

Оценка продолжительности реализации мероприятий по переселению жителей населенных пунктов бассейна реки Течи и территорий Восточно-Уральского радиоактивного следа

Тряпицына С.В.¹, Кравцова О.С.²

¹ Южно-Уральский федеральный научно-клинический центр медицинской биофизики
Федерального медико-биологического агентства, Челябинск, Россия

² Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора
П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

К долгосрочным мерам радиационной защиты населения радиоактивно загрязненных территорий, применяемым с целью предотвращения хронического облучения, относится переселение. В научной литературе активно обсуждается вопрос оправданности такой радикальной меры защиты. Однако научные исследования в большей мере направлены на поиск обоснованных дозовых критериев и способов оптимизации ресурсов, необходимых для реализации этого защитного мероприятия. Вопрос о продолжительности мероприятий по переселению жителей с загрязненных территорий освещен слабо. Цель исследования – оценить продолжительность реализации мероприятий по переселению жителей населенных пунктов бассейна реки Течи и территории Восточно-Уральского радиоактивного следа. Материалы и методы: Источником информации об отселенных жителях радиоактивно загрязненных территорий Уральского региона послужила медико-дозиметрическая база данных Южно-Уральского федерального научно-клинического центра медицинской биофизики Федерального медико-биологического агентства. Результаты исследования и обсуждение: Для двух радиационных ситуаций проанализированы и сопоставлены сроки проведения мероприятий по отселению жителей населенных пунктов. Переселение жителей из прибрежных населенных пунктов реки Течи длилось до восьми лет, а длительность фактического (без учета подготовительного периода) отселения жителей составила от двух до четырех лет. Из всех отселенных населенных пунктов этой территории большего времени потребовало отселение поселка подсобного хозяйства треста № 92. Переселение жителей из населенных пунктов, расположенных на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа, было проведено в более сжатые сроки. При этом были реализованы такие меры защиты как эвакуация (продолжительностью в несколько суток) и плановое отселение (продолжительностью до двух лет). Заключение: Проведение мероприятий по плановому отселению населения с территории Восточно-Уральского радиоактивного следа отличалось от проведения мероприятий по отселению жителей населенных пунктов, расположенных на реке Тече: длительность фактического переселения жителей с загрязненных территорий Восточно-Уральского радиоактивного следа не превышала двух лет, а с прибрежных территорий реки Течи – четырех лет.

Ключевые слова: защитные меры, переселение, Уральская когорта аварийно-облученного населения, река Теча, Восточно-Уральский радиоактивный след.

Введение

Основная концепция системы радиационной защиты, направленной на охрану здоровья человека от вредного воздействия ионизирующих излучений, заключается в предотвращении детерминированных эффектов и снижению до разумно достижимых уровней рисков возникновения стохастических эффектов [1]. При возникновении масштабной радиационной ситуации к эффективным мерам радиационной защиты относится отселение (временное или постоянное) жителей радиоактивно загрязненных территорий [1, 2]. По срокам принятия решений о защите здоровья населения переселение может быть экстренным или плановым [2–4]. По инициации такого решения переселение может быть добровольным либо принудительным, т.е. принятым по решению административных органов территории [5].

В мировой истории ядерных и радиологических событий [6] имеются примеры применения защитной меры, связанной с отселением (добровольным или принудительным) в случае масштабного загрязнения территории [7, 8]. Первый опыт принудительного отселения жителей был получен в середине прошлого века на территории СССР. Связано это было с предотвращением вреда здоровью населения от воздействия ионизирующего излучения вследствие возникновения двух радиационных ситуаций на Южном Урале: сбросов жидких радиоактивных отходов (ЖРО) химкомбината «Маяк» в конце 1940-х – в начале 1950-х гг. в реку Течу и радиационной аварии 1957 года (взрыв емкости с высокоактивными радиоактивными отходами на том же предприятии) с образованием Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) [7, 9]. В научной литературе активно обсужда-

Тряпицына Светлана Васильевна

Южно-Уральский федеральный научно-клинический центр медицинской биофизики

Адрес для переписки: 454014, Россия, г. Челябинск, ул. Воровского, 68-А; E-mail: svt174@list.ru

ется вопрос оправданности такой радикальной меры защиты как переселение [7, 8, 10–12]. При этом принцип защиты расстройством сомнений не вызывает и научные исследования направлены на поиск обоснованных дозовых критериев и способов оптимизации ресурсов, необходимых для реализации этого защитного мероприятия. Однако в литературе слабо освещен вопрос продолжительности организационных мероприятий по переселению населения с загрязненных территорий на территории «чистые» с целью предотвращения его хронического облучения.

