

ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ПОЙМЕ РЕКИ ТЕЧА В 2012 г.

В.М. Кузнецов¹, М.С. Хвостова¹, С.П. Колотухин²,
В.А. Москаленко^{3*}

¹ Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН,

² Лаборатория радиационного контроля ФГУ «Центр промышленной безопасности»,

³ Городской центр экспертиз, Санкт-Петербург, Россия

* Эл. почта: risk@gce.ru

Статья поступила в редакцию 28.09.2012; принята к печати 14.11.2012

Представлены результаты проведенного в апреле – мае 2012 г. радиоэкологического обследования части поймы реки Теча (Челябинская область), загрязненной радионуклидами в 1949-1956 гг. в результате деятельности ПО «Маяк». Источник радиоактивных загрязнений находится в верховье реки Теча, другие источники поступления радионуклидов в реку (до поселка Русская Теча) не выявлены. Радиационную обстановку в пойме Течи определяют долгоживущие радионуклиды: в воде – ⁹⁰Sr, в почве и иловых осадках – ¹³⁷Cs. По мере удаления от затопляемых зон поймы реки Теча уровень радиационного загрязнения быстро снижается до средних величин по Челябинской области. Загрязнение Течи постепенно снижается вдоль по течению. Асановские болота являются естественными аккумуляторами радиационных загрязнений. Из-за слабой проточности болот их вода имеет на порядок большую удельную активность по ⁹⁰Sr, чем вода реки Теча. Мощность экспозиционной дозы внешнего гамма-излучения на поверхности почвы ближе 10-20 м от реки превышает установленные санитарными нормами значения (0,3 мкЗв/ч) по всему течению и быстро снижается по мере удаления от реки до величин, характерных для Челябинской области. Содержание изотопа ⁹⁰Sr во всех пробах воды превышает уровень вмешательства установленный нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009 (приложение 2) – 4,9 Бк/л, что исключает использование воды Течи в хозяйственных целях.

Ключевые слова: река Теча, радиационное загрязнение, радиоактивные отходы, мощность экспозиционной дозы, мощность потока бета-излучения, удельная активность.

RADIOLOGICAL CONDITIONS WITHIN THE RIVER TECHA FLOODPLAIN IN 2012

V.M. Kuznetsov¹, M.S. Khvostova¹, S.P. Kolotukhin², V.A. Moskalenko^{3*}

¹ S.I. Vavilov Institute of the History of Natural Sciences of the Russian Academy of Sciences,

² Laboratory of Radiation Control of the Center of Industrial Safety, and

³ Municipal Center for Expert Assessments, Saint-Petersburg, Russia

* E-mail: risk@gce.ru

A radiological examination of the part of the floodplain of the river Techa (Chelyabinsk Oblast) contaminated with radionuclide in 1949-1956 by "Mayak" Production Association was carried out in April-May 2012. The source of radioactive contamination was located to Techa riverhead. Other sources downflow till Russkaya Techa township were not detected. Radiation conditions in Techa floodplain are determined by long-living radionuclides, ⁹⁰Sr in water and ¹³⁷Cs in soil and sludge sediments. At greater distances from areas flooded by Techa, radiocontamination levels decrease down to mean levels typical of Chelyabinsk Oblast. Radiocontamination decreases down river flow. Wetlands water, such as in Asanovskiy marches, compared with flow waters of Techa, feature higher specific activity of ⁹⁰Sr, which is accumulated because of low flowage. Exposure rate of external gamma-radiation at soil surface closer than 10-20 m to the river exceeds sanitary norms (0.3 mSv/h) along the whole stretch studied and rapidly decreases to mean values typical of Chelyabinsk Oblast with increasing distance from Techa. ⁹⁰Sr in all water samples is above the threshold level for intervention according to radiation safety normatives (4.9 Bq/L), making Techa water not allowed for domestic and industrial use.

Keywords: the river Techa, radiocontamination, radioactive waste, exposure rate, beta-radiation flow rate, specific radioactivity.

Введение

Река Теча (рис. 1) вытекает из озера Иртяш (Каслинский район Челябинской области) и, протекая в восточном и северо-восточном направлении 243 км, впадает в реку Исеть как ее правый приток. Исеть относится к водной системе реки Оби. Основные притоки реки Теча: реки Мишеляк и Зюзелга.

