

Эволюция допустимых доз ионизирующего излучения и значение аварии 1993 г. на Сибирском химическом комбинате в облучении населения

Тетенев Ф.Ф., Рыжов А.И., Поровский Я.В.

Evolution of maximum permissible doses of ionizing radiation and role of accident of 1993 at the Siberian Chemical Plant in irradiation of people

Tetenev F.F., Ryzhov A.I., Porovsky Ya.V.

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

© Тетенев Ф.Ф., Рыжов А.И., Поровский Я.В.

В апреле 2008 г. исполнилось 15 лет со дня аварии на радиохимическом производстве Сибирского химического комбината (СХК). Описаны изменения радиационного фона вследствие аварии 1993 г., результаты изучения радиационной обстановки на территории зоны наблюдения СХК. Обобщены данные состояния здоровья населения населенных пунктов, расположенных в зоне радиационного следа аварии. Приведены результаты собственных исследований.

Ключевые слова: авария 1993 г., здоровье населения, зона наблюдения, Сибирский химический комбинат.

In April 2008, it was 15 years after the accident at the radiochemical line of the Siberian Chemical Plant (SCP). Changes in the ionizing radiation background due to the accident of 1993 and results of investigation of the radiation situation in the SCP coverage zone are described. The data on state of health in people leaving in the zone of radiation track of the accident are generalized. The results of our investigation are presented.

Key words: accident of 1993, human health, coverage zone, Siberian Chemical Plant.

УДК 614.876:616-001.28:615.015.3(571.16)

В апреле 2008 г. исполнилось 15 лет со дня аварии, произошедшей в 1993 г. на радиохимическом производстве Сибирского химического комбината (СХК). В настоящее время известным историческим фактом является то обстоятельство, что большинство крупномасштабных радиационных аварий, такие как санкционированный сброс в бассейне р. Течи (в период 1949–1952 гг.) жидких радиоактивных отходов производства атомного комбината «Маяк», термохимический взрыв (разрушение) емкости, содержащей высокоактивные жидкие радиоактивные отходы, на том же комбинате в 1957 г., авария на четвертом энергоблоке Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г., произошли на территории бывшего

СССР. Накопленный в этой принципиально новой проблеме уникальный опыт исследований, особенно в период становления атомной индустрии в Советском Союзе в начале 50–х гг. XX столетия, способствовал развитию отечественной радиобиологии, радиационной медицины и радиэкологии. Все результаты выполненных работ в обсуждаемой области были строго засекречены и отражались в основном в соответствующих машинописных отчетах [7]. По прошествии 3 лет после катастрофы в Чернобыле, в 1989 г., впервые был снят режим секретности с указанных событий. В результате этого решения в отечественной и зарубежной печати стали публиковаться материалы российских уче-

Тетенев Ф.Ф., Рыжов А.И., Поровский Я.В. Эволюция допустимых доз ионизирующего излучения и значение аварии 1993 г. ...

ных по медико-экологическим аспектам проблем, возникших после радиационных аварий. В связи с произошедшими изменениями опубликованы результаты медико-экологических последствий радиационной аварии на СХК в апреле 1993 г., а также данные радиозоологических и медицинских исследований населения, проживающего в зоне наблюдения СХК.

Авария на СХК 6 апреля 1993 г. была инцидентом третьего уровня (выброс с облучением населения) на одном из крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла. Она получила широкую огласку и привлекла значительное внимание общественности. Авария была вызвана разрушением аппарата, в котором проводились технологические операции по подготовке к экстракции уранового раствора, что обусловило выброс радиоактивных аэрозолей в окружающую среду. По данным Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), в результате аварии произошел выброс в атмосферу 30 ТБк ($30 \cdot 10^{12} \text{ Бк}$) радионуклидов — продуктов деления ядерного топлива, а также 6 ГБк ($6 \cdot 10^9 \text{ Бк}$) ^{239}Pu [28]. Это привело к загрязнению внешней среды населенных пунктов Георгиевка, Малиновка (Польская), Черная Речка, находящихся к северо-востоку от комбината [23]. Произошло радиоактивное загрязнение атмосферы, поверхностных вод, лесных массивов и сельскохозяйственных угодий [7, 27].

Обобщенные сведения вне территории СХК по радионуклидному составу выпадений в пределах следа приведены в таблице.