В Южно-Уральском федеральном научно-клиническом центре медицинской биофизики ФМБА России (ЮУрФНКЦ МБ) информация по облученным жителям радиоактивно загрязненных территорий организована в медико-дозиметрическую базу данных «Человек» ЮУрФНКЦ МБ (БД «Человек») [13]. Предложенный метод классификации представителей Уральской когорты аварийно-облученного населения (УКАОН) [14] по критерию вынужденного переселения [15] (то есть переселения по распоряжению органов власти) позволил определить фактические сроки принудительного отселения представителей когорты с радиоактивно загрязненных территорий. Появилась возможность для двух радиационных событий с масштабным загрязнением террито-

рий, близких по времени и произошедших в пределах одного региона, провести исследование характера реализации такой меры защиты здоровья населения от вредного воздействия ионизирующего излучения как переселение.

Цель исследования – оценить продолжительность реализации мероприятий по переселению жителей населенных пунктов бассейна реки Течи и территорий ВУРС.

Материалы и методы

Информация об облученных жителях радиоактивно загрязненных территорий Уральского региона собрана в БД «Человек» [13]. Численность УКАОН составляла приблизительно 63 тыс. человек, проживавших в период 1950–1960 гг. в НП Челябинской и Курганской областей и облучившихся вследствие ситуаций на ПО «Маяк» [14]. Временные рамки реализации принудительного переселения представителей УКАОН были определены по результатам исследования [15].

В данном исследовании было проведено группирование НП по радиационной ситуации и году выхода распорядительного документа административных органов об отселении жителей загрязненных территорий Челябинской и Курганской областей (табл. 1).

Таблица 1

Группы населенных пунктов

[Table 1

Groups of settlements]

Группа [Group]	Населенный пункт [Settlement]
<i>Ситуация облучения населения вследствие сбросов ЖРО в реку Течу</i> [Situation of public exposure due to LRW discharges into the Techa River]	
T.1954 [T.1954]	Большое Исаево ¹ , Герасимовка ¹ , Ибрагимово ^{1*} , Малое Таскино ^{1*} , Метлино ¹ , Надыров Мост ¹ , Надырово ¹ , Назарово ^{1*} , Новое Асаново ¹ , Подсобное хозяйство треста № 92 ¹ , Старое Асаново ¹ , Теча-Брод ^{1*} [Bolshoye Isaevoye, Gerasimovka, Ibragimovo ^{1*} , Maloye Taskino ^{1*} , Metlino, Nadyrov Most, Nadyrovo, Nazarovo ^{1*} , Novoye Asanovo, Farm of Trust No. 92, Staroye Asanovo, Techa-Brod ^{1*}]
T.1956 [T.1956]	Геологоразведочный поселок (ГРП) ¹ [Settlement of the geological prospecting party (GRP) ¹]
T.1957 [T.1957]	2-я Белоярка ² , Бакланово ¹ , Ветроудка ^{1*} , Ганино ^{2*} , Дубасово ² , Заманиха ¹ , Карпино ¹ , Курманово ¹ , Марково ^{2*} , Осолodka ¹ , Паново ^{1*} , Прогресс ^{2*} , Черепаново ¹ [Belayarka-2 ² , Baklanovo, Vetroduika ^{1*} , Ganino ^{2*} , Dubasovo, Zamanikha, Karpino, Kurmanovo, Markovo ^{2*} , Osolodka, Panovo ^{1*} , Progress ^{2*} , Cherepanovo ¹]
<i>Ситуация облучения населения вследствие аварии 1957 года</i> [Situation of public exposure due to the 1957 accident]	
B.1957 [E.1957]	Бердяниш ¹ , Галикаева ¹ , Кирпичики ^{1*} , Сатлыково ¹ [Berdyanish, Galikaeva, Kirpichiki ^{1*} , Satlykovo ¹]
B.1958 [E.1958]	Алабуга ¹ , Боевское ¹ , Брюханово ^{1*} , Горный ¹ , Гусево ¹ , Игиш ¹ , Кривошеино ¹ , Малое Шабурово ^{1*} , Мельниково ^{1*} , Русская Караболка ¹ , Скориново ^{1*} , Трошково ^{1*} , Фадино ^{1*} , Юго-Конево ¹ [Alabuga, Boevskoye, Bryukhanovo ^{1*} , Gornyy, Gusevo, Igish, Krivosheino, Maloye Shaburovo ^{1*} , Melnikovo ^{1*} , Russkaya Karabolka, Skorinovo ^{1*} , Troshkovo ^{1*} , Fadino ^{1*} , Yugo-Konevo ¹]
B.1959 [E.1959]	Кажакуль ¹ [Kazhakul ¹]

¹ НП относился к Челябинской области [The settlement belonged to Chelyabinsk region]; ² НП относился к Курганской области [The settlement belonged to Kurgan region].

* НП с численностью населения менее 200 человек [The population is less 200 residents].

