

Особенности расселения потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения

С.А. Шалагинов, Л.Ю. Крестинина, Н.В. Старцев, А.В. Аклеев

Уральский научно-практический центр радиационной медицины ФМБА России, Челябинск, Россия

Целью работы была оценка основных особенностей расселения потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения. Использована информация из медико-дозиметрической базы данных Уральского научно-практического центра радиационной медицины (УНПЦ РМ) о местах и сроках проживания облучённых на реке Теча лиц и их потомков. Выделены группы потомков первого поколения от облучённых на реке Теча граждан, проживающие на различном удалении от реки Теча. Установлены основные направления расселения большой по численности группы потомков облучённых на реке Теча лиц (26 306 человек) за период времени с 1950 по 2010 г. Основным регионом расселения потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения является Челябинская область. Последовательно увеличивается доля потомков, проживающих за пределами их первоначального расселения. Убыль потомков из Курганской области является более значительной, чем их убыль из Челябинской области. Основная доля потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения (45,9%), живых к 2010 г., сосредоточена в городах. Миграция облучённого населения способствовала увеличению браков между облучёнными и необлучёнными лицами, рождению потомков облучённого населения с одним (отец или мать) и уменьшению рождений с двумя облучёнными родителями. В настоящем исследовании впервые проведено сопоставление особенностей расселения двух поколений людей, проживающих на радиоактивно загрязнённой территории — облучённых лиц и их потомков первого поколения. Отмечены выраженные различия в характере расселения потомков облучённого на реке Теча населения, по сравнению с родителями. Миграционная активность потомков является более выраженной, что, в частности, проявляется в увеличении их доли, выявляемой в городах, до 45,9% по сравнению с аналогичной долей для облучённых лиц, составившей 30,8% ($p < 0,001$). В то же время доля потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения, проживающих в сёлах, расположенных на побережье реки Теча, уменьшается при сравнении с облучёнными лицами. В отличие от живых к 2010 г. потомков первого поколения, большая часть умерших к данному времени потомков (30,7%) выявляется в пунктах контакта с ионизирующим излучением.

Ключевые слова: река Теча, потомки облучённого населения, пункты проживания, миграция, территория расселения, дальние мигранты.

Введение

Проблема оценки генетического риска действия ионизирующего излучения в человеческих популяциях требует для своего решения формирования значительных по численности выборок потомков облучённого населения. Эта необходимость определяется относительно невысокой вероятностью возникновения мутаций при облучении гонад, в особенности при облучении в диапазоне низких и промежуточных доз, а также низкой фоновой частотой генетически детерминированных заболеваний.

Возможность формирования достаточного по численности регистра потомков облучённого населения, помимо всего прочего, зависит от величины и качества регистра облучённых лиц. Одной из главных проблем, без решения которой практически не возможно решение задачи создания регистра потомков, является проблема отслежива-

ния мест их расселения, оценка особенностей динамики миграционных процессов в поколении потомков, которая в значительной степени связана с особенностями расселения представителей родительского поколения.

Усиление масштабов миграции представителей родительского поколения в период, предшествующий вступлению в брак, предопределяет расширение брачного рынка для облучённых на реке Теча лиц, увеличивает вероятность вступления в брак облучённых и интактных партнёров, лиц различной популяционной и этнической принадлежности, облучённых лиц с различными условиями облучения и дозами на гонады. В конечном счёте в воспроизводящей потомков облучённого населения популяции формируется чрезвычайно гетерогенный пул экспонированных и неэкспонированных гамет, несущих в себе разнообразные генетические задатки. В свою очередь, процессы миграции

Шалагинов Сергей Александрович

Уральский научно-практический центр радиационной медицины.

Адрес для переписки: 454076, Россия, г. Челябинск, ул. Воровского, 68-А; E-mail: shalaginov@urcrrm.ru

потомков облучённого населения определяют дальнейшую судьбу и популяционную динамику радиационно-экспонированных мутантных аллелей, полученных при зачатии от облучённых родителей, а также судьбу мутантных фенотипов. Миграционные процессы в целом будут способствовать увеличению степени генетического разнообразия в поколениях потомков облучённого населения, что потребует внесения корректив в процессе изучения заболеваемости и расчётах генетического радиогенного риска.

За длительный период наблюдения (начиная с 1950 г.) в Уральском регионе имела место выраженная миграция облучённого и необлучённого населения, как организованная, так и спонтанная, в результате чего произошло перераспределение облучённых лиц и их потомков, как по территории первоначального компактного расселения облучённых лиц, так и за её пределы. После нормализации радиационной обстановки (начиная с 1961 г.) произошло массовое переселение интактных лиц в сохранившиеся на побережье реки Теча сёла. С другой стороны, отмечалась выраженная миграция облучённых лиц за пределы их первоначального расселения, преимущественно в города [1, 2].

Потомки первого поколения облучённого на реке Теча населения (F1) могли родиться в пунктах контакта их родителей с ионизирующим излучением или на «чистых» территориях после переезда родителей на новое место жительства. В детском возрасте потомки облучённых лиц пассивно мигрировали вместе с родителями. По достижении ими совершеннолетия, как правило, решение о переезде на новое место жительства они принимали самостоятельно.

