенділігі шекті рұқсат етілген концентрациядан 1,5 есе жоғары. Азық-түліктегі жасанды (^{137}Cs , ^{90}Sr) және табиғи радионуклидтердің (^{226}Ra , ^{232}Th) концентрациясы қалыпты шектерде. Алынған зерттеулердің алдын ала нәтижелері халықтың әртүрлі жас топтары үшін болжамды сәулелену дозаларын бағалауға және атом электр станциясын пайдалану кезінде алдын алу шараларын әзірлеуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: АЭС, «нөлдік фон», радионуклидтер, топырақ, су, тамақ өнімдері.

A.M. Ganina, M.M. Bakhtin, E.T. Kashkinbaev, P.K. Kazymbet, D.S. Ibrayeva
Astana Medical University, Institute of Radiobiology and Radiation Protection, Astana, Kazakhstan

Assessment of the "zero" radiation background of the territories of the settlements of the Turkestan region, located near the site for the construction of a nuclear power plant in the Republic of Uzbekistan

Abstract. The construction of a nuclear power plant in the Republic of Uzbekistan actualizes measures for the radiation safety of the population and territories of Kazakhstan. The aim of the study was to assess the radiation situation in the settlements of the Turkestan region located near the impact zone of the nuclear power plant. The investigation includes measurements of ambient equivalent dose rates of gamma radiation, equivalent to the equilibrium volumetric activity of radon and thoron in residential buildings, establishing the total alpha and beta activities, and measuring the specific activity of radionuclides in water soil and food samples. In soil samples taken from the villages of Zhetysay and Zhyly-su, the specific activity of ^{232}Th is 2 times higher than the national average. The total alpha activity of drinking water samples from the village of Zhyly-su is 1,5 times higher than the maximum permissible concentration. The concentration of artificial (^{137}Cs , ^{90}Sr) and natural radionuclides (^{226}Ra , ^{232}Th) in food is within the normal range. Obtaining preliminary results of the research will make it possible to assess the predicted radiation doses for various age groups of the population, and to develop preventive measures during the operation of a nuclear power plant.

Keywords: nuclear power plant, "zero background", radionuclides, soil, water, food products.

References

1. Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring: Safety Reports Series № 64 (Vienna: IAEA, 2010, 248 p.).
2. Thorne M. Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor: Emergency Preparedness and Response Report. *Journal of Radiological Protection*, 33, 709-710 (2013).
3. Ministerstvo energetiki Respubliki Belarus'/rup «Belniplerienergoprom» GU«Direkciya stroitel'stva atomnoj elektrostancii». *Kratkaya informaciya ob ocenke vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu pri stroitel'stve i ekspluatacii atomnoj elektrostancii v Respublike Belarus'* [Ministry of Energy of the Republic of Belarus/rue "Belniplerienergoprom". GU "Directorate of construction of a nuclear power plant". Brief information on the environmental impact assessment during the construction and operation of a nuclear power plant in the Republic of Belarus] (Minsk, 2013, 20-25 s.). [in Russian]
4. Baltas H., Kiris E., Ustabas I., Yilmaz E., Sirin M., Kuloglu E., Gunes, B.E. Determination of natural radioactivity levels of some concretes and mineral admixtures in Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 26(13), 3946-3952 (2014). DOI: <https://doi.org/10.14233/ajchem.2014.16045>.
5. Durusoy A., Yildirim M. Determination of radioactivity concentrations in soil samples and dose assessment for Rize Province, Turkey, *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 10, 348-352 (2017).
6. Leningradskaya AES-2. № 1.2. Ohrana okruzhayushchej sredy. Materialy po ocenke vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu. Tom 1, knigi 1.2.3. [Environmental protection. Environmental impact assessment materials. Volume 1, books 1.2.3.] (Sankt-Peterburg, 2013, 67-68 s.) [St. Petersburg, 2013, 67-68 p.]. [in Russian]