Численность жителей в НП бассейна реки Течи, подлежащих отселению, на 1950 год составляла от 50 до 1000 человек; в НП территории ВУРС – от 70 до 2500 человек. Общая численность отселенных жителей (представителей УКАОН) составила приблизительно по 8 тысяч человек соответственно. Сроки фактической реализации защитных мероприятий по переселению жителей загрязненных территорий, включая «период принятия решений» и «период переселения», определены по результатам исследования [15].

Систематизацию и обработку исходной информации проводили с использованием MS Office Excel 2013, статистический анализ – с использованием программного пакета Past 5.0.2.

Результаты и обсуждение

Переселение жителей НП бассейна реки Течи

Мероприятия по переселению жителей прибрежных НП реки Течи были инициированы в 1954, 1956 и 1957 годах.

Группы НП, отселенные по распоряжениям 1954 года (группа НП «Т.1954») и 1957 года (группа НП «Т.1957») сопоставимы как по количеству НП (12 НП и 13 НП соответственно), так и по совокупной численности населения, оцененной на год выхода распорядительного документа. В группе НП «Т.1954» (без учета поселка подсобного хозяйства треста № 92) доля жителей, переселившихся в «период принятия решений» [15], составила $(5,0 \pm 1,5) \%$ ¹, в группе НП «Т.1957» – $(10,0 \pm 1,6) \%$. На организацию переселения жителей первой группы НП (также без учета поселка подсобного хозяйства треста № 92) потребовалось от двух² до четырех лет (в среднем – $2,7[2,3 \dots 3,1]$ ³ года), жителей второй группы – от двух до пяти лет (в среднем – $4,1[3,7 \dots 4,5]$ года), а длительность «периода переселения» [15] составила, в среднем, $2[1,7 \dots 2,3]$ года и $2,1[1,6 \dots 2,5]$ года соответственно. Самым продолжительным было переселение жителей поселка подсобного хозяйства № 92, фактическое отселение которого началось лишь через четыре года после выхода постановления об отселении и длилось четыре года, что обусловлено спецификой НП, образованного для нужд сельскохозяйственного предприятия. В отличие от поселка подсобного хозяйства, мероприятие по переселению геологоразведочного поселка (группа НП «Т.1956») произошло в сжатые сроки: в 1957 году поселок был отселен и ликвидирован [12]. С момента выхода административного постановления в самые короткие сроки было организовано переселение малых по численности жителей НП (Ганино, Ибрагимово, Малое Таскино, Теча-Брод), а также поселка геологоразведки. Самое продолжительное время население продолжало проживать в деревнях 2-я Белоярка, Осолодка, Карпино, а также в поселке подсобного хозяйства треста № 92. Самый продолжительный «период переселения» (т.е. без учета времени на подготовительные мероприятия) отмечен для НП Марково и поселка подсобного хозяйства.

Из приведенной выше информации можно заключить, что в целом мероприятия по отселению теченских прибрежных НП (за исключением поселка подсобного хозяйства треста № 92), инициированные в 1954 году, имеют более короткие сроки исполнения, чем мероприятия, решения по которым были приняты в 1957 году, т.е. можно признать, что практическая реализация мероприятий по отселению НП по правительственному распоряжению 1954 года проводилась более организовано, чем по распоряжению 1957 года. Однако различий в длительности «периода переселения» для этих групп НП не выявлено. Это же подтверждает анализ групповых частотных распределений стандартизованных (Z -преобразование [16]) величин миграционной убыли населения за год в «период переселения», который не показал значимых различий ($p > 0,05$; тест Колмогорова-Смирнова). Более длительное время потребовалось для переселения НП, специализировавшегося в сельскохозяйственной отрасли экономики.

Переселение жителей территории ВУРС

Миграционные процессы, связанные с отселением жителей из НП территории ВУРС, различают как экстренные и плановые [4, 5]. В год аварии экстренно было полностью отселено три НП и один НП (д. Кирпичики) отселен частично (группа НП «В.1957») [17, 18]. Экстренное переселение трех НП длилось до 10 суток, а НП Кирпичики – до 14 суток [7]. В последующие два года было проведено плановое отселение 15 НП, из них: 14 НП – по инициативному решению 1958 года (группа НП «В.1958») и один – по решению 1959 года (группа НП «В.1959»). Фактическое переселение жителей 15 НП началось в год принятия решения и длилось в среднем $1,4[1,1 \dots 1,6]$ года, при этом два года потребовалось для полного отселения НП Боевское, Кривошеино, Мельниково, Трошково, Фадино с численностью жителей от 70 до 1000 человек. Переселение с. Кажакуль (группа НП «В.1959»), численность населения которого до аварии составляла около 500 человек, также заняло два года.

Результаты анализа информации о НП, отселенных с территории ВУРС, показывают, что длительность периода отсроченного (планового) отселения не превысила двух лет, тогда как сам процесс отселения НП закончился на четвертый год после аварии. Из всех отселенных НП территории ВУРС самое длительное время в головной части следа проживали жители с. Кажакуль.