Сведения о характере расселения потомков первого поколения от облучённого на реке Теча населения, полученные в работе, могут быть использованы для разработки методологии формирования групп для исследований в радиационной эпидемиологии, радиационной и нерадиационной генетике человека, при сборе информации о состоянии здоровья потомков облучённого населения. Полученные в работе сведения о закономерностях перемещения облучённых лиц и территориальном распределении их потомков могут иметь важное значение при оценке действия нерадиационных факторов риска, конкурирующих с ионизирующим излучением. При оценке доз радиационного воздействия на гонады полезными могут быть полученные в работе сведения по влиянию миграционных процессов на формирование и распространение потомков с одним (отцом или матерью) или двумя облучёнными родителями. Сведения о местах расселения потомков облучённого населения первого поколения являются методологической базой для формирования регистра потомков второго и последующих поколений облучённого на реке Теча населения.

Цель исследования – изучить основные закономерности расселения потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения.

Задачи исследования

1. Выявить основные регионы и территории расселения потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения.
2. Оценить долю потомков, проживающих в пунктах контакта с ионизирующим излучением, в различные временные отрезки.

3. Оценить долю потомков первого поколения, выявляемых в городах Челябинской, Свердловской и Курганской областей, на 2010 г.

4. Сопоставить показатели миграционной активности потомков с соответствующими показателями для облучённого населения.

5. Сравнить территориальное распределение живых к 2010 г. потомков поколения F1 с распределением мест смерти умерших за период наблюдения с 1950 по 2010 г.

Материалы и методы

В работе использованы материалы базы данных УНПЦ РМ, содержащие сведения о местах проживания облучённых на реке Теча лиц и их потомков за каждый календарный год на протяжении всей жизни от момента их рождения. Рассматриваются представители двух когорт населения:

– *Когорта лиц, облучённых на реке Теча (КРТ)* – жители любого из 41 прибрежного пункта реки Теча, протекающей по территории Челябинской и Курганской областей, родившиеся до 01.01.1950 г. и проживающие в этих пунктах в какой-либо период времени с 01.01.1950 г. по 31.12.1960 г.

– *Когорта потомков первого поколения членов когорты реки Теча (КРТ F1)* – включает лиц, у которых хотя бы один из родителей включен в КРТ, а сами они родились после начала облучения родителей.

Выделяются две территориальные зоны:

– *Территория первоначального (районного) расселения (ТПР)* – включает 5 административных районов Челябинской области (Каслинский, Кунашакский, Красноармейский, Сосновский, Аргаяшский) и два района Курганской области (Катайский и Далматовский), по которым протекает река Теча.

– *Территория регионального (областного) расселения (ТРР)* – включает все населённые пункты в пределах Челябинской, Курганской и Свердловской областей, за вычетом населённых пунктов, вошедших в ТПР.

Местами традиционного (первоначального, компактного) проживания облучённого на реке Теча населения являются населённые пункты, расположенные на побережье реки Теча, либо пункты, в которые организованно переселялись значительные по численности группы облучённых лиц в период с 1954 по 1961 г. Переселению на «чистые» территории подверглось около 7,5 тысяч человек из наиболее загрязнённых прибрежных пунктов (в основном, с верховьев реки Теча) и отдельных улиц крупных прибрежных пунктов. Население наиболее крупных прибрежных сёл, начиная от села Муслюмово и ниже по течению реки в Челябинской области (всего 4 села), и большая часть населённых прибрежных пунктов в Курганской области (11 из 15) сохранились на побережье реки Теча [3, 4]. Территория первоначального расселения (ТПР) расширена до пределов административных районов Челябинской и Курганской областей, по территории которых протекает река Теча.

Прослеживание жизненного статуса и мест проживания членов КРТ и их потомков (проживающих как в прибрежных сёлах, так и на новых местах) проводилось в соответствии с методами, выработанными в Уральском научно-практическом центре радиационной медицины (УНПЦ РМ) и описанными ранее [3, 4]. Основными источниками информации о местах проживания и жизненном статусе являлись похозяйственные

книги установленного образца для прибрежных сёл реки Теча (в основном, в период с 1950 по 1963 г.) и для отдельных сёл в более поздний период, а также данные адресных бюро Челябинской, Курганской и Свердловской областей (начиная с 1960-х гг.). Дополнительными источниками информации являлись свидетельства о рождении и смерти для населения 7 административных сельских районов Челябинской и Курганской областей, по территории которых протекает река Теча, а также данные, получаемые при опросе населения медицинским персоналом УНПЦ РМ. Лица, переселившиеся за пределы Челябинской, Курганской и Свердловской областей, считаются дальними мигрантами. За этими лицами в УНПЦ РМ систематическое наблюдение не осуществлялось.

Статистическая обработка проводилась стандартными методами с использованием критерия достоверности χ^2 .

Результаты и обсуждение

В первом приближении миграционные потоки облучённого на реке Теча населения и его потомков могут быть оценены на наиболее высоком – региональном уровне административной стратификации. Такой подход представляется важным для стратегического планирования организационных мероприятий по сбору данных о состоянии здоровья и смертности потомков. В таблице 1 представлены данные по межрегиональному распределению облучённых лиц на 1960 г. (окончание формирования дозы облучения) и аналогичное распределение потомков облучённого населения по состоянию на конец 2010 г. Регионами, по территории которых протекает река Теча, являются Челябинская и Курганская области. Свердловская область отдельно выделяется в связи с тем, что по данным, полученным ранее [1], она явилась одним из основных направлений миграции для населения, облучённого на территории Курганской области.