Относительный нуклидный состав на следе аварийного выброса
на СХК 06.04.1993 г. [19]

Радионуклид	^{95}Zr	^{95}Nb	^{103}Ru	^{106}Ru	^{125}Sb	^{141}Ce	^{144}Ce	^{239}Pu
Относительный нуклидный состав выпадений, %	20,4	44,0	1,4	31,4	0,4	1,5	0,9	0,01

Низкие уровни радиоактивного загрязнения объектов внешней среды и сравнительно быстрый радиоактивный распад не позволили получить достоверные данные по миграции радионуклидов аварийного выброса.

Из девяти стационарных постов радиационного контроля СХК, на которых проводится непрерывный отбор аэрозолей с помощью фильтровально-вентиляционных установок, лишь два оказались в секторе распространения облака от аварийного выброса. В пробах воздуха на территории Наумовки был кратковременно зарегистрирован ^{95}Nb [7, 8] $3,3 \cdot 10^{-5} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$ [7]. Объемные активности других радионуклидов оказались ниже предела обнаружения аппаратурой.

Радиоактивный след лег на часть водосбора р. Самуси — притока р. Томи. Особенность аварии заключалась в том, что радиоактивные выпадения легли на снежный покров. Лед, покрывавший р. Самусь в период прохождения талых вод, предотвратил загрязнение донных отложений. Об этом свидетельствует спектрометрический анализ серии проб, отобранных в июне — июле 1993 г. до устья р. Самуси, не выявивший радионуклидов аварийного происхождения [10].

Более 90% площади радиоактивного следа за пределами СХК пришлось на хвойные леса. Радионуклидный состав веществ, осевших на хвое и коре деревьев, практически не отличался от такового в снеге и на почве.

Сельскохозяйственные угодья, оказавшиеся на радиоактивном следе, входили в земли сельскохозяйственного предприятия «Сибиряк» с центральной усадьбой, расположенной в с. Наумовке. Загрязнению подверглось 743 га пашни, 248 га сенокосов и 139 га пастбищ. Пашотные земли используются преимущественно для производства фуражного зерна, часть которого предназначена для продажи. Остальные корма, получаемые на сельхозугодьях, идут на корм местному молочному стаду. Молочная продукция реализуется преимущественно населению района. В связи с тем что аварийные выпадения легли на снеговой покров, загрязнение продукции растениеводства в первый год после аварии происходило преимущественно через корневой путь.

От аварийного выброса наиболее пострадала д. Георгиевка, в которой постоянно проживало 73 человека, в том числе 18 детей до 17

лет. Радиоактивное облако достигло Георгиевки через 20–30 мин после аварийного взрыва. Эффективное время выпадений (период действия шлейфа облака) составило около 30–40 мин. В период прохождения облака на территории деревни находилась большая часть ее постоянного населения, за исключением школьников и сельскохозяйственных рабочих. По данным группы наземной радиационной разведки СХК, прибывшей в деревню во второй половине дня 6 апреля 1993 г., мощность экспозиционной дозы (МЭД) γ -излучения на территории Георгиевки повысилась после аварии с 6–15 мкР/ч (фоновые значения для данного региона) до 30–60 мкР/ч. Плотность потока β -частиц на поверхности снежного покрова составляла от 30 до 3 000 частиц \cdot (см² \cdot мин)⁻¹.

Для определения загрязнения радионуклидами территории Георгиевки в послеварийный период было отобрано и проанализировано более 70 проб снега и почвы. В пробах обнаружены ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ⁹⁵Zr, ⁹⁵Nb, ¹⁰³Ru, ¹⁰⁶Ru, ¹⁴¹Ce, ¹⁴⁴Ce и ²³⁹Pu [7].

Сопоставление данных по пробам снега, грунта и данных о радиоактивных выпадениях предыдущих лет позволило установить, что загрязнение территории цезием и стронцием обусловлено глобальными (техногенными) выпадениями и предыдущей многолетней работой СХК. Загрязнение остальными γ -излучающими нуклидами — результат аварийного выброса. Загрязнение плутонием не более чем на 10% обусловлено аварийным выбросом, т.е. основное загрязнение обусловлено предыдущей многолетней деятельностью СХК. В целом относительный радионуклидный состав выпадений от аварийного выброса на территории Георгиевки практически не отличался от состава выпадений в других местах следа за пределами СХК.