Сопоставление двух радиационных ситуаций

В ситуации радиоактивного загрязнения реки Течи проведение мероприятий по отселению 26 НП в среднем заняло $3,6[3,1 \dots 4,1]$ года (медианное значение – 4 года); в ситуации загрязнения территории вследствие радиационной аварии 1957 года длительность реализации экстренных мероприятий с полным отселением трех НП составила несколько суток, а длительность реализации плановых мероприятий с отселением 15 НП составила в среднем $1,4[1,1 \dots 1,6]$ года (медианное значение – один год). «Период переселения» населения из прибрежных НП реки Течи в среднем длился $2,1[1,8 \dots 2,4]$ года, а с территории ВУРС, где переселение начиналось в том же году, когда было вынесено административное решение, – такой же промежуток времени, сколько занял весь период проведения мероприятий по отселению, то есть в среднем 1,4 года.

Матричная диаграмма с цветовой шкалой градиента, представленная на рисунке 1, наглядно демонстрирует различную интенсивность проведения защитных мероприятий по отселению НП в двух ситуациях загрязнения объектов окружающей среды радиоактивными веществами. Сопоставление частотных распределений стандартизованных величин годовой убыли населения (рис. 2) за счет миграции из НП подтвердило этот вывод ($p < 0,05$; тест Эппса-Синглтона).

¹Здесь и далее приведены следующие статистические параметры: среднее значение \pm станд. ошибка среднего [The following statistical parameters are hereafter given: mean value \pm std.error].

²Здесь и далее приводятся оценки длительности временных периодов с учетом года начала переселения [The time periods are hereafter given with the year of resettlement commencement].

³Здесь и далее приведены следующие статистические параметры: среднее значение [нижняя граница доверительного интервала ... верхняя граница доверительного интервала]. $P=0,95$ [The following statistical parameters are hereafter given: mean value (lower limit of confidence interval ... upper limit of confidence interval). $P=0,95$].

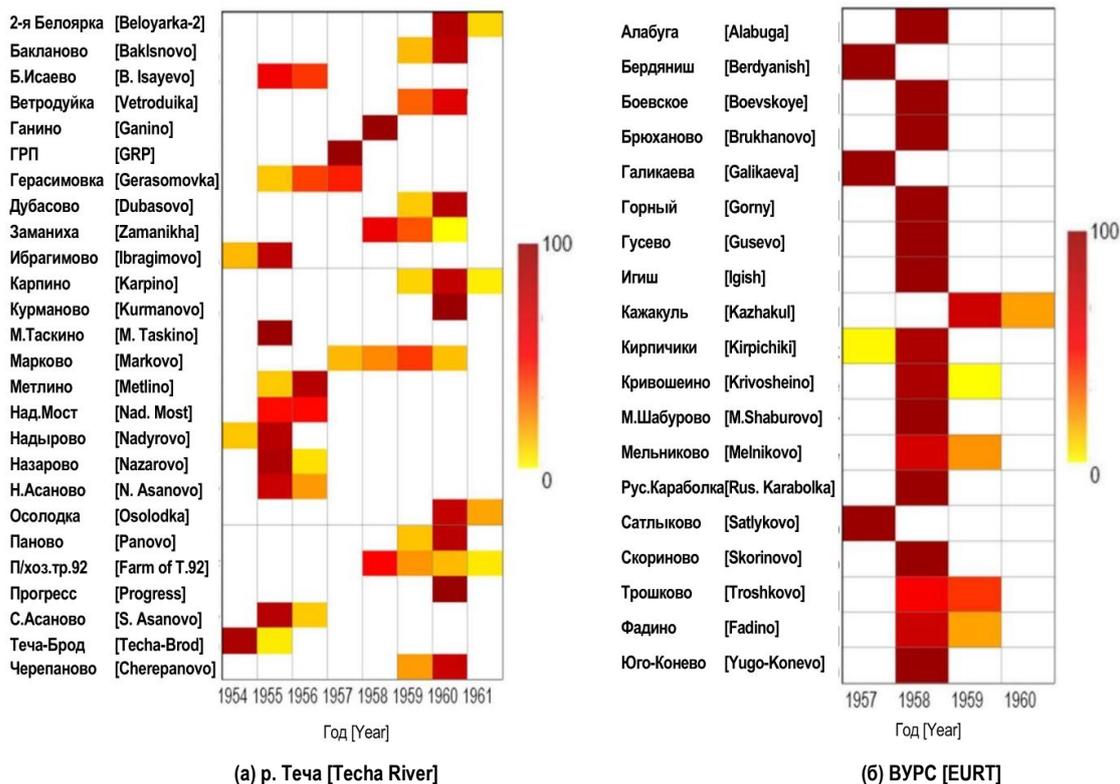
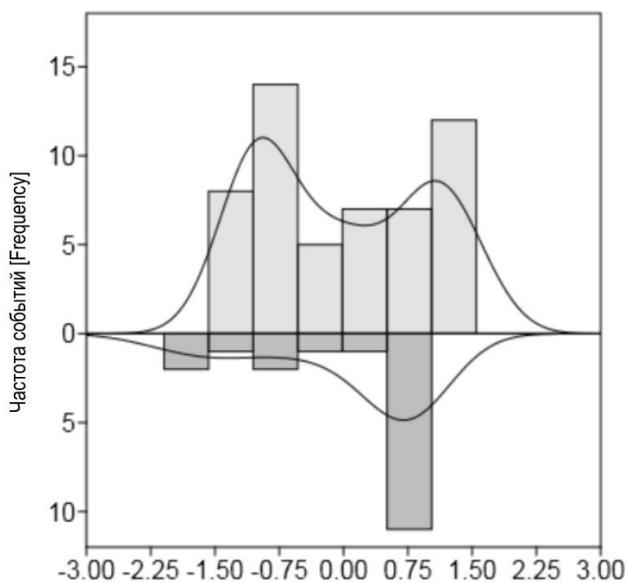