Можно видеть, что к 1960 г. большая часть зафиксированных (живых и умерших) к данному году облучённых лиц (56,3%) регистрировалась на территории Челябинской области, около трети облучённых (30,6%) на территории Курганской области, в Свердловской области к данному моменту были идентифицированы только 2,1% облучённых лиц. Значительная доля (10,9%) приходится на лиц, выехавших за пределы трёх областей (Челябинской, Курганской и Свердловской). В последней группе определялись лица, для которых получено документальное подтверждение о переезде на постоянное место жительства за пределы 3 обозначенных выше областей к указанному выше сроку. Кроме того, в данную группу включены лица, находящиеся на данный период времени на срочной военной службе, в местах лишения свободы, а также облучённые на реке Теча лица, чей статус не был подтверждён документально на территории трех указанных областей (с высокой долей вероятности это могли быть мигранты в отдалённые регионы).

У потомков облучённого населения (поколение F1), по сравнению с облучёнными лицами, характер межрегионального распределения претерпевает значительные изменения. Как можно видеть из таблицы 1, доля потомков, зарегистрированных на территории Курганской области, в два раза ниже, чем среди облучённого населения. В то же время в Челябинской области, при сравнении с облучёнными лицами, доля потомков увеличивается на 9,9%, в Свердловской – на 4,7%, в отдалённых регионах – на 1,1%. Меньшая доля потомков F1 в Курганской области, по сравнению с Челябинской областью, может объясняться более выраженными показателями их миграции за пределы своего региона, что было продемонстрировано в предыдущих исследованиях для родительского поколения [1, 2]. Кроме того, следует учитывать, что качество наблюдения за потомками облучённого на реке

Таблица 1

Распределение членов КРТ и их потомков первого поколения по основным регионам проживания *

[Table 1

The distribution of The Techa River Cohort (TRC) members and their 1st generation offspring in the key regions of residence]

Регион [Region]	Число облучённых лиц на 1960 г. [Number of exposed people as of 1960]	Доля от общего числа облучённых, % [Part of total number of exposed, %]	Число потомков первого поколения на 2010 г. [Number of their 1st genera- tion offspring as of 2010]	Доля от общего числа потомков, % [Portion of total number of offspring, %]
Челябинская область [Chelyabinsk region]	16 744	56,3	17 116	66,2**
Курганская область [Kurgan region]	9 102	30,6	3 883	15,0**
Свердловская область [Sverdlovsk region]	634	2,1	1 752	6,8**
Прочие регионы [Other regions]	3 241	10,9	3 113	12,0**
Всего [Total]	29 721	100,0	25 868	100,0

* – для умерших облучённых лиц и их потомков учитывается регион, в котором зафиксирован факт смерти вне зависимости от даты её наступления. Для 438 (1,7%) потомков место регистрации не было установлено ни разу за весь период наблюдения;

** – $p < 0,001$ при сравнении с облучёнными лицами.

[* – for the deceased exposed individuals and their offspring, the region in which was recorded the fact of death is taken into account, regardless of the date of its occurrence. For 438 (1,7%) of the offspring, the place of registration was not set even once during the whole period of observation;

** – $p < 0,001$ in comparison with the exposed persons]

Теча населения в Курганской области может быть несколько хуже, чем в Челябинской области.

Одной из важных и, вместе с тем, неоднозначных, с точки зрения радиационной генетики, составляющих частей КРТ F1 являются потомки, родившиеся в населённых пунктах, расположенных на реке Теча. Потомки, родившиеся в прибрежных пунктах в период с 1950 по 1960 г., получили облучение на ранних этапах онтогенеза, включая период внутриутробного развития. Потомки, родившиеся после 31.12.1960 г., могут быть отнесены к группе «чистых» потомков вне зависимости от места их рождения.

Всего в пунктах контакта с ионизирующим излучением родились 12 533 потомка из поколения F1, в том числе в период с 1950 по 1960 г. включительно 8463 потомка, а в период с 1961 г. и позднее – 4070 потомков. Родились за пределами пунктов контакта с ионизирующим излучением 13 335 человек. Таким образом, «чистыми» потомками являются $13335 + 4070 = 17\,405$ человек, а 8463 потомка, помимо доз на гонады родителей, характеризуются облучением в период эмбрионального развития и (или) в период постнатального развития. Есть все основания считать, что «чистые» потомки будут характеризоваться большей миграционной активностью, чаще перемещаясь за пределы как ТПР, так и ТРР.

Как следует из таблицы 2, общая доля потомков F1, родившихся в пунктах контакта с ионизирующим излучением, составила 46,2%. Можно видеть, что чем раньше родились потомки первого поколения облучённого на реке Теча населения, тем более высокой является их доля среди детей, родившихся в пунктах, расположенных на побережье реки Теча. Соответствующий показатель последовательно меняется от 67,9% для детей, родившихся

в первые 5 лет, до 22,5% ($p < 0,001$) для детей, родившихся в период с 1975 по 1979 г. Для небольших по численности групп потомков F1, родившихся после 1979 г., отмечается тенденция к повышению доли детей, родившихся в пунктах контакта с ионизирующим излучением. Данный факт может быть связан с утерей контакта сотрудниками базы данных «Человек» УНПЦ РМ со значительной частью облучённых лиц, мигрировавших на дальние расстояния, и отсутствием сведений о рождении у них детей.