По особенностям строения долины и русла реки в пределах Челябинской области реку Теча можно разделить на два участка.

Первый участок: исток в районе села Муслюмово. Его длина составляет 81 км. Пойма двухсторонняя, преобладающая ширина поймы 2,0–2,5 км, в сужениях 0,4–0,8 км, в конце участка до 150–120 м, наибольшая до 3,5 км в районе устья реки Мишеляк. Поверхность поймы заболоченная, кочковатая. Пойма затопляется ежегодно во время половодья слоем 0,2–1,0 м и до 2 м в высокое половодье. Река выходит из болот у села Муслюмово. Глубина реки на перекалах 0,3–0,8 м, скорость течения 0,1–0,4 м/с.



Рис. 1. Местоположение реки Теча.

Второй участок: от села Муслумово до села Нижнепетропавловское. Его длина составляет 60 км. Пойма двухсторонняя, асимметричная, ширина в среднем 300–400 м, с колебаниями от 30–35 м у села Муслумово до 700 м у села Нижнепетропавловское. Затапливается пойма на всем протяжении при обычных половодьях на глубину 0,5–2,5 м. Глубина на перекатах 0,4–0,6 м. Скорость течения на перекатах до 1,2 м/с, на плесах до 0,4 м/с.

Половодье проходит обычно в апреле. Наибольшая интенсивность подъема уровней воды во время половодья составляет 30 см/сутки, наибольшая интенсивность спада 70 см/сутки. Меженные уровни неустойчивы. Колебания их в году довольно резкие, но незначительные – 20–50 см. Дождевые паводки для реки Теча не характерны.

По средним многолетним данным сезонное распределение стока в процентах составляет следующие значения: весна – 50,1%, лето – 26,3%, осень – 8,6%, зима – 15,0%.

Радиоактивное загрязнение реки Теча произошло в результате санкционированного и аварийного сброса жидких радиоактивных отходов (ЖРО) ПО «Маяк» в открытую гидрографическую сеть. В 1949–1951 гг. была сброшена основная масса радиоактивных нуклидов (около 12 ПБк ^{90}Sr , 13 ПБк ^{137}Cs , 106 ПБк короткоживущих радионуклидов). В период 1951–1956 гг. интенсивность сбросов радиоактивности в речную систему снизилась в 100 раз, а после 1956 г. среднеактивные отходы стали поступать в открытую гидросеть в небольших количествах. Тем не менее, за период 1949–1956 гг. в экосистему реки Теча попало порядка 76 млн м³ сточных радиоактивных вод, общей активностью по бета-излучению 2,75 МКи [1].

В 1951–1964 гг. на территории ПО «Маяк» построили искусственные водохранилища общей площадью около 6 км², в результате чего сброс радиоактивных отходов в реку был прекращен. В настоящее время каскад плотин и обводных каналов ограничивает прямое поступление радионуклидов, но их миграция полностью не исключена.

Из всего количества сброшенных в открытую гидрографическую сеть техногенных радионуклидов, около 75% задерживалось в болотистой пойме и донных отложениях в верховьях реки. Наибольшая аккумуляция радионуклидов в верховье реки объясняется наличием там заболоченной поймы, в которой

имеются значительные торфяные отложения с максимальной сорбционной емкостью по сравнению с суглинками и супесями, характерными для более узкой поймы среднего и нижнего течения.

Специфические особенности сформировавшейся к настоящему времени радиационной обстановки в пойме реки Теча заключаются в образовании на значительном удалении от места сброса ЖРО зон радиоактивного загрязнения местности в относительно узкой полосе вдоль русел этих рек, а также в значительной зависимости плотности радиоактивного загрязнения почв в этих зонах от высоты пойменных террас над урезом воды и характеристик почвенного покрова. Это обусловлено, главным образом, характером миграции и осаждения радионуклидов в пойменных ландшафтах при их подтоплении загрязненными поверхностными водами, особенно в период паводков.

Методы

Инженерно-экологические обследования части поймы реки Теча по радиационному фактору выполнены Лабораторией радиационного контроля ФГУ «Центр промышленной безопасности» (ФГУ «ЦПБ ТЭК») и Экологическим центром Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН.