Рис. 1. Интенсивность изменения годовой убыли населения за счет миграции из НП в «период переселения», %
 [Fig. 1. Intensity of change in migration rates during the “resettlement period” %]



Стандартизованная величина годовой убыли населения, отн.ед.
 [Standardized annual population decline rate, dimensionless unit]

Рис. 2. Частотное распределение годовой убыли населения. Верхняя панель рисунка (светло-серый тон) – для ситуации на реке Тече; нижняя панель (темно-серый тон) – для ситуации аварии 1957 года

[Fig. 2. Frequency distribution of annual population decline. The upper panel of the figure (light gray tone) is for the Techa River situation; the lower panel (dark gray tone) is for the 1957 accident situation]

С точки зрения изучения характеристик реализации мероприятий по переселению интерес представляет сопоставление сроков проведения отселений НП в пределах одного региона. Для этого был проведен детальный анализ продолжительности отселения НП в Челябинской области. Помимо того, что большая часть территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению, расположена в Челябинской области, этот регион относится к территориям с развитой промышленной отраслью, тогда как Курганская область – к регионам с развитым аграрным сектором экономики. Такая специфика рассматриваемого региона предполагает большую возможность создания новых сооружений (в том числе жилых домов для переселенных жителей) и развития необходимой инфраструктуры. Также следует принимать во внимание и единый административный ресурс.

Исходя из предположения, что сроки переселения НП с малой численностью жителей могут отличаться от таковых для более крупных НП, исследуемый массив данных был поделен на две категории НП: НП I (НП с численностью жителей до 200 человек) и НП II (прочие НП). С целью повышения однородности сравниваемых массивов, из совокупности отселенных НП были исключены НП с узкоспециализированным направлением хозяйственной деятельности (поселок подсобного хозяйства треста № 92 и поселок геологоразведочной партии). И также из совокупности анализируемой информации исключены данные по эвакуированным НП, а оставлены НП, где переселение проводилось после получения дополнительной дозиметрической информации. Результаты сопоставления продолжительности реализации мероприятий по переселению (рассмотрен только «период переселения» [15]) для двух ситуаций представлены на рисунке 3.

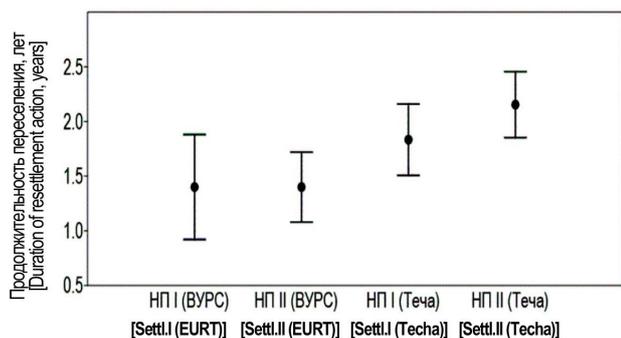


Рис. 3. Доверительные интервалы ($P=0,95$) средних значений продолжительности реализации мероприятий по переселению

Fig. 3. Confidence intervals ($P=0.95$) for the mean values of resettlement action duration

Средняя продолжительность реализации мероприятий по переселению малых НП (НП I) Челябинской области бассейна реки Течи (6 НП) составила 1,8 года, НП зоны ВУРС (5 НП) – 1,4 года. Проведенный статистический анализ значимых различий в полученных оценках не выявил ($p < 0,05$; U-критерий Манна-Уитни). Средняя продолжительность переселения более крупных НП, расположенных в бассейне реки Течи (13 НП), составила 2,2 года, а для НП зоны ВУРС (10 НП) – 1,4 года, т.е. отселение НП с численностью жителей свыше 200 человек из зоны ВУРС в среднем длилось столько же времени, сколько потребовалось для отселения малочисленных НП. Статистический анализ сопоставления средних оценок продолжительности отселения относительно крупных НП (НП II) для двух ситуаций показал, что выявленные различия значимы (тот же тест). Из этого можно сделать вывод, что мероприятия по отселению жителей НП с радиоактивно загрязненных вследствие аварии 1957 года территорий были организованы эффективней, чем мероприятия по отселению НП бассейна реки Течи.