Формирование выборок для изучения показателей заболеваемости или для оценки генетических, иммунологических, физиологических и иных параметров у потомков делает необходимой оценку численности в тех или иных местах проживания живых к тому или иному моменту лиц. Кроме того, оценка живых к определённой дате членов КРТ F1 наглядно отражает закономерности их миграционного поведения для реального периода времени.

Исходя из логики проводимого анализа, представляется важным выделить временные отрезки, связанные с наиболее важными событиями, значительно влияющими на характер миграционных процессов. При этом 1962 г. – это первый календарный год после завершения организованного переселения населения с побережья реки Теча, 1985 г. – год, когда была зафиксирована максимальная миграционная активность облучённых лиц [1], 2010 г. – завершение периода наблюдения. В работе не приводятся данные по соотношению облучённых лиц и их потомков за более ранние периоды (до 1962 г.). При этом исходили из того, что КРТ окончательно сформировалась в 1960 г., в то же время к 1962 г. родилось только 50,0% потомков F1, а к 1985 г. – 99,1%.

Можно наблюдать последовательное уменьшение доли как облучённых лиц, так и их потомков, зарегистрированных в населённых пунктах побережья реки Теча

Динамика доли потомков облучённого на реке Теча населения, родившихся в пунктах контакта их родителей с ионизирующим излучением*

Таблица 2

[Table 2]

Dynamics of the proportion of the offspring of the exposed on the Techa river population that was born in the sites of contact of their parents with ionizing radiation*

Группы потомков в соответствии с датой рождения [Groups of the offspring according to the date of birth]	Всего потомков в группе [Total number of the offspring in group]	Родились в населённых пунктах реки Теча [Those who were born in the settlements of the Techa river]	Доля потомков, родившихся в населённых пунктах реки Теча [Proportion of the offspring, who were born in the settlements of the Techa river]
1950–1954	5824	3955	67,9
1955–1959	5881	3510	59,7
1960–1964	5127	1998	39,0
1965–1969	3629	1104	30,4
1970–1974	3152	838	26,6
1975–1979	1481	333	22,5
1980–1984	526	139	26,4
1985–1989	218	63	28,9
1990 и позднее [1990 and later]	30	9	30,0
Всего [Total]	25 868	11 949	46,2

* – Исключены 438 потомков, адрес проживания которых не был подтверждён ни разу.

[* – Excluding 438 offspring, whose address has not been confirmed once]

(рис.). При этом во все временные отрезки доля потомков, продолжающих регистрироваться в пунктах контакта их родителей с ионизирующим излучением, была существенно ниже, чем доля самих облучённых лиц, зарегистрированных в тех же пунктах, что может быть связано с более высокой миграционной активностью потомков, активно мигрирующих за пределы ТПР. Максимально высокие различия, достигающие 11,2%, отмечены в 1995 г., минимальные, составляющие 6,1% ($p < 0,001$), – в 2010 г.

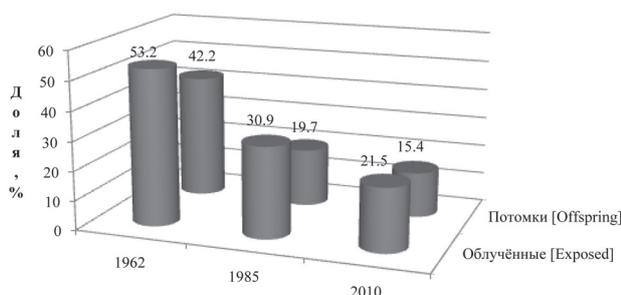


Рис. Динамика доли живых облучённых лиц и их детей (потомков первого поколения), зафиксированных в пунктах контакта с ионизирующим излучением
[Fig. Dynamics of the proportion of live exposed persons and their children (first generation offspring), stated at sites of contact with ionizing radiation]

В период с 1962 по 1985 г. продолжается увеличение численности членов КРТ F1 за счёт их рождения преимущественно в семьях, сформировавшихся после переезда на новое место жительства. В то же время потомки облучённых на реке Теча лиц, родившиеся в 1950-е гг., в этот период достигают зрелого возраста и могут принимать самостоятельное решение о переезде на новое место

жительства. 1960–1970-е гг. совпадают с периодом индустриализации и бурного роста городского населения как в СССР в целом, так и на Урале в частности. Таким образом, к данному времени сформировались дополнительные объективные предпосылки для миграции членов КРТ и их потомков в быстро растущие города.

В период с 1985 по 2010 г. доля живых облучённых лиц сокращается на 9,4% (с 30,9% до 21,5%), в то время как доля живых потомков F1 – только на 4,3% (с 19,7% до 15,4%). Выявленные различия в темпах снижения относительной численности могут быть связаны с высокими показателями смертности в постаревшей когорте членов КРТ.

Во все временные отрезки изменение доли облучённых лиц в основном определялось вымиранием членов когорты, в то время как для снижения доли зафиксированных в населённых пунктах, расположенных на побережье реки Теча, живых потомков большее значение имела дальняя миграция за пределы ТПР и ТРР.

