УДК 613
DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.05

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО ПОТРЕБЛЕНИЕМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Е.А. Пивоварова, Н.Ю. Шибанова

ГБОУ ВО «Кемеровская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения РФ, Россия, 650029, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 22А

За период наблюдения 2011–2015 гг. в Республике Хакасия выявлено 63,2 % проб питьевой воды с превышением контрольных уровней A_{α}, что обусловлено природными радионуклидами ^{234}U, ^{238}U. В пределах ПДК обнаружены канцерогенно-опасные вещества: кадмий, свинец, мышьяк, бериллий, хром. Индивидуальные риски возникновения стохастических эффектов в виде злокачественных новообразований, обусловленные природными радионуклидами питьевой воды, на разных административных территориях республики варьируются в пределах от $3{,}14 \cdot 10^{-6}$ до $7{,}81 \cdot 10^{-6}$ сл./год; коллективные риски 0,013–0,288 сл./год на соответствующую численность населения. Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные содержанием канцерогенных химических веществ питьевой воды, на разных административных территориях республики варьируются в пределах $5{,}29 \cdot 10^{-5}$–$1{,}04 \cdot 10^{-4}$ сл./год; коллективные риски 0,88–2,704 сл./год на соответствующую численность населения.

Суммарные популяционные канцерогенные риски, обусловленные содержанием в питьевой воде канцерогенных химических веществ и ПРН, за период наблюдения составили: Алтайский (2,903 на 26 000 населения), Бейский (1,123 на 18 500 населения), Боградский (0,98 на 15 000 населения), Ширинский (2,63 на 27 100 населения), Орджоникидзевский (1,178 на 11 900 населения), Усть-Абаканский (2,79 на 41 100 населения).

Вклад питьевой воды в первичную онкологическую заболеваемость населения на административных территориях республики составил 0,5–1,0 %. В связи с чем в настоящее время проведение мероприятий, направленных на снижение канцерогенных рисков, обусловленных питьевой водой, не является обязательным. При этом в связи со сложившейся повышенной сейсмической активностью в республике на протяжении последних пяти лет лабораторный мониторинг хозяйственно-питьевого водоснабжения по показателям радиационной безопасности и оценка канцерогенных рисков – продолжаются в установленном объеме.

Ключевые слова: *питьевая воды, удельная суммарная альфа-активность, химические вещества, риск здоровью.*

Проблема обеспечения населения доброкачественной питьевой водой с каждым годом приобретает все большую значимость, обусловленную истощением ресурсов пресных вод, значительной антропогенной нагрузкой на поверхностные водоемы и подземные водоносные горизонты, загрязнением воды химическими, в том числе канцерогенно-опасными веществами [2–4, 7, 9, 16, 17]. Качество и безопасность питьевой воды имеют значимое влияние на здоровье населения. В связи с чем в настоящее время все большую актуальность, взамен существующей системы оценки по принципу «соответствия – несоответствия» воды гигиеническим нормативам, приобретает система интегральной оценки качественных и количественных характеристик вредных эффектов для здоровья населения, основанная на методологии оценки рисков [1, 10–15].

Проведенные исследования по определению рисков возникновения канцерогенных и неканцерогенных эффектов, обусловленных потреблением питьевой воды, содержащей загрязняющие химические вещества, в ряде регионов РФ установили неприемлемые уровни рисков, превышающие предельно допустимый риск здоровью населения [2, 3, 4, 9, 16].

По данным А.М. Василовского и соавт. [4], на территории Красноярского края при оценке канцерогенных рисков, обусловленных потреблением питьевой воды, содержащей канцерогенные химические вещества (мышьяк, свинец, кадмий, хром, бериллий, хлорорганические соединения и др.), установлено, что суммарные

© Пивоварова Е.А., Шибанова Н.Ю., 2016

Пивоварова Елена Анатольевна – аспирант (e-mail: Pivovarova.ea@yandex.ru; тел: 8 (9135) 41-33-55).

Шибанова Наталья Юрьевна – доктор медицинских наук, профессор кафедры последипломной подготовки специалистов в сфере защиты прав потребителей, благополучия человека и медицинского права (e-mail: nys-kem@rambler.ru; тел: 8 (9039) 43-99-29).

канцерогенные индивидуальные риски неодинаковы в населенных пунктах различного типа. В крупных городах – $25{,}47 \cdot 10^{-5}$, в средних городах – $46{,}18 \cdot 10^{-5}$, в сельских населенных пунктах – $48{,}42 \cdot 10^{-5}$ – $59{,}88 \cdot 10^{-5}$. Мышьяк, хром, алдрин, атразин, гептахлор, бромдихлорметан вносят наибольшие доли в суммарные канцерогенные индивидуальные риски [4].