Особенностью загрязнения территории являлась ее неоднородность даже на небольших площадях (менее 1 м²), что связано с наличием «горячих частиц». Вблизи д. Георгиевки плотность таких частиц оценивалась равной 400 м⁻² [12]. Эти частицы создавали внутренний фактор облучения [18].

При оценке доз облучения за первый год после аварии рассмотрены следующие пути воздействия излучения на организм человека:

- внешнее облучение от радионуклидов в облаке во время его прохождения над населенным пунктом;

- внешнее облучение от радионуклидов, осевших на землю;

- ингаляционное поступление радионуклидов, содержащихся в приземном слое воздуха, во время прохождения облака и в результате вторичного ветрового подъема;

- употребление загрязненных продуктов питания.

Результаты оценки средних доз облучения различных возрастных групп жителей Георгиевки за первый год после аварии свидетельствуют, что определяющим фактором радиационного воздействия является внешнее γ -излучение от радионуклидов, осевших на почву. Вклад дозы внешнего облучения в суммарную эффективную дозу составляет 75–85% для различных профессионально-возрастных групп населения. Основными дозообразующими радионуклидами в первый год после аварии являлись ⁹⁵Zr, ⁹⁵Nb и ¹⁰⁶Ru.

Доза внутреннего облучения более чем на 90% формировалась за счет ингаляционного поступления радионуклидов, главным образом ¹⁰⁶Ru и ²³⁹Pu. Доза от перорального поступления радионуклидов аварийного выброса составляла менее 1% суммарной эффективной дозы и лишь 6% дозы внутреннего облучения от поступления с рационом питания ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs — радионуклидов, отсутствовавших в аварийном выбросе.

Индивидуальная эффективная доза облучения различных возрастных групп жителей Георгиевки за первый год после аварии составила от 0,14 до 0,37 мЗв [4], за второй год 0,016–0,049 мЗв [7], что в несколько раз меньше суммарной эффективной дозы облучения (3,5–4 мЗв в год), которой в среднем подвергается население России [11].

По результатам исследований Государственного института прикладной экологии, после аварии 1993 г. максимальная эффективная

эквивалентная доза внешнего и внутреннего облучения при условии, что население Георгиевки употребляет в пищу только загрязненные продукты местного производства, несколько выше и составила 300 мБэр в год (3 мЗв в год) [5].

За 50-летний период деятельности на СХК произошло 30 аварийных инцидентов [27], по другим данным — 37 [17]. Пять из них (включая аварию 06.04.1993 г.) относят к третьему уровню по международной шкале событий на атомных станциях. Сообщают о взрыве реактора-подготовителя гидразина, сорбционной колонки [1]. Реконструкция доз облучения населения от газоаэрозольных выбросов, содержащих радиоактивный йод, в период 1961—1969 гг. показала, что максимальная ингаляционная доза облучения щитовидной железы в пунктах, расположенных за пределами санитарно-защитной зоны СХК, для взрослого населения не превышала 1 мЗв в год, для детей — 2 мЗв в год [3]. Это было ниже предела доз действующих Норм радиационной безопасности (НРБ-69) для щитовидной железы — 1,5 бэр (15 мЗв) для детей и 3,0 бэр (30 мЗв) для взрослого населения.

После аварии с помощью аэрогаммаспектрометрической съемки выявлена зона загрязнения почв радионуклидами в северо-восточном направлении от СХК (по преобладающей розе ветров). Среднее значение загрязнения ^{137}Cs превышает активность, обусловленную глобальным выпадением, в 7 раз, а плутонием — в 4 раза [9]. С учетом накопленной плотности выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr доза может составлять для населения 5 мЗв в год [17], т.е. превышает дозу 1 мЗв в год, допустимую для населения согласно НРБ-99.

Можно полагать, что в условиях произошедших на СХК инцидентов накопление суммарной дозы γ -ионизирующего излучения до полного распада радионуклидов (D_{∞}) и суммарной эффективной дозы (учитывающей внешнее, внутреннее облучение, вид излучения и радиочувствительность органов и тканей) на территории радиоактивного следа имеет более сложный характер и отличается от формирования эффективной дозы по А.В. Попову и А.С. Чистопольскому, основанной на модели Блера—

Дэвидсона. Этим можно объяснить, что дозы облучения у жителей-аборигенов населенных пунктов Наумовка, Георгиевка, Самусь, Черная Речка, рассчитанные по уровню цитогенетических изменений в соматических клетках (уровню клеток с дицентрическими хромосомами), могут значительно отличаться от фоновых значений [5].