Прямым следствием миграции населения является отчётливо выраженное, начиная со второй половины 1950-х гг., неуклонное увеличение заключения браков облучённых на реке Теча лиц с интактными партнёрами и в результате увеличение рождения детей, имеющих только одного облучённого родителя: мать или отца. Данное обстоятельство является важным для определения формирования регистра потомков облучённого населения и анализа влияния ионизирующего излучения на гонады родителей. В результате заключения браков между облучёнными и необлучёнными родителями создаётся предпосылка для увеличения общей численности потомков, но при этом уменьшается («разбавляется») средняя суммарная доза радиационного воздействия на гонады родителей, появляется потенциальная возможность дифференцированной оценки эффектов, связанных с облучением женских и мужских гонад.

Повозрастное распределение потомков первого поколения членов КРТ в зависимости от факта облучения одного или обоих родителей

Таблица 3

Age-specific distribution of the first generation offspring of members of the TRC, depending on the fact of exposure of one or both parents]

[Table 3

Группы потомков (дата рождения) [Groups of offspring (date of birth)]	Облучилась только мать [Only mother was exposed]		Облучился только отец [Only father was exposed]		Облучились оба родителя [Both parents were exposed]		Всего потомков [Offspring total number]	
	Число [Number]	Доля,% [Portion,%]	Число [Number]	Доля,% [Portion,%]	Число [Number]	Доля,% [Portion,%]	Число [Number]	Доля,% [Portion,%]
1950–1954	1045	17,5	103	1,7	4810	80,7	5958	100,0
1955–1959	1100	18,3	351	5,8	4576	75,9	6027	100,0
1960–1964	1293	24,8	834	16,0	3083	59,2	5210	100,0
1965–1969	1192	32,3	1038	28,1	1460	39,6	3690	100,0
1970–1974	984	31,1	1205	38,1	972	30,7	3161	100,0
1975–1979	463	31,2	626	42,2	396	26,7	1485	100,0
1980–1984	157	29,9	233	44,4	135	25,7	525	100,0
1985–1989	53	24,2	100	45,7	66	30,1	219	100,0
1990 и позднее [1990 and later]	5	16,1	19	61,3	7	22,6	31	100,0
Всего [Total]	6 292	23,9	4 509	17,1	15 505	58,9	26 306	100,0

Из таблицы 3 можно видеть, что значительная часть (58,9%) потомков облучённого на реке Теча населения первого поколения имеют двух облучённых родителей. Родились от облучённой матери и интактного отца 23,9% потомков, от облучённого отца и необлучённой матери – 17,1% потомков. Доля детей, родившихся от двух облучённых родителей, была максимальной (80,7%) среди родившихся с 1950 по 1954 г., последовательно снижаясь до 22,6% для родившихся в 1990 г. и позднее. Вместе с тем, доля детей, имеющих только облучённую мать, увеличивается с 17,5% до 32,3% при сравнении периодов с 1950 по 1954 г. и с 1965 по 1969 г. В последующем можно наблюдать снижение доли этих потомков до 16,1%.

В то же время доля детей, родившихся от облучённого отца и интактной матери, за период с 1950 по 1954 г. и в период после 1989 г. неуклонно повышается от 1,7% до 61,3%.

Очевидно, что уменьшение доли потомков с двумя облучёнными родителями связано с усилением процессов миграции облучённых лиц. Преобладание потомков, зачатых облучёнными матерями, по сравнению с потомками, зачатыми облучёнными отцами, отмечаемое в 1950-е и 1960-е гг., обусловлено более ранним вступлением в брак женщин по сравнению с мужчинами. Преобладание рождения детей, имеющих облучённого отца и интактную мать среди лиц, родившихся в 1980-е и 1990-е гг., может быть обусловлено более длительным репродуктивным периодом у мужчин по сравнению с женщинами.

Регистр потомков первого поколения на конец 2010 г. включал сведения о 26 306 людях (табл. 4), из них 4568 потомков (17,4%) к данному моменту умерли от различных причин, для 6262 потомков F1 (23,8%) к концу 2010 г. статус не был известен. При этом для 438 из 6262 потомков (7,0%) статус не был подтверждён ни разу за весь период наблюдения. Лица с неизвестным статусом с высокой долей вероятности могли быть мигрантами, выехавшими за пределы территории регионального расселения (ТРР) населения, облучённого на реке Теча.

Для членов когорты облучённых лиц в качестве точки для наблюдения выбран 1985 г. – это год их максимальной миграционной активности [1]. Для потомков выбран

2010 г., который является последним годом наблюдения. Важно, что 1985 и 2010 гг. разделяет 25 лет – это период полной смены одного поколения в человеческих популяциях [5].

Как можно видеть из таблицы 4, отмечается закономерно меньшая, обусловленная более высоким средним возрастом, доля умерших к 2010 г. потомков F1 по сравнению с долей умерших к 1985 г. облучённых на реке Теча лиц (17,4% и 33,4% соответственно, $p < 0,001$). Более высокая доля лиц с неизвестным статусом среди потомков по сравнению с облучёнными лицами (23,8% и 9,4% соответственно, $p < 0,001$) может быть связана с усилением процессов миграции за пределы ТПР и в особенности за пределы ТРР. Для 1124 из 2792 человек с неизвестным статусом на 2010 г. было известно, что ранее они являлись мигрантами за пределы ТРР. Для сравнения, для 15 477 живых лиц с известным на конец 2010 г. местом проживания за пределами ТПР проживали 1035 потомков, что составляло только 6,7%, $p < 0,001$.