В работах Е.И. Заводовой [6] канцерогенно-опасные вещества – свинец, кадмий, хром – определяются в питьевой воде г. Саранска. По результатам расчетов, индивидуальный риск варьировался в диапазоне $1 \cdot 10^{-5}$–$1 \cdot 10^{-7}$. Средний суммарный канцерогенный риск по г. Саранску составляет $5{,}7 \cdot 10^{-5}$. Величина популяционного канцерогенного риска (*PCR*) составила 17 случаев (население города общей численностью 297 900 человек) [6].

В Омской области суммарный индивидуальный канцерогенный риск для здоровья населения от химического загрязнения питьевой воды составил $8{,}5 \cdot 10^{-5}$. Более чем на 80,5 % данное значение канцерогенного риска обусловлено содержанием мышьяка [16].

Канцерогенные риски для здоровья населения сельских территорий Иркутской области, обусловленные химическими контаминантами питьевой воды из подземных источников, составили $1{,}56 \cdot 10^{-5}$–$2{,}1 \cdot 10^{-5}$ для 22 200 сельского населения. Определены приоритетные канцерогены: мышьяк (вклад 56,3–100 %), шестивалентный хром (вклад 29,9–35,8 %) [2].

В населенных пунктах Туймазинского района Республики Башкортостан значения суммарных индивидуальных канцерогенных рисков для здоровья населения, обусловленных химическими веществами питьевой воды (хром, кадмий, ДДТ, 2,4 Д, линдан), варьировались в пределах $3{,}5 \cdot 10^{-5}$–$1{,}6 \cdot 10^{-4}$. Канцерогенный риск обусловлен экспозицией линдана (CR – $3{,}4 \cdot 10^{-5}$–$1{,}2 \cdot 10^{-4}$) и хрома (CR – $1{,}5 \cdot 10^{-5}$–$2{,}9 \cdot 10^{-5}$) [3].

Проведенные исследования в г. Новосибирске показали, что качество питьевой воды после очистки на насосно-фильтровальной станции ухудшается за счет увеличения показателя канцерогенного риска, по сравнению с качеством воды до очистки, что обусловлено содержанием в питьевой воде хлорорганических веществ. При этом значения рисков канцерогенных эффектов не превышают приемлемый уровень (0,00001). Следует отметить, что риски неканцерогенных эффектов после водоподготовки снижаются [17].

Цель исследования – оценить канцерогенные риски здоровью населения Республики Хакасия, обусловленные потреблением питьевой воды, и установление необходимости принятия мер по снижению рисков.

Задачи исследования: провести гигиеническую оценку питьевой воды в Республике Хакасия по радиологическим показателям и содержанию канцерогенных химических веществ. Рассчитать годовые эффективные дозы внутреннего облучения населения за счет природных радионуклидов, содержащихся в питьевой воде. Оценить канцерогенные риски здоровью населения, обусловленные потреблением питьевой воды. Установить необходимость управления рисками и принятия мер по снижению рисков.

Материалы и методы. Объектом исследования является вода хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Республики Хакасия. На основании результатов лабораторных исследований, выполненных аккредитованным испытательным лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Хакасия» (аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА.085), проведена гигиеническая оценка воды по показателям радиационной безопасности и содержанию канцерогенных химических веществ. Для проведения исследований использовались методы: альфа-бета-радиометрический с радиохимической подготовкой счетных образцов, гамма-спектрометрический, альфа-спектрометрический с радиохимической подготовкой и спонтанным электрохимическим осаждением, хроматографический, атомно-адсорбционный и другие.

За период наблюдения 2011–2015 гг., исследовано 2624 пробы питьевой воды и воды источников водоснабжения по радиологическим показателям и содержанию канцерогенных химических веществ. Выполнено порядка 12 775 исследований. Исследования проведены на всех административных территориях республики: г. Абакан, Саяногорск, Черногорск (пгт. Пригорск), Абаза, Сорск; Алтайский, Аскизский, Бейский, Боградский, Орджоникидзевский, Таштыпский, Усть-Абаканский, Ширинский районы. Оценке подлежали подземные источники хозяйственно-питьевого водоснабжения – это 97,5 % источников питьевого водоснабжения в республике (водоснабжаются порядка 97 % населения республики).

Оценка канцерогенного риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих питьевую воду, проведена в соот-

ветствии с Р 2.1.10.1920-04 [14]. В целях оценки риска канцерогенных эффектов проведены расчеты индивидуальных канцерогенных рисков для каждого «канцерогенного» вещества в питьевой воде (*CR*); индивидуальных канцерогенных рисков для смеси веществ в питьевой воде и популяционных канцерогенных рисков (*PCR*).

Индивидуальные канцерогенные риски (*CR*) для каждого канцерогенного вещества в питьевой воде определены исходя из средних концентраций «канцерогенных» веществ в питьевой воде (*LADC*) с учетом значений единичного риска (риск на 1 мг/л) (*UR*). Значения единичного риска (*UR*) рассчитаны с использованием величины *SF*, стандартных значений массы тела человека (70 кг) и суточного потребления питьевой воды (2 л/сут). Значения единичных рисков (*UR*): кадмий – 0,0108 мг/л; свинец – 0,0013 мг/л; мышьяк – 0,0428 мг/л; бериллий – 0,1228 мг/л; хром – 0,012 мг/л.