Средства измерения представлены следующими приборами:

Сцинтилляционный радиометр поисковый СРП-88Н, зав. № 1084, свидетельство о поверке № 210-191/12, действительно до 20 марта 2013 г.

Дозиметр РКСБ-104, зав. № 7390, свидетельство о поверке № 210-190/12, действительно до 19 марта 2013 г.

Дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М, зав. № 12735, свидетельство о поверке № 41150.А079, действительно до 13 января 2013 г.

Специализированная радиометрическая установка УРС-71 на основе полупроводникового (Ge-Li)-детектора, зав. № 71, свидетельство о поверке № 58 16.Ф638, действительно до 25 мая 2013 г.

Радиоэкологическому обследованию подвергались земли сельских поселений, земли государственного лесного фонда, земли отчуждения, река Теча. Поверхность объекта представляет собой заросшую кустарником и деревьями, частично заболоченную долину реки Теча.

Время проведения исследования: 29 апреля – 8 мая 2012 г.

Погодные условия:

29.04.2012: температура воздуха 15 °С, без осадков;

30.04.2012: температура воздуха 14 °С, сильный порывистый, вплоть до штормового, ветер, переменная облачность;

01.05.2012–08.05.2012: температура воздуха 15–19 °С, умеренный ветер, переменная облачность, без осадков.

Целью выполненной работы является оценка текущего радиационного состояния реки Теча и её поймы. Обследовались следующие участки: река Теча в районе Асановских болот, участки поймы Течи в районе посёлков Новое Муслумово, Бродокалмак и Русская Теча.

Во время инженерно-экологических изысканий проводилось:

– гамма-прослушивание поисковым радиометром СРП-88Н с целью обнаружения радиационных аномалий;

– по маршруту изысканий через 50 м дозиметром РКСБ-104 измерялась мощность эквивалентной дозы внешнего гамма-излучения (МЭД) (всего 765 точек измерения) и дозиметром-радиометром МКС-АТ117М мощность потока бета-частиц (всего 491 точка измерения);

– в характерных точках поймы Течи (отложения ила в реке, заболоченные и затопливаемые участки, ближние и удаленные от реки участки долины) отбирались пробы для определения их радионуклидного состава на стационарном гамма-спектрометре УРС-71 (23 пробы);

– осуществлен отбор проб воды из реки Теча и болот примыкающих к реке (6 проб).

Результаты

Асановские болота

МЭД внешнего гамма-излучения на участке имеет резко выраженную неравномерность и варьирует от 0,08 до 15,2 мкЗв/ч.

На расстоянии до 50 м вдоль реки Теча МЭД с учетом расширенной неопределенности измерений ($A + \Delta_a$) с доверительной вероятностью 0,95 не превышает 4,9 мкЗв/ч, что значительно выше естественного гамма-фона местности, составляющего 0,10–0,12 мкЗв/ч.

МЭД по мере удаления от реки снижается и на расстоянии 150 м и более с учетом расширенной неопределенности измерений ($A + \Delta_a$) с доверительной вероятностью 0,95 не должен превысить 0,2 мкЗв/ч, что не выходит за пределы флуктуаций естественного гамма-фона, присущего данной местности.

Мощность потока бета-излучения на участке неравномерна и варьируется от 0 частиц на 1 см² в минуту {част/(см²×мин)} на расстоянии 150 м от реки до более чем 450 част/(см²×мин) на урезе реки Теча.

Средняя мощность потока бета-излучения на урезе реки равна 174 част/(см²×мин) и с доверительной вероятностью 0,95 не превысит 347 част/(см²×мин). Данная величина превышает минимально допустимый уровень загрязнения бета-активными радионуклидами для персонала – 200 част/(см²×мин) (НРБ-99/2009, таблица 8.9 [2]).

В пробах ила и грунта обнаружены техногенные радионуклиды (¹³⁷Cs, ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr), удельная активность которых по мере удаления от реки Теча снижается и на расстоянии 150 и более метров становится меньше предела обнаружения гамма-спектрометром.

В пробах ила наибольшую активность имеет ¹³⁷Cs – от 1760 до 78860 Бк/кг. Средняя удельная активность проб ила равна 42190 Бк/кг и с доверительной вероятностью 0,95 не превысит 68030 Бк/кг. Данная величина удельной активности превышает МЗУА_{Cs} – 10 Бк/г (НРБ-99/2009, приложение 4), поэтому ил реки Теча можно отнести к низкоактивным отходам (менее 1000 кБк/кг, ОСПОРБ 99/2010, таблица 3.12.1 [3]).