Заключение

Реализация мероприятий по переселению представителей когорты УКАОН из прибрежных НП реки Течи заняла восемь лет, а длительность фактического отселения жителей составила от двух до четырех лет. Исследование показало, что хотя мероприятия раннего этапа переселения (1954 года) были организованы более результативно, в целом продолжительность их реализации не отличалась от выполнения мероприятий 1957 года. Из всех отселенных НП после выхода административного постановления большего времени потребовало отселение поселка сельскохозяйственного предприятия (поселок подсобного хозяйства треста № 92). Переселение жителей из НП, расположенных на территории ВУРС, было проведено в более сжатые сроки – с момента радиационной аварии 1957 года процесс отселения занял не более четырех лет. При этом были реализованы такие меры защиты как эвакуация (часть населения была отселена в кратчайшие сроки (до 14 суток [7]) с последующим поселением на других территориях) и как плановое отселение. Результаты нашего исследования показали, что проведение мероприятий по плановому отселению жителей НП территории ВУРС отличалось от проведения мероприятий по отселению жителей НП, расположенных на реке Тече – длительность фактического переселения представителей УКАОН с загрязненных территорий ВУРС не превышала двух лет, тогда как с прибрежных территорий реки Течи – четырех лет.

Таким образом, можно признать, что по срокам переселения жителей с радиоактивно загрязненных территорий реализация мероприятий по защите населения от последствий аварии 1957 года была организована более эффективно, чем реализация защитных мероприятий в ситуации загрязнения радиоактивными веществами реки Течи.

Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей

Тряпицына С.В. – подготовка и анализ первичных материалов исследования, редактирование текста статьи.

Кравцова О.С. – анализ источников информации, обобщение и обработка материалов исследования, проведение анализа полученных результатов, написание текста статьи.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Н.В. Старцеву, Е.А. Шишкиной, Е.Ю. Буртовой, Л.Ю. Крестининой (сотрудники ЮУрФНКЦ МБ ФМБА России) за конструктивные предложения при проведении исследования и обсуждении результатов. Авторы признательны А.В. Клееву (генеральному директору ЮУрФНКЦ МБ ФМБА России) за помощь в проработке концепции исследования, общее и научное руководство. Авторы благодарны рецензентам за позволившие улучшить представление материала рекомендации и за проведенную работу.

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об источнике финансирования

Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального медико-биологического агентства России, в рамках прикладной научно-исследовательской работы «Отдаленные эффекты хронического облучения населения Уральского региона 2025-2027».

Литература

- ICRP Publication 103: Recommendations of the ICRP. 1st edition. Oxford: SAGE Publications Ltd, 2013. 334 p.
- Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency. International Atomic Energy Agency, 2018. 189 p.
- Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности: издание 2018 года. Вена: МАГАТЭ, 2023. 359 с.
- ICRP Publication 109: Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations. 1st edition. Amsterdam: SAGE Publications Ltd, 2010. 112 p.
- ICRP Publication 111: Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency. 1st edition. Amsterdam: SAGE Publications Ltd, 2010. 70 p.
- ИНЕС: Руководство для пользователей международной шкалы ядерных и радиологических событий. Вена: МАГАТЭ, 2010. 235 с.
- Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Губанов В.А. и др. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / под общ. ред. Л.А. Ильина, В.А. Губанова. М.: ИздАТ, 2001. 752 с.
- Константинов Ю.О. Защита населения при крупномасштабной радиационной аварии: ослабление негативных социальных последствий защитных мероприятий. Часть 1. Интерпретация дозовых характеристик аварийной ситуации // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12, № 2 (Спецвыпуск). С. 20–30.
- Челябинская область: ликвидация последствий радиационных аварий / под ред. А.В. Клеева. Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 2006. 344 с.