Оценка канцерогенного риска здоровью населения при потреблении питьевой воды, не соответствующей требованиям по радиологическим показателям, осуществлялась согласно СанПиН 2.6.1.2523-09 [15]. В основе расчетов рисков приняты принципы линейной беспороговой теории зависимости риска «стохастических» эффектов от дозы облучения. Величина риска пропорциональна дозе излучения и связана с дозой через линейные коэффициенты радиационного риска [15]. Расчет годовой эффективной дозы внутреннего облучения населения за счет природных радионуклидов питьевой воды выполнен в соответствии с СанПиН 2.6.1.2523-09 и МУ 2.6.1.2397-08 [8, 15]. Для статистической обработки данных использовались компьютерные приложения Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что за период наблюдения с 2011 по 2015 г., 63,2 % исследованных проб питьевой воды имели превышение контрольного уровня (КУ) по удельной суммарной альфа-активности (A_α). Превышений КУ по удельной суммарной бета-активности не выявлено.

Значения A_α в исследованных пробах варьировались в пределах 0,03–4,9 Бк/кг (КУ – 0,2 Бк/кг). Пробы питьевой воды с превышениями КУ по A_α были выявлены в г. Сорске, Ширинском, Орджоникидзевском, Боградском, Усть-Абаканском, Алтайском, Бейском, Таштыпском районах, пгт. Пригорске. На данных территориях проведена оценка радионуклидного состава воды – определение удельной активности урана-238 (^{238}U), урана-234 (^{234}U), полония-210 (^{210}Po), свинца-210 (^{210}Pb), радия-228 (^{228}Ra), радия-226 (^{226}Ra) (табл. 1).

Таблица 1

Удельные активности природных радионуклидов (средние значения за период 2011–2015 гг.), Бк/кг

Территория	^{238}U	^{234}U	^{210}Pb	^{210}Po	^{222}Rn	^{228}Ra	^{226}Ra
Алтайский район	0,27	0,74	0,05	0,02	13	0,05	0,03
Бейский район	0,28	0,76	0,05	0,02	13	0,05	0,03
Боградский район	0,13	0,34	0,05	0,02	17	0,05	0,03
Орджоникидзевский район	0,07	0,18	0,05	0,02	18	0,05	0,03
пгт. Пригорск	0,12	0,2	0,05	0,02	14	0,05	0,03
г. Сорск	0,13	0,34	0,05	0,02	19	0,05	0,03
Таштыпский район	0,1	0,21	0,05	0,02	13	0,05	0,03
Усть-Абаканский район	0,16	0,44	0,05	0,02	14	0,05	0,03
Ширинский район	0,1	0,28	0,05	0,02	16	0,05	0,03
Уровни вмешательства	3,0	2,8	0,2	0,11	60	0,2	0,49

Установлено, что высокие уровни A_α обусловлены природными радионуклидами: ^{238}U, ^{234}U. Максимальные УА ^{234}U определены в с. Новотроицкое Бейского района (3,46 ± 0,32 Бк/кг) и в с. Новороссийское Алтайского района (2,18 ± 0,27 Бк/кг).

Природные радионуклиды (ПРН) питьевой воды в республике формируют повышенные годовые индивидуальные эффективные дозы внутреннего облучения населения (0,065 мЗв/год), превышающие среднероссийский уровень в 2 раза (0,035 мЗв/год) [5]. На административных территориях республики средние индивидуальные годовые эффективные дозы внутреннего облучения населения за счет ПРН питьевой воды варьируются в пределах от 0,01 до 0,11 мЗв/год (табл. 2).

В Орджоникидзевском, Боградском, Усть-Абаканском, Ширинском, Таштыпском, Аскизском районах, г. Сорске, пгт. Пригорске значения меньше 0,1 мЗв/год. В Бейском и Алтайском районах республики – в пределах 0,1–0,11 мЗв/год, что превышает 0,1 мЗв/год [7, 8].

В соответствии с общепринятой в мире линейной беспороговой теорией зависимости риска стохастических эффектов от дозы, величина риска пропорциональна дозе облучения и связана с дозой через линейные коэффициенты радиационного риска (коэффициент риска злокачественных новообразований – $5{,}5\cdot10^{-2}$ Зв$^{-1}$) [7].

По результатам проведенных расчетов, индивидуальные риски возникновения стохастических эффектов в виде злокачественных

Таблица 2

Оценка средних годовых коллективных и индивидуальных эффективных доз внутреннего облучения населения за счет ПРН питьевой воды (средние значения за период 2011–2015 гг.)