Удельная активность природных радионуклидов в пробах ила и грунта не превышает уровень, характерный для Челябинской области (15–90 Бк/кг).

В пробах воды реки Теча обнаружены техногенные радионуклиды (⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и ³H).

Уровни удельной активности ¹³⁷Cs (0,14–5,8 Бк/л) и ³H (350–420 Бк/л) меньше уровня вмешательства (УВ) для взрослого населения в питьевой воде (УВ_{Cs-137} = 11 Бк/л, УВ_{H-3} = 7600 Бк/л, НРБ-99/2009, приложение 2а).

Удельная активность ⁹⁰Sr во всех пробах (9,7–281 Бк/л) превышает УВ_{Sr-90} = 4,9 Бк/л (НРБ-99/2009, приложение 2а).

Участок поймы в районе населенного пункта Новое Муслимово

МЭД внешнего гамма-излучения на участке имеет резко выраженную неравномерность и варьирует от 0,07 до 1,35 мкЗв/ч.

На урезе реки Теча средняя МЭД равна 1,01 мкЗв/ч; максимальная средняя МЭД достигает 1,29 мкЗв/ч, что выше естественного гамма-фона местности.

МЭД по мере удаления от реки снижается. На расстоянии от реки 150 м и более средняя МЭД равна 0,12 мкЗв/ч, не превысит 0,13 мкЗв/ч, что не выходит из пределов флуктуаций естественного гамма-фона, присущего данной местности.

Мощность потока бета-излучения на участке неравномерна и варьируется от 0,3 част/(см²×мин) на расстоянии 150 м от реки и более до 82 част/(см²×мин) на урезе реки Теча.

Средняя мощность потока бета-излучения на урезе реки равна 60,4 част/(см²×мин), максимальная мощность не превысит 66 част/(см²×мин).

Загрязнение почвы и ила в данном случае является снимаемым загрязнением и для группы «население» не регламентируется.

В пробах ила и грунта обнаружены техногенные радионуклиды (¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr), удельная активность которых по мере удаления от реки Теча снижается.

В пробах ила наибольшую активность имеет ¹³⁷Cs, чья удельная активность варьирует от 2480 до 8562 Бк/кг. Средняя удельная активность проб ила равна 5520 Бк/кг и не превысит 14120 Бк/кг. Данная величина удельной активности превышает МЗУ А_{Cs} – 10 Бк/г (НРБ-99/2009, приложение 4), поэтому ил реки Теча можно отнести к низкоактивным отходам (менее 1000 кБк/кг, ОСПОРБ 99/2010, таблица 3.12.1).

Удельная активность природных радионуклидов в пробах ила и грунта не превышает уровень, характерный для Челябинской области.

В пробах воды реки Теча обнаружены техногенные радионуклиды (⁹⁰Sr и ³H).

Уровни удельной активности ³H (360 Бк/л) меньше уровня вмешательства (УВ) для взрослого населения в питьевой воде (УВ_{H-3} = 7600 Бк/л, НРБ-99/2009, приложение 2а).

Удельная активность ⁹⁰Sr в пробе (8,5 Бк/л) превышает УВ_{Sr-90} = 4,9 Бк/л (НРБ-99/2009, приложение 2а).

Участок поймы в районе населенного пункта Бродокалмак

МЭД внешнего гамма-излучения на участке имеет резко выраженную неравномерность и варьирует от 0,08 до 1,12 мкЗв/ч.

На урезе реки Теча средняя МЭД равна 0,82 мкЗв/ч. С учетом расширенной неопределенности измерений ($A + \Delta_{0,95}$) с доверительной вероятностью 0,95 максимальная средняя МЭД не превышает 0,88 мкЗв/ч, что выше естественного гамма-фона местности.

МЭД по мере удаления от реки снижается и на расстоянии 30 м и более с учетом расширенной неопределенности измерений ($A + \Delta_{0,95}$) с доверительной вероятностью 0,95 максимальная средняя МЭД не превысит 0,124 мкЗв/ч, что не выходит из пределов

флуктуаций естественного гамма-фона, присущего данной местности.