Приведенный анализ радиационной обстановки после аварии 1993 г. свидетельствует, что население территорий, подверженных влиянию произведенной деятельности СХК, проживает в условиях повышенного радиационного фона.

Выявление отклонений в состоянии здоровья человека в результате воздействия ионизирующего излучения, незначительно превышающего радиационный фон, затруднено, так как изменения, вызванные им, неспецифичны и схожи с таковыми при развитии типовых патологических процессов и заболеваний [21].

В медицинской практике при оценке последствий влияния радиационного облучения на население используется опыт исследований произошедших аварий, где впервые были применены клинко-эпидемиологические исследования и медико-демографические данные [7].

Необходимо отметить, что за последние 10 лет наблюдается ухудшение состояния здоровья населения Томской области, в том числе и по причинам, характерным для других регионов России. Наблюдается рост заболеваемости, отрицательная динамика естественного движения населения [23]. В то же время анализ пространственного распределения патологий у населения области свидетельствует, что максимальная интенсивность заболеваний отмечается в районах, расположенных в северо-восточном направлении с преобладающим движением воздушных потоков со стороны СХК. Заболеваемость населения, в том числе детей и подростков, проживающих на этих территориях, по таким показателям, как болезни крови, заболевания мочевыделительной системы, психические заболевания, злокачественные новообразования, выше, чем в северо-западных районах области [13]. Использование модели реконструкции общей заболеваемости злокачественных заболеваний

ственными новообразованиями и данных наблюдений плотности пылеаэрозольных выпадений ^{137}Cs в населенных пунктах, расположенных южнее СХК, позволило установить, что уровень воздействия в этом направлении примерно в 12–13 раз ниже по сравнению с основным (северо-восточным) направлением выноса радионуклидов [16].

По географическому расположению относительно СХК и по данным эколого-геохимического районирования территории было выделено несколько зон, население которых подвергается воздействию малых доз радиации, в которых выполнялись медико-экологические исследования [6]. Это населенные пункты нескольких зон.

Первая зона — с. Наумовка, д. Георгиевка Томского района, расположенные в 30-километровой зоне влияния СХК в северо-восточном направлении. Названные населенные пункты находятся в непосредственной близости от производственной площадки СХК в направлении преобладающих ветров, на их территории происходит выпадение большей части загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу.

Вторая зона — населенные пункты, расположенные относительно СХК вниз по течению р. Томи (п. Самусь, с. Моряковский Затон Томского района и п. Красный Яр Кривошеинского района). Предполагается, что донные отложения, планктон, береговая растительность и рыбы способны в течение длительного времени накапливать и концентрировать загрязняющие вещества из воды, в том числе и радиоактивные. Накопленные вещества непосредственно или через пищевые цепи могут оказывать влияние на здоровье человека.

Известно, что существовавшая общая идея установления допустимых уровней облучения при работе с источниками радиации состояла в том, что эти уровни должны быть порядка колебаний естественного фона и устанавливаться настолько низкими, насколько это реально и приемлемо с учетом социальных и экономических условий. Для производств, связанных с радиоактивными источниками, исходными являются оценка риска для работающих и требование, чтобы этот риск был не выше, чем в других

производствах. Из данного требования определялись нормативы для персонала (категория А). Для проживающей вблизи объектов ограниченной части населения (категория Б по НРБ-76/87) нормативы допустимых уровней облучения устанавливались, как правило, в 10 раз ниже норм категории А. Основанием для этого служил факт, что население в отличие от персонала не проходит обязательного периодического медицинского контроля; среди населения имеются дети, беременные женщины, больные, для которых риск выше. Поэтому особенно важны результаты комплексных медико-экологических исследований специалистов, проводивших обследование жителей перечисленных населенных пунктов выездными врачебными бригадами.