Административная территория	Индивидуальная доза, мЗв/год	Численность населения, чел.	Коллективная доза, чел-Зв/год
Алтайский район	0,107 ± 0,0037	26000	2,79 ± 0,097
Бейский район	0,106 ± 0,005	18500	1,96 ± 0,101
Боградский район	0,091 ± 0,0013	15000	1,37 ± 0,02
Орджоникидзевский район	0,083 ± 0,0018	11900	0,98 ± 0,02
пгт. Пригорск	0,078 ± 0,0007	2434	0,189 ± 0,001
г. Сорск	0,09 ± 0,001	11500	1,04 ± 0,021
Таштыпский район	0,043 ± 0,006	15700	0,66 ± 0,13
Усть-Абаканский район	0,096 ± 0,0034	41100	3,94 ± 0,154
Ширинский район	0,087 ± 0,002	27100	2,36 ± 0,06

новообразований на разных административных территориях республики варьировались в пределах $(3{,}14–7{,}81)\cdot10^{-6}$ сл./год (табл. 3).

Полученные результаты расчетов превышают уровень пренебрежительно малого риска, равного $1\cdot10^{-6}$, установленного СанПиН 2.6.1.2523-09 [15].

Таблица 3

Оценка коллективных и индивидуальных рисков возникновения стохастических эффектов, в виде злокачественных новообразований (сл./год)

Административная территория	Индивидуальный риск	Кол-во населения, чел.	Коллективный риск
Алтайский район	$7{,}81\cdot10^{-6} \pm 2{,}7\cdot10^{-7}$	26000	0,203 ± 0,007
Бейский район	$7{,}74\cdot10^{-6} \pm 3{,}65\cdot10^{-7}$	18500	0,143 ± 0,006
Боградский район	$6{,}64\cdot10^{-6} \pm 9{,}49\cdot10^{-8}$	15000	0,099 ± 0,001
Орджоникидзевский район	$6{,}06\cdot10^{-6} \pm 1{,}31\cdot10^{-7}$	11900	0,072 ± 0,001
пгт. Пригорск	$5{,}69\cdot10^{-6} \pm 5{,}11\cdot10^{-8}$	2434	0,013 ± 0,0001
г. Сорск	$6{,}57\cdot10^{-6} \pm 8{,}76\cdot10^{-7}$	11500	0,075 ± 0,01
Таштыпский район	$3{,}14\cdot10^{-6} \pm 4{,}38\cdot10^{-7}$	15700	0,049 ± 0,006
Усть-Абаканский район	$7{,}01\cdot10^{-6} \pm 2{,}78\cdot10^{-7}$	41100	0,288 ± 0,011
Ширинский район	$6{,}35\cdot10^{-6} \pm 1{,}46\cdot10^{-7}$	27100	0,172 ± 0,003

Оценка канцерогенного риска здоровью населения Республики Хакасия, обусловленного содержанием химических канцерогенно-опасных веществ в питьевой воде.

За период наблюдения с 2011 по 2015 г. по результатам лабораторных исследований не установлено превышений гигиенических нормативов по содержанию канцерогенных химических веществ в питьевой воде и воде источников хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. На уровне нижнего предела чувствительности приборов и методов не обнаружены в питьевой воде всех административных территорий республики: ДДТ, ГХЦГ, 2,4 Д кислота, бензол, хлорбензол, этилбензол, стирол, ксилол, толуол, бенз(а)пирен, 1,2-дихлорэтан, четыреххлористый углерод, хлороформ, алюминий, марганец.

При этом в воде хозяйственно-питьевого водоснабжения Орджоникидзевского, Ширинского, Усть-Абаканского, Боградского районов, в пределах ПДК обнаружены канцерогенно-опасные вещества: кадмий, свинец, мышьяк, бериллий, хром. В Бейском, Алтайском районах в пределах ПДК обнаружены: хром, свинец, бериллий, мышьяк (табл. 4).

Таблица 4

Средние концентрации канцерогенных веществ (средние значения за период 2011–2015 гг.), мг/л

Муниципальный район	Бериллий	Кадмий	Мышьяк	Свинец	Хром
Алтайский район	0,000064	–	0,0015	0,0009	0,003
Бейский район	0,000056	–	0,001	0,00015	0,001
Боградский район	0,000066	0,0002	0,001	0,00009	0,0015
Орджоникидзевский район	0,000042	0,00013	0,002	0,00024	0,001
Усть-Абаканский район	0,000058	0,0002	0,0007	0,0009	0,0025
Ширинский район	0,000034	0,0003	0,0015	0,0027	0,0025
ПДК	0,0002	0,001	0,05	0,03	0,05

По результатам расчетов установлено, что индивидуальные канцерогенные риски (*CR*) для каждого канцерогенного вещества в питьевой воде не превышают верхней границы приемлемого риска $1\cdot10^{-4}$ (менее 0,0001). При этом на территориях Алтайского, Ширинского, Орджоникидзевского районов индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные содержанием мышьяка в питьевой воде, находятся на уровне верхней границы приемлемого риска $(0{,}6\cdot10^{-4}–0{,}8\cdot10^{-4})$ (табл. 5).