Загрязнение почвы и ила в данном случае является снимаемым загрязнением и для группы «население» не регламентировано.

Мощность потока бета-излучения на участке неравномерна и варьируется от 0,04 част/(см²×мин) на расстоянии 30 м от реки и более и до 28,2 част/(см²×мин) на уресе реки Теча.

Средняя мощность потока бета-излучения на уресе реки равна 19,8 част/(см²×мин) и с доверительной вероятностью 0,95 максимальная средняя мощность не превысит 21,1 част/(см²×мин).

Загрязнение почвы и ила в данном случае является снимаемым загрязнением и для группы «население» не регламентировано.

В пробах ила и грунта обнаружены техногенные радионуклиды (⁶⁰Co, ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs), удельная активность которых по мере удаления от реки Теча снижается и на расстоянии 30 и более метров удельная активность ⁶⁰Co и ⁹⁰Sr становится меньше предела обнаружения гамма-спектрометром.

В пробах ила наибольшую активность имеет ¹³⁷Cs, чья удельная активность варьирует от 3190 до 4730 Бк/кг. Средняя удельная активность проб ила равна 3960 Бк/кг и с доверительной вероятностью 0,95 не превысит 7420 Бк/кг. Данная величина удельной активности не превышает МЗУА_{Cs} – 10 Бк/г (НРБ-99/2009, приложение 4), поэтому ил реки Теча не относится к низкоактивным отходам (менее 1000 кБк/кг, ОСПОРБ 99/2010, таблица 3.12.1), однако удельная активность ¹³⁷Cs значительно превышает уровень удельной активности, при которой разрешено неограниченное использование материалов – 0,1 Бк/г (ОСПОРБ 99/2010, приложение 3).

Удельная активность природных радионуклидов в пробах ила и грунта не превышает уровень, характерный для Челябинской области.

В пробах воды реки Теча обнаружены техногенные радионуклиды (⁹⁰Sr и ³H).

Уровни удельной активности ³H (240 Бк/л) меньше уровня вмешательства (УВ) для взрослого населения в питьевой воде (УВ_{H-3} = 7600 Бк/л, НРБ-99/2009, приложение 2а).

Удельная активность ⁹⁰Sr в пробе (5,4 Бк/л) превышает УВ_{Sr-90} = 4,9 Бк/л (НРБ-99/2009, приложение 2а).

Участок поймы в районе населенного пункта Русская Теча

МЭД внешнего гамма-излучения на участке имеет резко выраженную неравномерность и варьирует от 0,08 до 1,08 мкЗв/ч.

На уресе реки Теча средняя МЭД равна 0,75 мкЗв/ч. С учетом расширенной неопределенности измерений ($A + \Delta_{0,95}$) с доверительной вероятностью 0,95 средняя максимальная МЭД не превысит 0,91 мкЗв/ч, что выше естественного гамма-фона местности.

МЭД по мере удаления от реки снижается и на расстоянии 50 м и более становится равной 0,11 мкЗв/ч. С учетом расширенной неопределенности измерений ($A + \Delta_{0,95}$) с доверительной вероятностью 0,95 средняя максимальная МЭД не превысит 0,114 мкЗв/ч, что не выходит из пределов флуктуаций естественного гамма-фона, присущего данной местности.

Мощность потока бета-излучения на участке неравномерна и варьируется от 0,2 част/(см²×мин) на рас-

стоянии 50 м от реки и более и до 21 част/(см²×мин) на уресе реки Теча.

Средняя мощность потока бета-излучения на уресе реки равна 13,9 част/(см²×мин) и с доверительной вероятностью 0,95 она не превысит 22 част/(см²×мин).

Загрязнение почвы и ила в данном случае является снимаемым загрязнением и для группы «население» не регламентировано.

В пробах ила и грунта обнаружены техногенные радионуклиды (¹³⁷Cs, ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr), удельная активность которых по мере удаления от реки Теча снижается, и на расстоянии 50 и более метров удельная активность ⁶⁰Co и ⁹⁰Sr становится меньше предела обнаружения гамма-спектрометром.