В отчетах по выполненной научно-исследовательской работе Сибирского государственного медицинского университета (г. Томск) в 1993–1995 гг. (Матковская Т.В., Балашева И.И., Огородова Л.М., Суханова Г.А.) содержатся указания на отклонения от показателей нормы в основных системах организма (системе крови, иммунной, эндокринной, оксидантной и антиоксидантной), ухудшение состояния здоровья населения, особенно детского возраста, проживающего на перечисленных территориях, по сравнению с жителями пос. Калтай Томского района и пос. Каргала Шегарского района (зоны контроля) [6]. Эти населенные пункты расположены в 50 км от производственной площадки СХК в западном направлении. По своим демографическим и социально-экономическим параметрам они аналогичны первой и второй зонам, но в наименьшей степени подвержены техногенному влиянию СХК.

Об ухудшении состояния здоровья детей в Георгиевке, Наумовке, Самуси свидетельствуют результаты проведенных медико-экологических исследований (Каменский О.О. и соавт. (1996); Цыганкова М.П., Суханова Г.А. (1996); Нарзулаев С.Б. и соавт. (1996), в том числе при наблюдении за детьми этих населенных пунктов в динамике за 1993–1996 гг. (Матковская Т.В. и соавт. (1996); Чекеева В.Д. и соавт. (1996)).

У проживающих в районе радиационного следа аварии 1993 г. более часто выявлялись заболевания и изменения функции щитовидной железы (Каменский О.О. и соавт. (1996)), у новорожденных диагностировались изменения вакцинального течения при проведении профилактических прививок (Рыбка В.И. (1996)). В п. Самусь выявлены глубокие изменения иммунного статуса (Исаева Т.М. и соавт. (1996)).

Особый интерес, кроме различных отклонений в состоянии здоровья, представляет выявление биохимических признаков окислительного стресса: повышение содержания малонового диальдегида и 5'-нуклеотидазы, снижение активности каталазы [20, 25, 26]. Эти признаки патологического процесса рассматриваются в настоящее время как маркеры нарушения функции клеточных мембран при воздействии малых доз ионизирующего излучения — причины возникновения эндотелиальной дисфункции, соматических заболеваний.

При исследовании жителей Георгиевки, Наумовки и Самуси обнаружены морфологические признаки структурных изменений сосудов микроциркуляторного русла (склероз, гиалиноз стенки артериол, инфильтрация лимфоцитами) при отсутствии характерных для облучения изменений в периферической крови и морфологическом составе костного мозга [14, 15, 22]. На основании проведенных исследований по данной проблеме предлагается рассматривать выявленные изменения в сосудах микроциркуляторного русла как особую форму лучевой болезни. Это дает право остановиться еще на одном аспекте.

Исследованиями в области радиобиологии, радиационной медицины и радиоэкологии накоплен достаточно большой опыт изучения биологического действия ионизирующих излучений. Определены диапазоны поражающих доз облучения человека, обуславливающих так называемые детерминированные эффекты (острую и хроническую лучевую болезнь, лучевые ожоги и др.). При воздействии доз облучения ниже порогов реализации детерминированных эффектов могут возникать так называемые стохастические отдаленные эффекты облучения, к чис-

лу которых современная наука относит злокачественные новообразования и генетические дефекты у потомков облученных людей. В отличие от «обычных» факторов техногенного воздействия на человека, таких, например, как неионизирующие излучения, шум, вибрация и особенно химические загрязнители окружающей среды, радиоактивные излучения не воспринимаются органами чувств человека (из-за отсутствия у млекопитающих систем их рецепции), а энергетическая составляющая эквивалента поражающих доз ионизирующих излучений ничтожно мала. В связи с этим в отношении стохастических эффектов ионизирующих излучений Международной комиссией по радиологической защите и Научным комитетом по действию атомной радиации ООН была принята рабочая гипотеза об отсутствии какого-либо порога в их действии.

Стремительная эволюция допустимых уровней облучения для населения, пострадавшего от аварий на АЭС, за непродолжительный период — от предложенной в 1990 г. допустимой эффективной дозы облучения в 350 мЗв за период жизни в 70 лет до 1 мЗв в год (70 мЗв за 70 лет по НРБ-99) и линейной беспороговой концепции свидетельствует о том, что воздействии дополнительных доз ионизирующего излучения нельзя считать малозначительным для здоровья человека. Это требует дальнейшего специального изучения самостоятельной роли радиационного фактора в ухудшении здоровья жителей пострадавших населенных пунктов и разработки современных методов профилактики и лечения наиболее важных нестохастических заболеваний у лиц, проживающих в условиях повышенного радиационного фона.