Таблица 5

Индивидуальные канцерогенные риски (*CR*), обусловленные содержанием в питьевой воде канцерогенных веществ (по каждому веществу) и суммарное воздействие (CR_T) *

Муниципальный район	Бериллий	Кадмий	Мышьяк	Свинец	Хром	CR_T
Алтайский	$0{,}78\cdot10^{-6}$	–	$0{,}6\cdot10^{-4}$	$0{,}1\cdot10^{-6}$	$3{,}6\cdot10^{-5}$	1,04 E-04
Бейский	$0{,}68\cdot10^{-6}$	–	$0{,}4\cdot10^{-4}$	$0{,}2\cdot10^{-6}$	$1{,}2\cdot10^{-5}$	5,29 E-05
Боградский	$0{,}8\cdot10^{-6}$	$0{,}21\cdot10^{-6}$	$0{,}4\cdot10^{-4}$	$0{,}1\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-5}$	5,91 E-05
Ширинский	$0{,}4\cdot10^{-6}$	$0{,}32\cdot10^{-6}$	$0{,}6\cdot10^{-4}$	$0{,}3\cdot10^{-6}$	$3{,}0\cdot10^{-5}$	9,10 E-05
Орджоникидзевский	$0{,}5\cdot10^{-6}$	$0{,}14\cdot10^{-6}$	$0{,}8\cdot10^{-4}$	$0{,}3\cdot10^{-6}$	$1{,}2\cdot10^{-5}$	9,29 E-05
Усть-Абаканский	$0{,}7\cdot10^{-6}$	$0{,}21\cdot10^{-6}$	$0{,}3\cdot10^{-4}$	$0{,}1\cdot10^{-6}$	$3{,}0\cdot10^{-5}$	6,10 E-05

Примечание: * – рассчитано для уровня 95%-ного персентиля содержания примеси в питьевой воде.

На всех административных территориях республики индивидуальные канцерогенные риски (*CR*), обусловленные содержанием бериллия, кадмия, свинца в питьевой воде, меньше установленного уровня пренебрежительно малых рисков ($1{,}0\cdot10^{-6}$). В связи с этим риски развития канцерогенных эффектов у населения республики от данных веществ в питьевой воде ничтожно малы.

Индивидуальные канцерогенные риски для смеси веществ (CR_T) в питьевой воде определены суммацией индивидуальных канцерогенных рисков (*CR*) для каждого канцерогенного вещества. По результатам расчетов в пределах приемлемого риска $1\cdot10^{-4}$ (менее 0,0001) установлены индивидуальные канцерогенные риски для смеси веществ (бериллий, кадмий, мышьяк, свинец, хром) в питьевой воде в Бейском, Боградском, Усть-Абаканском районах. На уровне приемлемого риска $1\cdot10^{-4}$ индивидуальные канцерогенные риски для смеси веществ (бериллий, кадмий, мышьяк, свинец, хром) в питьевой воде в Алтайском, Ширинском, Орджоникидзевском районах.

Популяционные канцерогенные риски (*PCR*) определены на основании индивидуальных канцерогенных рисков (*CR*) с учетом численности населения, потребляющего исследуемую питьевую воду. По результатам расчетов количество случаев новообразований, способных возникнуть вследствие воздействия вышеуказанных канцерогенных веществ в питьевой воде, варьируется в пределах 0,88–0,97 в Боградском,

Таблица 6

Индивидуальные канцерогенные риски для смеси веществ (CR_T) и популяционные канцерогенные риски (*PCR*)*

Муниципальный район	CR_T	Численность населения, чел	*PCR*
Алтайский	$1{,}04\cdot10^{-4}$	26000	2,704
Бейский	$5{,}29\cdot10^{-5}$	18500	0,9787
Боградский	$5{,}91\cdot10^{-5}$	15000	0,8865
Ширинский	$9{,}10\cdot10^{-5}$	27100	2,4661
Орджоникидзевский	$9{,}29\cdot10^{-5}$	11900	1,1055
Усть-Абаканский	$6{,}10\cdot10^{-5}$	41100	2,5071

Примечание: * – рассчитано для уровня 95%-ного персентиля содержания примеси в питьевой воде.

Бейском районах; в пределах 2,4–2,7 – в Алтайском, Ширинском и Усть-Абаканском районах (табл. 6).

Суммарные популяционные канцерогенные риски, обусловленные содержанием в питьевой воде канцерогенных химических веществ и ПРН, за период наблюдения составили: Алтайский (2,903 на 26 000 населения), Бейский (1,123 на 18 500 населения), Боградский (0,98 на 15 000 населения), Ширинский (2,63 на 27 100 населения), Орджоникидзевский (1,178 на 11 900 населения), Усть-Абаканский (2,79 на 41 100 населения).

На основании полученных значений популяционных канцерогенных рисков, рассчитаны относительные показатели на 100 000 населения каждого муниципального района. Наибольшие значения показателей установлены в Алтайском (11,2 $^0/_{000}$), Орджоникидзевском (9,89 $^0/_{000}$), Ширинском (9,7 $^0/_{000}$) районах. В Боградском, Бейском, Усть-Абаканском районах полученные значения составили 6,53; 6,07; 6,78 $^0/_{000}$ соответственно.