Количество живых, состоящих под наблюдением в 1985 г. облучённых лиц и их потомков, состоящих под наблюдением в 2010 г., сопоставимо и составляет 17 004 и 15 476 человек соответственно. Следует также отметить, что число населённых пунктов, расположенных на побережье реки Теча в период с 1985 по 2010 г., составляло 15 и оставалось неизменным.

Можно видеть (табл. 5), что по различным группам населённых пунктов распределение потомков и облучённых лиц существенно различается. Практически в два раза реже, чем облучённые лица (15,4% против 30,9%, $p < 0,001$), потомки F1 регистрируются в пунктах контакта с ионизирующим излучением. В сёлах вне побережья реки Теча, расположенных в пределах административных районов побережья реки Теча (в пределах ТПР), такие различия менее выражены (16,2% против 18,7%, $p < 0,001$). Уменьшение доли потомков по сравнению с облучёнными лицами, выявляемыми за пределами ТРР («дальние мигранты»; от 9,2% до 6,7%, $p < 0,001$), может быть связано с объективными трудностями получения информации о потомках, родившихся на данной территории.

Таблица 4

Соотношение групп облучённых лиц, членов КРТ по состоянию на 1985 год и их потомков по состоянию на 2010 год

[Table 4

The ratio of groups of exposed persons, members of the TRC as of 1985 and their offspring as of 2010]

Группы облучённых лиц и их потомков [Groups of exposed persons and their offspring]	Число облучённых лиц на 1985 г. [Number of exposed persons as of year 1985]	Доля (%) облучённых лиц [Portion (%) of the exposed persons]	Число потомков F1 на 2010 г. [Number of the F1 offspring as of 2010]	Доля (%) потомков F1 [Portion (%) of the F1 offspring]
Умерли к концу года [Died to the end of the year]	9925	33,4	4568	17,4*
Статус не известен [Status is unknown]	2792	9,4	6262	23,8*
Живые с известным статусом на конец года [Living with known status at the end of the year]	17 004	57,2	15 476	58,8
Итого [Total]	29 721	100,0	26 306	100,0

* – $p < 0,001$ при сравнении с облучёнными на реке Теча лицами.

[* – $p < 0,001$ in comparison with the persons exposed on the Techa river]

Таблица 5

Распределение облучённых на реке Теча лиц на 1985 г. и их потомков первого поколения на 2010 г. (живых, с установленным статусом проживания на данный год наблюдения)

[Table 5

The distribution of individuals exposed on the Techa River as for 1985 and their 1st generation offspring as for 2010 (live, with the established status of residence as for the given year of observation)]

Наименование групп населённых пунктов [Groups of the settlements]	Число облучённых лиц на 1985 г. [Exposed as for 1985]	Доля (%) облучённых лиц [Part (%) of the exposed individuals]	Число потомков F1 на 2010 г. [F1 offspring as for 2010]	Доля (%) потомков F1 [Part (%) of the F1 offspring]
Пункты побережья реки Теча (в пределах ТПР) [Coastal settlements of the Techa river within the territories of initial (district) resettlement]	5 256	30,9	2 382	15,4*
Сёла вне побережья реки Теча, в пределах ТПР, за исключением районных центров [The villages beyond the coast of the Techa river, within the territories of initial (district) resettlement, with the exception of district centers]	3 182	18,7	2 513	16,2*
Районные центры в пределах ТПР [District centres within the territories of initial (district) resettlement]	1 203	7,1	1 577	10,2*
Сёла в пределах ТПР, за исключением сёл, расположенных в ТПР [The village within the territories of regional resettlement, excluding the villages located in the territories of initial (district) resettlement]	562	3,3	861	5,6*
Города в пределах ТПР [Towns within the territories of regional resettlement]	5 236	30,8	7 108	45,9*
Населённые пункты за пределами ТПР (города и сёла) [Settlements beyond the territories of regional resettlement (towns and villages)]	1 565	9,2	1 035	6,7*
Всего живых с известным статусом на конец года [Total living with known status at the end of the year]	17 004	100,0	15 476	100,0

* – $p < 0,001$ при сравнении с облучёнными лицами.

[* – $p < 0.001$ in comparison with the persons exposed on the Techa river]

Наиболее существенным образом увеличилась доля потомков облучённых лиц в сравнении с долей представителей родительского поколения в городах, расположенных в пределах ТПР (45,9% и 30,8% соответственно, $p < 0,001$). Установлено (см. табл. 5), что наиболее высокое число потомков первого поколения (7108 человек, 45,9%) на конец 2010 г. зафиксировано в городах Челябинской, Свердловской и Курганской областей, расположенных в пределах ТПР. Относительно невысокой является доля лиц, зарегистрированных в сёлах побережья реки Теча (15,4%) и в сёлах вне побережья реки Теча, расположенных в пределах ТПР (16,2%). Относительно невысокой является доля потомков F1, зарегистрированных в районных центрах этих 7 административных районов (10,2%). Минимальные доли потомков облучённого на реке Теча населения поколения F1 зафиксированы в сельских населённых пунктах, расположенных в пределах ТПР, но за пределами 7 административных районов (5,6%), а также в населённых пунктах (городах и сёлах), расположенных за пределами ТПР (6,7%). При этом следует отметить, что облучённые лица и их потомки, выехавшие за пределы ТПР, сотрудниками базы данных «Человек» практически не отслеживаются.