7. Environmental and Source Monitoring for Purpose of Radiation Protection: IAEA Safety Standards: Safety Guide RS-G-1.8. (Vienna: IAEA, 2005, 136 p.).
8. Zakon Respubliki Kazahstan ot 23 aprelya 1998 goda № 219-I. O radiacionnoj bezopasnosti naseleniya (s izmeneniyami i dopolneniyami po sostoyaniyu na 11.04.2019 g) [Law of the Republic of Kazakhstan dated April 23, 1998 No. 219-I. On radiation safety of the population (as amended and supplemented as of April 11, 2019)]. [in Russian]
9. Postanovlenie Prezidenta Respubliki Uzbekistan ot 7 fevralya 2019 goda № PP-4165 «Ob utverzhenii Koncepcii razvitiya atomnoj energetiki v Respublike Uzbekistan na period 2019-2029 godov» [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated February 7, 2019 No. PP-4165 "On approval of the Concept for the development of nuclear energy in the Republic of Uzbekistan for the period 2019-2029"]. [in Russian]
10. Informacionnyj byulleten' o sostoyanii okruzhayushchej sredy Respubliki Kazahstan za 2015 god. Ministerstvo energetiki Respubliki Kazahstan. RGP «Kazgidromet», Departament ekologicheskogo monitoringa [Information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan for 2015. Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. RSE "Kazgidromet", Department of Environmental Monitoring] (Astana, 2015, 356 s.). [in Russian]
11. Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k obespecheniyu radiacionnoj bezopasnosti: gigienicheskie normativy Respubliki Kazahstan ot 27 fevralya 2015 goda № 155 [Sanitary and epidemiological requirements for ensuring radiation safety: hygienic standards of the Republic of Kazakhstan dated February 27, 2015 No. 155]. [in Russian]
12. Lee U., Lee C., Kim M., Kim H.R. Analysis of the influence of nuclear facilities on environmental radiation by monitoring the highest nuclear power plant density region, Nuclear Engineering and Technology, 51, 1626-1632 (2019).
13. Linge I.I., Kryshev I.I. Radioekologicheskaya obstanovka v regionakh raspolozheniya predpriyatij Rosatoma (Moscow: SAM polygraphist Publ., 2015, 296 p.).
14. Syromyatnikov N.G. Ekologicheskaya znachimost' sodержanij estestvennyh radionuklidov v podzemnyh vodah na uchastkah rudnyh mestorozhdenij i naseleennyh punktov Kazahstana, Geologiya Kazahstana [Ecological significance of the content of natural radionuclides in groundwater at sites of ore deposits and settlements in Kazakhstan, Geology of Kazakhstan], 1, 73-79 (2001). [in Russian]
15. Ahmetov M.A., Konovalov V.E., Ptickaya L.D., Sinyaev V.A. Sovremennoe sostoyanie ekosistemy na ispytatel'noj ploshchadke "Degelen" byvshego SIP. Radioaktivnost' pri yadernyh vzryvah i avariayah: Trudy Mezhdunarodnoj konferencii (24-26 aprelya), Moskva [The current state of the ecosystem at the test site "Degelen" of the former SIP. Radioactivity in nuclear explosions and accidents: Proceedings of the International Conference (April 24-26), Moscow], 477-483 (2000). [in Russian]
16. Berkinbaev G.D., Fedorov G.V., Bensman V.A. Radioekologicheskaya obstanovka v uranonosnyh regionah yuga Kazahstana, Radioekologiya Kazahstana [Radioecological situation in the uranium-bearing regions of the south of Kazakhstan, Radioecology of Kazakhstan], 1, 1-2 (2008). [in Russian]
17. Solodukhin V.P., Poznyak V.L., Kazachevskiy I.V., Knyazev B.B., Lukashenko S.N., Khazhekber S. Some Peculiarities of Pollution by Radionuclides and Toxic Elements of Syrdarya River Basin (Kazakhstan). 7th International Conference on Nuclear Analytical Methods in the Life Sciences, Antalya, 128 (2002).
18. Kadyrzhanov K.K., Solodukhin V.P., Poznyak V.L., Lukashenko S.N., Kazachevskiy I.V., Knyazev B.B. Mezhdunarodnyj Proekt "Navruz" – pervye rezul'taty. YAdernaya i radiacionnaya fizika [International Project "Navruz" - first results. Nuclear and radiation physics], 3, 164-172 (2001). [in Russian]