За период наблюдения 2011–2015 г. уровень первичной заболеваемости населения республики новообразованиями составил 1103,46 ± 123,5 $^0/_{000}$. Наиболее высокие уровни отмечаются в Алтайском (1469,5 ± 366,9 $^0/_{000}$), Ширинском (1636,56 ± ± 847,9 $^0/_{000}$), Орджоникидзевском (1340,16 ± ± 548,3 $^0/_{000}$) районах, г. Сорске (1513,2 ± 350,9 $^0/_{000}$), г. Черногорске (1479,56 ± 346,14 $^0/_{000}$).

Вклад питьевой воды в первичную онкологическую заболеваемость населения на административных территориях республики составил 0,5–1,0 %. В связи с этим в настоящее время проведение мероприятий, направленных на снижение канцерогенных рисков, обусловленных питьевой водой, не является обязательным. При этом в связи со сложившейся повышенной

сейсмической активностью в республике на протяжении последних пяти лет лабораторный мониторинг хозяйственно-питьевого водоснабжения по показателям радиационной безопасности и оценка канцерогенных рисков – продолжаются в установленном объеме.

Выводы. За период наблюдения в Республике Хакасия с превышением КУ A_{α} выявлено 63,2 % проб питьевой воды, что обусловлено природными радионуклидами ^{234}U, ^{238}U; в пределах ПДК обнаружены канцерогенно-опасные вещества: кадмий, свинец, мышьяк, бериллий, хром.

Индивидуальные риски возникновения стохастических эффектов в виде злокачественных новообразований, обусловленные природными радионуклидами питьевой воды, на разных административных территориях республики варьируются в пределах $(3{,}14–7{,}81)\cdot10^{-6}$ сл./год; коллективные риски – 0,013–0,288 сл./год на соответствующую численность населения. Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные содержанием канцерогенных химических веществ в питьевой воде, на разных административных территориях республики варьируются в пределах $5{,}29\cdot10^{-5}$– $1{,}04\cdot10^{-4}$ сл./год; коллективные риски – 0,88–2,704 сл./год на соответствующую численность населения.

Суммарные популяционные канцерогенные риски, обусловленные содержанием в питьевой воде канцерогенных химических веществ и ПРН, за период наблюдения составили: Алтайский район – 3 случая (на 26 000 населения), Бейский – 1 случай (18 500 населения), Боградский – 1 случай (15 000 населения), Ширинский – 3 случая (27 100 населения), Орджоникидзевский – 1 случай (11 900 населения), Усть-Абаканский – 3 случая (41 100 населения). Рассчитанный вклад питьевой воды в первичную онкологическую заболеваемость населения на административных территориях республики составил вероятностно около 0,5–1 %. Данные свидетельствуют, что проведение дополнительных мероприятий, направленных на снижение канцерогенных рисков, ассоциированных с качеством питьевой воды, не является обязательным. Вместе с тем лабораторный мониторинг хозяйственно-питьевого водоснабжения по показателям радиационной безопасности и оценку канцерогенных рисков целесообразно осуществлять по согласованным Роспотребнадзором программам в установленном объеме.

Список литературы

1. Актуальные проблемы совершенствования оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия / Е.Н. Беляев, М.В. Фокин, С.М. Новиков, В.М. Прусаков, Т.А. Шашина, С.Ф. Шаяхметов // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 53–56.

2. Безгодов И.В., Ефимова Н.В., Кузьмина М.В. Качество питьевой воды и риск для здоровья населения сельских территорий Иркутской области // Гигиена и санитария. – 2015. – № 2. – С. 15–19.

3. Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Рахматуллин Р.Н. Характеристика риска для здоровья населения, связанного с качеством подземных вод нефтедобывающих территорий Республики Башкортостан // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 1. – С. 28–30.

4. Гигиена среды обитания в Красноярском крае / А.М. Василовский, С.В. Куркатов, А.П. Михайлуц, С.Е. Скударнов. – Новосибирск: Наука, 2015. – С. 61–80.

5. Дозы облучения населения Российской Федерации по итогам функционирования ЕСКИД в 2002–2015 гг.: информационный сборник. – СПб.: НИИРГ, 2015. – 40 с.

6. Заводова Е.И., Леонова А.А., Оськина О.Ф. Характеристика риска для здоровья населения города Саранска Республики Мордовия, связанного с качеством питьевой воды централизованного водоснабжения // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под общей редакцией проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2014. – Т. 1. – С. 302–305.

7. Зайцева Н.В., Май И.В., Балашов С.Ю. Медико-биологические показатели состояния здоровья населения в условиях комплексного природно-техногенного загрязнения среды обитания // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1–6. – С. 1144–1148.