В пробах ила наибольшую активность имеет ¹³⁷Cs, чья удельная активность варьирует от 1140 до 2040 Бк/кг. Средняя удельная активность проб ила равна 1590 Бк/кг, максимальная средняя удельная активность с доверительной вероятностью 0,95 не превысит 7330 Бк/кг. Данная величина удельной активности ниже МЗУА_{Cs} – 10 Бк/г (НРБ-99/2009, приложение 4), поэтому ил реки Течи не относится к низкоактивным отходам (менее 1000 кБк/кг, ОСПОРБ 99/2010, таблица 3.12.1), однако удельная активность ¹³⁷Cs значительно превышает уровень удельной активности, при которой разрешено неограниченное использование материалов – 0,1 Бк/г (ОСПОРБ 99/2010, приложение 3).

Удельная активность природных радионуклидов в пробах ила и грунта не превышает уровень, характерный для Челябинской области.

В пробах воды реки Течи обнаружены техногенные радионуклиды (⁹⁰Sr и ³H). Уровни удельной активности ³H (200 Бк/л) меньше уровня вмешательства (УВ) для взрослого населения в питьевой воде (УВ_{H-3} = 7600 Бк/л, НРБ-99/2009, приложение 2а). Удельная активность ⁹⁰Sr в пробе (6,7 Бк/л) превышает УВ_{Sr-90} = 4,9 Бк/л (НРБ-99/2009, приложение 2а).

Величины мощности эквивалентного излучения, мощности потока бета-частиц, удельной активности природных и искусственных радионуклидов в образцах ила, грунта и воды, взятых в характерных точках, приведены в табл. 1 и 2.

Выводы

Источник радиоактивных загрязнений находится в верховье реки Теча, другие источники поступления радиоизотопов в реку (до поселка Русская Теча) не выявлены.

Радиационную обстановку в пойме Течи определяют долгоживущие радионуклиды: в воде – ⁹⁰Sr, в почве – ¹³⁷Cs.

В иловых осадках и грунтах поймы Течи наиболее мощным радиоактивным техногенным загрязнителем является ¹³⁷Cs, удельная активность которого на порядок превышает активность других обнаруженных искусственных и природных радионуклидов. Иловые осадки имеют большее содержание ¹³⁷Cs, чем грунты поймы.

По мере удаления от затопляемых зон поймы реки Теча уровень радиационного загрязнения быстро снижается до средних величин по Челябинской области.

Загрязнение Течи вдоль по течению постепенно снижается.

Вода Течи загрязнена в наибольшей степени солями ⁹⁰Sr, которые имеют, по сравнению с солями ¹³⁷Cs, лучшую растворимость в воде.

Величины мощности эквивалентного излучения, мощности потока бета-частиц, удельной активности природных и искусственных радионуклидов в образцах ила, грунта и воды, взятых в характерных точках

Зона	№ пробы	Иловый осадок							
		МЭД	Поток β-частиц	$A_{уд} \pm \Delta_{0,95}$ (Бк/кг)					
		мкЗ/ч	част/ (см ² ×мин)	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr
Асановские болота	6	15	450	238 ± 56,6	181 ± 21,5	299 ± 220	78860 ± 10770	Ниже ПО*	170 ± 54
Муслимово	9	1,3	35	119 ± 15,5	34 ± 6,1	407 ± 376	8560 ± 1180	Ниже ПО*	6,5 ± 4,9
Бродокалмак	28	1,01	27,5	46,7 ± 5,95	50 ± 7,5	250 ± 200	4730 ± 650	7,8 ± 4,2	6,8 ± 5,1
Русская Теча	24	0,85	15,8	37,8 ± 4,1	31 ± 32	300 ± 201	2040 ± 145	9,1 ± 9	4,5 ± 3,9

Зона	№ пробы	Грунт поймы Течи, 10–25 м от Течи							
		МЭД	Поток β-частиц	$A_{уд} \pm \Delta_{0,95}$ (Бк/кг)					
		мкЗ/ч	част/ (см ² ×мин)	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr
Асановские болота	1	2,33	66,6	65,3 ± 7,5	48 ± 6,7	304 ± 173	49026 ± 6664	7,9 ± 4,3	Ниже ПО*
Муслимово	13	0,25	10,3	40,5 ± 7	45 ± 66,6	160 ± 160	950 ± 136	Ниже ПО*	Ниже ПО*
Бродокалмак	27	0,39	4,9	31,7 ± 2,5	35,7 ± 3,5	412 ± 174	1710 ± 236	Ниже ПО*	Ниже ПО*
Русская Теча	22	0,14	3,6	23,1 ± 3	24,5 ± 3,1	332 ± 159	17 ± 5,4	Ниже ПО*	Ниже ПО*