10. Waddington I., Thomas P., Taylor R. et al. J-value assessment of relocation measures following the nuclear power plant accidents at Chernobyl and Fukushima Daiichi // *Process Safety and Environmental Protection*. 2017. Vol. 112. P. 16–49.
11. Linge I., Melikhova I., Pavlovski O. Medico-demographic criteria in estimating the consequences of the Chernobyl accident. In: One decade after Chernobyl: Summing up the consequences of the accident. Poster presentations. Vol. 1. International Conference 8–12 April 1996, Vienna, 1997. P. 206 – 214.
12. Wilson R. Evacuation Criteria after A Nuclear Accident: A Personal Perspective // *Dose Response*. 2012. Vol. 10, № 4. P. 480–499.
13. Медико-биологические и экологические последствия радиоактивного загрязнения реки Течи / под ред. А.В. Аклеева, М.Ф. Киселева. М.: Медбиоэкстрем, 2001. 561 с.
14. Силкин С.С., Крестинина Л.Ю., Старцев В.Н. и др. Уральская когорта аварийно-облученного населения // *Медицина экстремальных ситуаций*. 2019. Т. 21, № 3. С. 393–402.
15. Тряпицына С.В., Кравцова О.С. Определение фактических сроков вынужденного переселения представителей Уральской когорты аварийно-облученного населения с радиоактивно загрязненных территорий // *Радиационная гигиена*. 2025. Т. 18, № 2. С. 37–46.
16. Старовойтов В.В., Голуб Ю.И. Нормализация данных в машинном обучении // *Информатика*. 2021. Т. 18, № 3. С. 83–96.
17. Толстикова В.С., Кузнецов В.Н. Ядерное наследие на Урале: исторические оценки и документы. Екатеринбург: Банк культурной информации, 2017. 400 с.
18. Последствия техногенного радиационного воздействия и проблемы реабилитации Уральского региона. М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2002. 204 с.

Поступила: 16.07.2025

Тряпицына Светлана Васильевна – руководитель группы информационной поддержки исследований населения научно-исследовательского отдела медико-биологической и демографической аналитики- младший научный сотрудник НИИ радиологической защиты Южно-Уральского федерального научно-клинического центра медицинской биофизики ФМБА России. **Адрес для переписки:** 454014, Россия, г. Челябинск, ул. Воровского, 68-А; E-mail: svt174@list.ru
ORCID: 0009-0008-5701-3693

Кравцова Ольга Сергеевна – кандидат биологических наук, исполняющая обязанности ведущего научного сотрудника лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия
ORCID: 0009-0008-5543-5411

Для цитирования: Тряпицына С.В., Кравцова О.С. Оценка продолжительности реализации мероприятий по переселению жителей населенных пунктов бассейна реки Течи и территорий Восточно-Уральского радиоактивного следа // *Радиационная гигиена*. 2025. Т. 18, № 3. С. 105–111. DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-3-105-111

Duration of implementation of measures for relocation of residents of settlements of the Techa River basin and territories of the East Ural Radioactive Trace

Svetlana V. Tryapitsyna¹, Olga S. Kravtsova²

¹ Southern Urals Federal Research and Clinical Center for Medical Biophysics of the Federal Medical Biological Agency, Chelyabinsk, Russia

² Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

Relocation is a long-term radiation protection measure for the population of radioactively contaminated territories to prevent chronic exposure. The first experience of forced relocation of the population of radioactively contaminated territories took place in the USSR in the middle of the last century. The justification for such a radical protective measure is actively debated in the scientific literature. However, scientific research is more focused on the search for reasonable dose criteria and ways to optimise the resources needed to implement this protective measure. The question of the duration of measures for the resettlement of inhabitants from contaminated areas is poorly addressed. The aim of the study is to characterise the implementation of measures for the relocation of inhabitants of settlements of the Techa River basin and territories of East Ural Radioactive Trace. Materials and Methods: The main source of information on exposed inhabitants of radioactively contaminated territories of the Ural region is the medical-dosimetric database. Results and Discussion: For two radiation situations the conditions of relocation of settlements were analysed and compared. The implementation of measures for the relocation of the residents of the coastal settlements of the Techa River took eight years, and the actual relocation (excluding the preparatory period) of the residents lasted from two to four years. The agricultural settlement (Farm of Trust № 92) took longer to resettle of all the relocated settlements in the area. The relocation of the residents of the settlements located on the territory of the East Urals Radioactive Trace was carried out in a shorter period of time. At the same time, protective measures such as evacuation (lasted several days) and planned resettlement (lasted up to two

Svetlana V. Tryapitsyna

Southern Urals Federal Research and Clinical Center for Medical Biophysics

Address for correspondence: 68A, Vоровsky Str., Chelyabinsk, 454141, Russia; E-mail: svt174@list.ru

years) were implemented. Conclusion: The implementation of the measures for the planned relocation of the population from the territory of the East Ural Radioactive Trace differed from the implementation of the measures for the relocation of the inhabitants of the settlements located on the Techa River - the duration of the actual relocation of the inhabitants from the contaminated territories of the East Ural Radioactive Trace did not exceed two years, and from the coastal territories of the Techa River - four years. The evacuation took several days.

Key words: protective measures, resettlement, Ural cohort of accidentally irradiated population, Techa River, East Ural Radioactive Trace.

Authors' personal contribution

Tryapitsyna S.V. – search for literature sources, systematization, preparation and analysis of primary research materials, editing the text of the article.