Литература

1. Булатов В.И., Чирков В.А. Томская авария: мог ли быть сибирский Чернобыль? Новосибирск: ЦЭРИС. 32 с.
2. Иванов А.Б., Герасимов Ю.С., Носов А.В. Основные результаты исследования радиоэкологической обстановки в районе г. Томск-7 после аварии на СХК // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы Междунар. конф., Томск, 22—24 мая 1996 г. Томск: Изд-во ТПУ, 1996. С. 290—293.

3. *Измestьев К.М., Гаврилов П.М., Андреев Г.С. и др.* Реконструкция доз облучения населения от газоаэрозольных выбросов, содержащих радиоактивный йод, в период 1961–1969 гг. (оценка метеорологических факторов, расчет ингаляционной дозы облучения) // Бюл. сиб. медицины. 2005. Т. 4. № 2. С. 105–109.
4. *Ильин Л.А., Кочетков О.А., Савкин М.Н. и др.* Инцидент на Сибирском химическом комбинате в 1993 г. (Томск-7): причины, последствия и контрмеры // МАГАТЭ, ТЕСДОС 7955. Вена: RB, 1995.
5. *Ильинских Н.Н., Адам А.М., Новицкий В.В. и др.* Мутагенные последствия радиационного загрязнения Сибири. Томск: Изд-во СГМУ, 1995. 137 с.
6. *Капилевич Л.В., Хлынин С.М.* Медико-биологическая оценка состояния здоровья населения в экологически неблагоприятных районах Тоской области. Медицинские и экологические проблемы северных районов Сибири // Материалы Межрегион. науч.-практ. конф. Томск–Стрежевой. 1998. С. 145–152.
7. *Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры* // Под общ. ред. Л.А. Ильина и В.А. Губанова. М.: Изд-во АТ, 2001. 752 с.
8. *Меркулов В.Г., Глухов Г.Г., Резчиков В.Н.* Использование пылеаэрозольных выпадений для радиационного мониторинга окружающей среды // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы Междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. Томск: Изд-во ТПУ, 1996. С. 464–467.
9. *Назаренко С.А., Попова Н.А., Назаренко Л.П., Пузырев В.П.* Ядерно-химическое производство и генетическое здоровье. Томск: Изд-во «Печатная мануфактура», 2004. 272 с.
10. *Носов А.В.* Исследование состояния речной сети в районе г. Северска после радиационной аварии на СХК 6 апреля 1993 г. // Атомная энергия. 1997. Т. 83. Вып. 1. С. 49–54.
11. *Петоян И.М.* Сравнительная оценка канцерогенных рисков радиационной и химической природы в районах размещения АЭС // Гигиена и санитария. 2008. № 2. С. 27–30.
12. *Питкевич В.А., Шершаков В.М., Дуба В.В.* Анализ и прогноз радиационной обстановки в районе аварии на Сибирском химическом комбинате // Радиация и риск. 1993. Вып. 3. Прил. 2. С. 3–48.
13. *Попов А.Я.* Сравнительная характеристика заболеваний среди населения, проживающего в сельской местности на территориях, расположенных в северо-восточном и северо-западном направлениях от г. Томска // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы Междунар. конф. Томск, 22–24 мая 1996 г. Томск: Изд-во ТПУ, 1996. С. 334–337.
14. *Поровский Я.В., Тетенев Ф.Ф.* Морфофункциональные изменения кожи у лиц, подвергшихся воздействию низких уровней ионизирующей радиации // Бюл. сиб. медицины. 2002. Т. 1. № 4. С. 32–38.
15. *Поровский Я.В., Тетенев Ф.Ф.* Морфофункциональные проявления отдаленной патологии внешне неизменной кожи у пострадавших от радиационных аварий // Эксперим. и клинич. дерматокостметология. 2003. № 1. С. 40–43.
16. *Ранута В.Ф., Писарева Л.Ф., Воевода М.И.* Современный анализ пылеаэрозольных выпадений ^{137}Cs и онкозаболеваемости населения в зоне влияния выбросов Сибирского химического комбината // Медицинские и экологические эффекты ионизирующего излучения: Материалы IV междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию образования филиала № 2 Государственного научного центра – Института биофизики, 11–12 апреля 2007, Северск – Томск. С. 181–183.
17. *Рихванов Л.П.* Общие и региональные проблемы радиоэкологии. Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 1997. 264 с.
18. *Рихванов Л.П., Зубков Ю.Г., Салеев А.А.* «Горячие частицы» как радиационно-опасный фактор в зоне действия предприятий ядерного топливного цикла. Значение аварии 1993 года на Сибирском химическом комбинате в облучении населения // Науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию аварии на Чернобыльской АЭС. Современные аспекты оценки действия малых доз радиации на организм человека: Тез. докл. 11–12 апреля 1996 г. Томск, 1996. С. 42–44.
19. *Савкин М.Н., Титов А.В.* Анализ радиационной обстановки на следе аварийного выброса радиохимического завода Сибирского химического комбината // Медицина катастроф. 1995. № 1–2. С. 76–84.
20. *Суханова Г.А., Чуханова Л.Л., Сазонов А.Э.* Признаки раннего старения организма при действии малых доз ионизирующего излучения // Науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию аварии на Чернобыльской АЭС. Современные аспекты оценки действия малых доз радиации на организм человека: Тез. докл. 11–12 апреля 1996 г. Томск, 1996. С. 52–53.
21. *Тахауов Р.М., Карпов А.Б., Гончарова Н.В. и др.* Основные подходы к оценке влияния радиационного фактора на организм человека // Бюл. сиб. медицины. 2005. Т. 4. № 2. С. 88–99.
22. *Тетенев Ф.Ф., Поровский Я.В., Уразова О.И.* Гематологические показатели населения, проживающего на территории влияния предприятий северного промышленного узла г. Томска // Сиб. мед. журн. 2006. Т. 67. № 9. С. 47–51.
23. *Томская область. Здоровье населения на рубеже веков: основные тенденции, факторы риска, пути решения проблем* / Под ред. Г.И. Мендриной, Р.М. Тахауова, В.Ф. Олениченко. Томск: ТГУ, 2002. 508 с.
24. *Томский областной центр Госсанэпиднадзора.* О работе Томского областного центра Госсанэпиднадзора по контролю радиационной обстановки в районе следа на РХЗ СХК. Рабочее письмо № 1010 от 08.12.1993.
25. *Федотова Т.В., Чекчеева В.Д., Зубова Т.В. и др.* Нарушение окислительных процессов и повышен-