Зона	№ пробы	Грунт поймы Течи, более 50 м от Течи							
		МЭД	Поток β-частиц	$A_{уд} \pm \Delta_{0,95}$ (Бк/кг)					
		мкЗ/ч	част/ (см ² ×мин)	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr
Асановские болота	3	0,3	42	21 ± 2,2	21 ± 3,6	300 ± 220	26 ± 9	Ниже ПО*	НИ**.
Муслимово	11	0,19	4,9	7,2 ± 1,73	2 ± 4,9	227 ± 181	19 ± 7	Ниже ПО*	НИ**
Бродокалмак	26	0,13	0,9	29,6 ± 3,9	33 ± 3,3	495 ± 198	16 ± 5,7	4,3 ± 4,2	НИ**
Русская Теча	21	0,11	0,9	24,3 ± 2,6	19,7 ± 323	294 ± 280	11 ± 3,8	7,3 ± 3,9	НИ**

Зона	№ пробы воды	Вода Течи		
		$A_{уд} \pm \Delta_{0,95}$ (Бк/л)		
		⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	³ H
Асановские болота	1в	281 ± 15%	5,8 ± 46%	НИ**.
	2в	9,8 ± 16%	0,43 ± 95%	420 ± 56%
	3в	9,7 ± 34%	0,14 ± 100%	350 ± 48%
Муслимово	4	8,5 ± 33%	Ниже ПО*	360 ± 46%
Бродокалмак	25	6,7 ± 44%	Ниже ПО*	200 ± 58%
Русская Теча	30	5,4 ± 48%	Ниже ПО*	240 ± 60%

* ПО – предел обнаружения; **НИ – не исследовано

Табл. 2

Характерные уровни мощности экспозиционной дозы (МЭД) излучения на обследованных участках

Участок	МЭД ± Δ _{0,95} , мкЗв/ч	
	Урез реки Теча (болота)	Удаление 50–100 м от реки Теча (болота)
Асановские болота	2,7 ± 2,17 (МЭД _{МАХ} = 15,2)	0,13 ± 0,07
Муслимово	1,01 ± 0,28 (МЭД _{МАХ} = 1,35)	0,12 ± 0,05
Бродокалмак	0,82 ± 0,31 (МЭД _{МАХ} = 1,12)	0,12 ± 0,07
Русская Теча	0,7 ± 0,33 (МЭД _{МАХ} = 0,93)	0,11 ± 0,03

Асановские болота являются естественными аккумуляторами радиационных загрязнений. Из-за слабой проточности болот их вода имеет на порядок большую удельную активность по ^{90}Sr , чем вода реки Теча.

МЭД на поверхности Асановских болот вблизи Течи **превышает** для населения установленный норматив НРБ-99/2009 (п. 4.2) – 2,5 мкЗв/ч, далее по течению МЭД ниже этого норматива.

В посёлках Муслюмово и Русская Теча выявлены участки, примыкающие к пойме Течи, где фоновый уровень внешнего гамма-излучения выше фонового уровня местности. Превышение уровня связано с о-

зьяйственным использованием населением реки Теча (полив огородов и т.п.).

Мощность экспозиционной дозы внешнего гамма-излучения (МЭД) на поверхности почвы ближе 10–20 м от реки **превышает** установленные ТСН РБ 2003 МО (п. 5.6) значения (**0,3 мкЗв/ч**) по всему течению и быстро снижается по мере удаления от реки до величин, характерных для Челябинской области.

Содержание изотопа ^{90}Sr во всех пробах воды **превышает** уровень вмешательства, установленный НРБ-99/2009 (приложение 2) – 4,9 Бк/л, что исключает использование воды Течи в хозяйственных целях.

Литература

1. Челябинская область: ликвидация последствий радиационных аварий. 2-е издание, испр. и доп. / Под общ. ред. проф. А.В. Аклеева. Челябинск : Южно-Уральское книжное издательство, 2006. – 344 с.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). СанПиН 2.6.1.2523. – М. : Минздрав России, 2009. – 115 с.
3. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). – М. : Апрохим, 2000. – 90 с.