8. МУ 2.6.1.2397-08. Оценка доз облучения групп населения, подвергающихся повышенному облучению за счет природных источников ионизирующего излучения / утв. главным государственным санитарным врачом РФ от 02.07.2008 г. – М., 2008. – 36 с.

9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 206 с.

10. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 5–9.

11. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография. – М. – Пермь: Изд-во Пермского национального политехнич. ун-та, 2014. – 738 с.

12. Онищенко Г.Г., Романович И.К. Основные направления обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации на современном этапе // Радиационная гигиена. – 2014. – № 4. – С. 5–22.

13. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России / С.Л. Авалиани, Л.Е. Безпалько, Т.Е. Бобкова, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 33–36.

14. Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / утв. главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004 г. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

15. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ 99/2009) / утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 47 от 7 июля 2009 г. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 101 с.

16. Федоров А.С. Мышьяк как фактор риска для здоровья населения Омской области // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всерос. науч.-практ. интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора / под ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2013. – С. 106.

17. Харитоненко Н.А. Оценка риска здоровья населения г. Новосибирска при употреблении питьевой воды // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всерос. науч.-практ. интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора / под ред. Г.Г.Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2013. – 76 с.

Е.А. Пивоварова, Н.Ю. Шибанова Оценка канцерогенного риска здоровью населения Республики Хакассия, обусловленного потреблением питьевой воды // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 44–52. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.05

UDC 613
DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.05.eng

EVALUATION OF CARCINOGENIC RISK TO PUBLIC HEALTH OF THE REPUBLIC OF KHAKASSIA ASSOCIATED WITH CONSUMPTION OF DRINKING WATER

E.A. Pivovarova, N.Yu. Shibanova

SBEI HE “Kemerovo State Medical Academy of the Ministry of Health of the Russian Federation”,
22a Voroshilova St., Kemerovo, 650029, Russian Federation

During the observation period for 2011–2015 in the Republic of Khakassia it has been revealed that 63.2 % of samples of drinking water contain the excess of A_α due to natural radionuclides ^{234}U, ^{238}U. Within the limits of MPC the carcinogenic hazardous substances: cadmium, lead, arsenic, beryllium, chromium have been detected.

Individual risks of occurrence of stochastic effects in the form of malignant tumors, caused by natural radionuclides in drinking water in different administrative territories of the Republic, vary in the range of $3.14–7.81\cdot10^{-6}$ cases/year; collective risks 0.013–0.288 cases/year on the corresponding amount of population. Individual cancer risks are determined by the content of carcinogenic chemicals in drinking water, in different administrative territories of the Republic it varies in the range between $5.29\cdot10^{-5} – 1.04\cdot10^{-4}$ cases/year; collective risks of 0.88–2.704 event/year on the corresponding amount of population.

The total population carcinogenic risks caused by content of carcinogenic chemicals and PRN in drinking water, for the period of observation were as follows: Altaisky (2.903 at 26.000 of population), Beysky (1.123 at 18.500 of population), Bogradsky (0,98 at 15,000 of population), Shirinsky (2.63 at 27100 of population), Ordzhonikidzevsky (1.178 at 11900 of population), and Ust-Abakansky (2.79 at 41100 of population).

The contribution of drinking water into primary ontological morbidity of population in administrative territories of the Republic was equaled to 0.5–1 %. Therefore, currently, the events aimed at reducing the carcinogenic risks caused by drink-

ing water are not required. At the same time, due to the high seismic activity in the Republic for the last five years, the laboratory monitoring of drinking water on indicators of radiation safety and the evaluation of the carcinogenic risks continues in the prescribed amount.

Key words: *drinking water, the total specific alpha activity, chemicals, health risk, cancer morbidity.*

References

1. Belyaev E.N., Fokin M.V, Novikov S.M., Prusakov V.M., Shashina T.A., Shayakhmetov S.F. Aktual'nye problemy sovershenstvovaniya otsenki riska zdorov'yu naseleniya dlya obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya [Actual problems of improving the assessment of health risk for assurance of the sanitary and epidemiological well-being]. *Gigiena i sanitariya*, 2013, no. 5, pp. 53–56 (in Russian).

2. Bezgodov I.V., Efimova N.V., Kuz'mina M.V. Kachestvo pit'evoy vody i risk dlya zdorov'ya naseleniya sel'skikh territoriy Irkutskoy oblasti [Assessment of the quality of drinking water and risk for the population's health in rural territories in the Irkutsk region]. *Gigiena i sanitariya*, 2015, no. 2, pp. 15–19 (in Russian).

3. Valeev T.K., Suleymanov R.A., Rakhmatullin R.N. Kharakteristika riska dlya zdorov'ya naseleniya, svyazannogo s kachestvom podzemnykh vod neftedobyvayushchikh territoriy Respubliki Bashkortostan [The characteristic of risk for health of the population connected with quality of underground waters of oil-extracting territories of republic bashkortostan]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, no. 1, pp. 28–30 (in Russian).