Таким образом, на начало 2010 г. регистр потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения составлял 15 476 живых, вошедших в базу данных УНПЦ РМ резидентов, что составило 58,8% от общего числа вошедших в базу данных потомков F1. В зоне, доступной для медицинского наблюдения и сбора информации по заболеваемости, проживал 14 441 потомок (исключены «дальние мигранты», проживающие в населённых пунктах за пределами ТПР), что составляет 55,5% от общего числа вошедших в регистр потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения.

Межрегиональное распределение умерших потомков (табл. 6) отличается от аналогичного распределения среди живых на 2010 г. лиц (см. табл. 5). Так, большая часть умерших потомков (30,7%) выявляется в пунктах контакта с ионизирующим излучением, значительная часть – в городах и в сёлах, расположенных вне побережья реки Теча (18,9%), в административных районах, по территории которых протекает река Теча (18,3%). Достаточно высокой является доля лиц с неизвестным местом смерти (17,7%). Предполагается, что во многих случаях смерть облучённого населения наступила за пределами ТПР.

Распределение умерших потомков членов КРТ в зависимости от места их смерти

Таблица 6

The distribution of offspring of members of the KRT, depending on their place of death

[Table 6]

Место проживания на момент наступления смерти [Place of residence at the time of death]	Всего потомков [Offspring]	
	Число умерших потомков [Number of the decedent offspring]	Доля умерших потомков, % [Portion (%) of the decedent offspring,%]
Населенные пункты реки Теча (ТПР) [Settlements of the Techa river (territories of initial (district) resettlement)]	1 304	30,7
Сёла в пределах административных районов течения реки Теча (ТПР) [Villages within the administrative districts of the Techa river course (territories of initial (district) resettlement)]	779	18,3
Районные центры в административных районах течения реки Теча (ТПР) [District centers within the administrative districts of the Techa river course (territories of initial (district) resettlement)]	198	4,7
Сёла в зоне постоянного наблюдения, за пределами ТПР [Villages within the monitoring zone beyond the territories of initial (district) resettlement]	172	4,0
Города в пределах ТПР [Towns within the territories of regional resettlement]	805	18,9
Населённые пункты за пределами ТПР (города и сёла) [Settlements beyond the territories of regional resettlement]	244	5,7
Пункт смерти не известен [Place of death is unknown]	752	17,7
Всего [Total]	4 254	100,0

Таким образом, исходя из общей численности потомков F1, оптимальными регионами для изучения смертности, в отличие от изучения заболеваемости, могут быть пункты контакта родительского поколения с ионизирующим излучением и соседние сёла, расположенные в административных районах, по которым протекает река Теча.

Выводы

1. Основным регионом расселения потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения является Челябинская область, на территории которой зарегистрировано 66,2% всех живых на 2010 г. и умерших к данному периоду потомков.

2. В пунктах контакта с ионизирующим излучением родилось 46,2% потомков поколения F1. При этом их доля снижается от 67,9% для потомков, родившихся в период с 1950 по 1954 г., до 22,5% для потомков, родившихся в период с 1975 по 1979 г.

3. Из числа потомков первого поколения, живых к 2010 г., почти половина (45,9%) проживали в городах Челябинской, Свердловской и Курганской областей.

4. Миграционная активность потомков является более выраженной, что проявляется в увеличении их доли в городах до 45,9% по сравнению с аналогичной долей для облучённых лиц, составившей 30,8% $p < 0.001$.

5. В отличие от живых к 2010 г. потомков поколения F1, большая часть умерших к данному отрезку времени по-

томков (30,7%) выявляется в пунктах контакта с ионизирующим излучением.

Литература

1. Шалагинов, С.А. Миграция облучённого на реке Теча населения / С.А. Шалагинов, Н.В. Старцев, А.В. Аклев // Медицина экстремальных ситуаций. – 2014. – № 4. – С. 18–26.
2. Шалагинов, С.А. Особенности расселения облучённого на реке Теча населения за период наблюдения с 1950 по 2010 годы / С.А. Шалагинов, Н.В. Старцев, А.В. Аклев // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2015. – № 2. – С. 108–114.
3. Аклев, А.В. Состояние здоровья населения Челябинской, Свердловской и Курганской областей, проживающего на радиоактивно загрязнённых территориях / А.В. Аклев, Л.Ю. Крестинина, Л.Г. Конышина [и др.] // Последствия техногенного радиационного воздействия и проблемы реабилитации Уральского региона. – М.: Комтехпринт, 2002. – Гл. 4. – С. 204–237.
4. Косенко, М.М. Методология наблюдения за когортой лиц, облучившихся на реке Теча / М.М. Косенко, А.В. Аклев, Л.Ю. Крестинина // Сибирский медицинский журнал. – 2003. – Т. 18, № 5. – С. 40–49.
5. Медков, В.М. Демография / В.М. Медков // Демография: учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 448 с.

Поступила: 16.03.2017 г.