19. Ob utverzhdenii Sanitarnykh pravil "Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k vodoistochnikam, mestam vodozabora dlya hozyajstvenno-pit'evykh celej, hozyajstvenno-pit'evomu vodosnabzheniyu i mestam kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya i bezopasnosti vodnyh ob"ektov" ot 16 marta 2015 goda № 209. Astana [On approval of the Sanitary Rules "Sanitary and epidemiological requirements for water sources, places of water intake for domestic and drinking purposes, domestic and drinking water supply and places of cultural and domestic water use and safety of water bodies" dated March 16, 2015. No. 209. Astana]. [in Russian]

20. Strand P., Ratnikov A., Firsakova S. Time dependent changes in mobility of radionuclides in soil-water-plant systems. Environmental impact of radioactive releases. Proceedings of an international symposium, 1995.

21. Nikolaenko E.V. Analiz osnovnykh aspektov organizacii radiacionno-gigienicheskogo monitoringa na etape stroitel'stva Belorusskoj AES, Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda [Analysis of the main aspects of the organization of radiation and hygienic monitoring at the stage of construction of the Belarusian NPP, Health and environment], 1(25), 71-73 (2015).

22. Shutov V.N., Bruk G.J., Kaduka M.V. Dynamics of radioactive contamination of natural food products after the accident at the Chernobyl NPP. ZNiSO [ZNiSO], 4, 9-12 (2003). [in Russian]

23. Sources and effects of ionizing radiation/UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. VOLUM 1: SOURSES. UNITED NATIONS (New York, 2000, 115 p.).

Сведения об авторах:

Ганина А.М. – докторант 2 года обучения по специальности «Биология», НАО «Медицинский университет Астана», Институт радиобиологии и радиационной защиты, Бейбитшилик, 49/А, Астана, Казахстан.

Бахтин М.М. – д.б.н., профессор, заместитель директора Института радиобиологии и радиационной защиты, НАО «Медицинский университет Астана», Бейбитшилик, 49/А, Астана, Казахстан.

Кашкинбаев Е.Т. – PhD, главный специалист Института радиобиологии и радиационной защиты, НАО «Медицинский университет Астана», Бейбитшилик, 49/А, Астана, Казахстан.

Казымбет П.К. – д.м.н., профессор, Директор Института радиобиологии и радиационной защиты, НАО «Медицинский университет Астана», Бейбитшилик, 49/А, Астана, Казахстан.

Ибраева Д.С. – ведущий научный сотрудник Института радиобиологии и радиационной защиты НАО «Медицинский университет Астана», Бейбитшилик, 49/А, Астана, Казахстан.

Ganina A.M. – The 2nd year doctoral student in Biology, Astana Medical University, Institute of Radiobiology and Radiation Protection, 49/A Beibitshilik str., Astana, Kazakhstan.

Bakhtin M.M. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director of the Institute of Radiobiology and Radiation Protection, Astana Medical University, 49/A Beibitshilik str., Astana, Kazakhstan.

Kashkinbaev E.T. – Ph.D., Chief Specialist of the Institute of Radiobiology and Radiation Protection, Astana Medical University, 49/A Beibitshilik str., Astana, Kazakhstan.

Kazymbet P.K. – Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Institute of Radiobiology and Radiation Protection, Astana Medical University, 49/A Beibitshilik str., Astana, Kazakhstan.

Ibraeva D.S. – Leading Researcher of the Institute of Radiobiology and Radiation Protection, Astana Medical University, 49/A Beibitshilik str., Astana, Kazakhstan.