Тетенев Ф.Ф., Рыжов А.И., Поровский Я.В. Эволюция допустимых доз ионизирующего излучения и значение аварии 1993 г. ...

ная утомляемость детей, проживающих на радиационно загрязненных территориях // Науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию аварии на Чернобыльской АЭС. Современные аспекты оценки действия малых доз радиации на организм человека: Тез. докл. 11–12 апреля 1996 г. С. 89–91.

26. **Цыганкова М.П., Чекчеева В.Д., Матковская Т.В.** Состояние системы «мать – плод – новорожденный» проживающих в радиационно-химическом

следе // Материалы 10-й Всерос. науч.-техн. конф. «Энергетик: экология, надежность, безопасность». Томск: Изд-во ТПУ, 2004. С. 460–463.

27. **Экологический мониторинг: состояние окружающей среды Томской области в 2004 г.** / Гл. ред. А.М. Адам. Томск: Design Band, ООО «Атри», 2005. 180 с.

28. **The radiological accident in the reprocessing plant at Tomsk** / Int. Atom. Energy Agency. Vienna: Int. Atom. Energy, Agency, 1998. 77 p.

Поступила в редакцию 22.09.2008 г.

Сведения об авторах

Ф.Ф. Тетенев – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой профилактики внутренних болезней СибГМУ (г. Томск).

А.И. Рыжов – д-р мед. наук, профессор кафедры гистологии, эмбриологии и цитологии СибГМУ (г. Томск).

Я.В. Поровский – канд. мед. наук, доцент кафедры профилактики внутренних болезней СибГМУ (г. Томск).

Для корреспонденции

Поровский Ярослав Витальевич, тел. (382-2) 53-24-41; e-mail: puss@tomsk.gov.ru