Kravtsova O.S. – analysis of information sources, generalization and processing of research materials, carrying out calculations, analysis of the obtained results, writing the text of the article.

Acknowledgments

The authors express their gratitude and appreciation to N.V. Startsev, E.A. Shishkina, E.Yu. Burtovaya, and L.Yu. Krestinina (employees of the SUFRCC MB) for constructive suggestions in conducting the study and discussing the results. The authors are grateful to A.V. Akleev (General Director of the SUFRCC MB) for his help in elaboration of the study concept, general and scientific guidance. The authors thank to the reviewers for their work.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

Sources of funding

The work was carried out with financial support of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, within the framework of applied research work “Long-term effects of chronic irradiation of the population of the Ural region 2025-2027”.

References

1. ICRP Publication 103: Recommendations of the ICRP. 1st edition. Oxford: SAGE Publications Ltd; 2013. 334 p.
2. Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency. International Atomic Energy Agency; 2018. 189 p.
3. IAEA safety glossary: 2018 edition. International Atomic Energy Agency; 2023. 359 p. (In Russian).
4. ICRP Publication 109: Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations. 1st edition. Amsterdam: SAGE Publications Ltd; 2010. 112 p.
5. ICRP Publication 111: Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency. 1st edition. Amsterdam: SAGE Publications Ltd; 2010. 70 p.
6. INES: The International Nuclear and Radiological Event Scale, User's Manual, 2010 Vienna: International Atomic Energy Agency; 2010. 235 p. (In Russian).
7. Aleksakhin RM, Buldakov LA, Gubanov VA, Drozhko EG, Ilyin LA, Kryshev II, et al. Large-scale radiation accidents: consequences and protective measures. Moscow: Izdat; 2001. 752 p. (In Russian).
8. Konstantinov YuO. Protection of the public in a large-scale radiation accident: mitigation of negative social consequences of protective actions. Part 1. Interpretation of dose characteristics of emergency. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2019;12(2): 20-30. (In Russian).
9. Akleev AV, eds. Chelyabinsk region: Liquidation of consequences of radiation accidents. Chelyabinsk: South-Ural Book Publishing House; 2006. 344 p. (In Russian).
10. Waddington I, Thomas P, Taylor R, Vaughan G. J-value assessment of relocation measures following the nuclear power plant accidents at Chernobyl and Fukushima Daiichi. *Process Safety and Environmental Protection*. 2017;112: 16-49.
11. Linge I, Melikhova I, Pavlovski O. Medico-demographic criteria in estimating the consequences of the Chernobyl accident. In: One decade after Chernobyl: Summing up the consequences of the accident. Poster presentations - Vol. 1. International Conference 8-12 April 1996, Vienna. P. 206 - 214.
12. Wilson R. Evacuation Criteria after A Nuclear Accident: A Personal Perspective. *Dose Response*. 2012;10(4): 480-499.
13. Akleev AV, Kiselev MF, eds. Medical-biological and ecological impacts of radioactive contamination of the Techa River. Moscow: Medbioekstrem; 2001. 561 p. (In Russian).
14. Silkin SS, Krestinina LYu, Startsev NV, Akleev AV. Ural cohort of emergency-irradiated population. *Meditsina ekstremnykh situatsiy = Medicine of Extreme Situations*. 2019;21(3): 393-402. (In Russian).
15. Tryapitsyna SV, Kravtsova OS. Determination of the actual term of relocation of representatives of the Ural cohort of accidentally irradiated population from radioactively contaminated territories. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2025;18(2): 37-46. (In Russian).
16. Starovoitov VV, Golub Yul. Data normalization in machine learning. *Informatics*. 2021;18(3): 83-96 (In Russian).
17. Tolstikov VS, Kuznetsov VN. Nuclear Heritage in the Urals: Historical Assessments and Documents: Nuclear Cities of the Urals. Ekaterinburg: Bank of cultural information; 2017. 400 p. (In Russian).
18. Consequences of technogenic radiation exposure and the problem of rehabilitation of the Ural region. Moscow: Komtechprint; 2002. 204 p. (In Russian).

Received: July 16, 2025

For correspondence: Svetlana V. Tryapitsyna – Head of Research Data Support for Population Studies – Junior Researcher of R&D Department of Medical and Biological Demographic Analytics of Research Institute of Radiological Protection of Southern Urals Federal Research and Clinical Center for Medical Biophysics, Federal Medical Biological Agency (68A, Vorovsky Str., Chelyabinsk, 454141, Russia; E-mail: svt174@list.ru)

ORCID: 0009-0008-5701-3693

Olga S. Kravtsova - Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Internal Exposure, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

ORCID: 0009-0008-5543-5411

For citation: Tryapitsyna S.V., Kravtsova O.S. Duration of implementation of measures for relocation of residents of settlements of the Techa River basin and territories of the East Ural Radioactive Trace. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2025. Vol. 18, No. 3. P. 105-111. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-3-105-111