Шалагинов Сергей Александрович – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник эпидемиологической лаборатории Уральского научно-практического центра радиационной медицины ФМБА России. **Адрес для переписки:** 454076, Россия, Челябинск, ул. Воровского, 68-А; E-mail: shalaginov@urcrm.ru

Крестинина Людмила Юрьевна – кандидат медицинских наук, заведующая эпидемиологической лабораторией Уральского научно-практического центра радиационной медицины ФМБА России, Челябинск, Россия

Старцев Николай Валерьевич – заведующий базой данных «Человек» Уральского научно-практического центра радиационной медицины ФМБА России, Челябинск, Россия

Аклеев Александр Васильевич – доктор медицинских наук, директор Уральского научно-практического центра радиационной медицины ФМБА России, Челябинск, Россия

Для цитирования: Шалагинов С.А., Крестинина Л.Ю., Старцев Н.В., Аклеев А.В. Особенности расселения потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 2. – С. 6–15. DOI: 10.21514/1998-426x-2017-10-2-6-15

Peculiarities of the resettlement of the first generation offspring of the exposed Techa River population

Sergey A. Shalaginov, Lyudmila Yu. Krestinina, Nikolay V. Startsev, Alexandr V. Akleyev

Urals Research Center for Radiation Medicine, Federal Medical-Biological Agency, Chelyabinsk, Russia

The objective of this study was to assess main regularities of resettlement of the first generation offspring of the exposed Techa River population. In the given paper the information on places and periods of residence of the population exposed on the Techa River and their offspring, obtained from the medical-dosimetric database of the URCRM was used. Groups of the first generation offspring of exposed people living at various distances from the Techa River were identified. Main regularities of resettlement of a large group of offspring of the exposed Techa River population (26 300 persons) over the period 1950-2010 were revealed. Chelyabinsk Oblast is the main resettlement area of the first generation offspring of the exposed Techa River population. The proportion of offspring living outside of their primary resettlement area is gradually increasing. Offspring outflow from the Kurgan Oblast is greater than that from the Chelyabinsk Oblast. The main part (45.9%) of the first generation offspring of the exposed Techa River population alive as of 2010 was gathered in cities. Migration of the exposed population promoted increase in the number of marriages between exposed and unexposed persons, to the birth of offspring whose one parent (either mother or father) was exposed and led to decrease in the number of offspring whose both parents were exposed. In the current study for the first time peculiarities of resettlement of two generation of people residing on radioactively-contaminated territories, exposed people and their offspring, were compared. Marked differences in the nature of resettlement of the Techa River exposed population offspring relative to their parents were registered. Offspring migrated more frequently, which is expressed in the increase in their proportion in cities up to 45.9% as compared to that of exposed persons – 30.8% ($p < 0.001$). At the same time the proportion of the first generation offspring of the exposed Techa River population, who reside in Techa riverside settlements, is decreasing as compared to that of the exposed persons. In contrast to first generation offspring alive as of 2010, a bigger part of deceased offspring as of 2010 (30.7%) was registered in Techa riverside villages.

Key words: Techa river, exposed population offspring, place of residence, migration, resettlement area, distant migrants

References

1. Shalaginov S.A., Startsev N.V., Akleev A.V. Migration of the Techa River inhabitants, exposed to radiation. *Meditsina*

ekstremalnykh situatsiy = Medicine of Extreme Situations, 2014, No. 4, pp. 18-26. (In Russian)

2. Shalaginov S.A., Startsev N.V., Akleev A.V. Settling of population exposed to radiation on the Techa River, over the

Sergey A. Shalaginov

Urals Research Center for Radiation Medicine

Address for correspondence: Vorovskogo str., 68-A, Chelyabinsk, 454076, Russia; E-mail: shalaginov@urcrm.ru

observation period from 1950 to 2010. Mediko-biologicheskie i sotsialno-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh = Medico-Biological and Socio-Psychological Problems in Emergency Situations, 2015, No. 2, pp. 108-114. (In Russian)

3. Akleev A.V., Krestinina L.Yu., Konshina L.G. [et al.] The health status of the population of Chelyabinsk, Sverdlovsk and Kurgan regions, living in radioactively contaminated territories. Consequences of technogenic radiation exposure

and the problem of rehabilitation of the Ural region. Moscow, Komtechprint, 2002, pp. 204-237. (In Russian)

4. Kosenko M.M., Akleev A.V., Krestinina L.Yu. Supervision methodology of the cohort of subjects who were exposed to radiation on the Techa river. Sibirskiy meditsinskiy zhurnal = Siberian Medical Journal, 2003, Vol. 18, No. 5, pp. 40-49. (In Russian)

5. Medkov, V.M. Demography. Rostov-on-Don, Phoenix, 2002, 448 p. (In Russian)

Received: March 16, 2017

For correspondence: Sergey A. Shalaginov – Candidate of Medical Science, Senior Researcher, Epidemiological laboratory, Urals Research Center for Radiation Medicine, Federal Medical-Biological Agency (Vorovskogo str., 68-A, Chelyabinsk, 454076, Russia; E-mail: shalaginov@urcrm.ru)

Lyudmila Yu. Krestinina – Candidate of Medical Science, Head, Epidemiological Laboratory, Urals Research Center for Radiation Medicine, Federal Medical-Biological Agency, Chelyabinsk, Russia

Nikolay V. Startsev – Chief, Database “Human”, Urals Research Center for Radiation Medicine, Federal Medical-Biological Agency, Chelyabinsk, Russia

Alexandr V. Akleyev – Doctor of Medical Science, Director, Urals Research Center for Radiation Medicine, Federal Medical-Biological Agency, Chelyabinsk, Russia

For citation: Shalaginov S.A., Krestinina L.Yu., Startsev N.V., Akleyev A.V. Peculiarities of the resettlement of the first generation offspring of the exposed Techa River population. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No. 2, pp. 6–15. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426x-2017-10-2-6-15