4. Vasilovskiy A. M., Kurkatov S.V., Mikhayluts A.P., Skudarnov S.E. Gigiena sredy obitaniya v Krasnoyarskom krae [Hygiene of environment in the Krasnodar Territory]. Novosibirsk: Nauka, 2015, pp. 61–80 (in Russian).

5. Dozy oblucheniya naseleniya Rossiyskoy Federatsii po itogam funktsionirovaniya ESKID v 2002–2015 gg: Informatsionnyy sbornik [Doses of the radiation impact to the population of the Russian Federation on the basis of the functioning of ESKID in 2002–2015: Information Collection]. St. Petersburg: NIIRG, 2015, 40 p. (in Russian).

6. Zavodova E.I., Leonova A.A., Os'kina O.F. Harakteristika riska dlja zdorov'ja naselenija goroda Saranska Respubliki Mordovija, svjazannogo s kachestvom pit'evoj vody centralizovannogo vodosnabzhenija [Characterization of the population health risk of the city of Saransk, Republic of Mordovia, associated with the quality of centralized drinking water supply]. *Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem: v 2 t.* In: A.Ju. Popova A.Ju., akad. RAN N.V. Zaitseva eds. Perm': Knizhnyj format, 2014, vol. 1, pp. 302–305 (in Russian).

7. Zaitseva N.V., May I.V., Balashov S.Ju. Mediko-biologicheskie pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija v uslovijah kompleksnogo prirodno-tehnogennogo zagrjaznenija sredy obitanija [Medical and biologic parameters of the population health state in conditions of inhabitancy complex natural-technogenic pollution]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2009, vol. 11, no. 1–6, pp. 1144–1148 (in Russian).

8. Ocenka doz oblucheniya grupp naselenija, podvergajushhihsja povyshennomu oblucheniju za schet prirodnyh istochnikov ionizirujushhego izluchenija: MU 2.6.1.2397-08 (utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF ot 02.07.2008 g.) [Evaluation of radiation impact on the society groups at higher exposure of radiation due to natural sources of ionizing radiation: MU 2.6.1.2397-08 (approved by the chief sanitary doctor of the Russian Federation from 02.07.2008)]. Moscow, 2008, 36 p. (in Russian).

9. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Rossijskoj Federacii v 2014 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2014: State Report]. Moscow: Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, 2015, 206 p. (in Russian).

10. Onishchenko G.G. Aktual'nye zadachi gigienicheskoj nauki i praktiki [Actual problems of hygiene science and practice in the preservation of Public health]. *Gigiena i sanitarija*, 2015, vol. 94, no. 3, pp. 5–9 (in Russian).

11. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V. Analiz riska zdorov'yu v strategii gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya: monografiya [Analysis of health risks in the strategy of socio-economic development: a monograph]. Moscow, Perm': Izd-vo Permskogo natsional'nogo politekhnich. un-ta, 2014, 738 p. (in Russian).

12. Onishchenko G.G., Romanovich I.K. Osnovnye napravleniya obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti naseleniya Rossiyskoy Federatsii na sovremennom etape [Current trends of the provision for radiation safety of the population of the Russian Federation]. *Radiatsionnaya gigiena*, 2014, no. 4, pp. 5–22 (in Russian).

13. Avaliani, S.L., Bezpal'ko L.E., Bobkova T.E., Mishina A.L. Perspektivnye napravleniya razvitiya metodologii analiza riska v Rossii [The perspective directions of development of methodology of the analysis of risk in Russia]. *Gigiena i sanitariya*, 2013, no. 1, pp. 33–36 (in Russian).

© Pivovarova E.A., Shibanova N.Yu., 2016

Pivovarova Elena Anatolievna – graduate student (e-mail: Pivovarova.ea@yandex.ru; tel.: +79135413355)

Shibanova Natalia Yurievna – Doctor of Medicine Science, professor of postgraduate training in the field of consumer protection, human well-being and health law (e-mail: nys-kem@rambler.ru; tel.: +79039439929).

14. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himicheskih veshhestv, zagrjaznjajushhih okruzhajushhuju sredu R 2.1.10.1920-04 [Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment R 2.1.10.1920-04 P]. Moscow: Federal'nyj centr Gossanjepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004, 143 p. (in Russian).

15. Normy radiatsionnoy bezopasnosti (NRB 99/2009): SanPiN 2.6.1.2523-09 (utv. Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 07 iyulya 2009 g. N 47) [Radiation Safety Standards (NRB 99/2009): SanPiN 2.6.1.2523-09 (approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of July 07, 2009 N 47)]. Moscow: Federal'nyy tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2009, 101 p. (in Russian).

16. Fedorov A.S. Mysh'yak kak faktor riska dlya zdorov'ya naseleniya Omskoy oblasti [Arsenic as a risk factor for the health of the population of Omsk region]. In: G.G.Onishchenko, N.V. Zaitseva, eds. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya: materialy vseros. nauch.-prakt. internet-konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov Rospotrebnadzora*, Perm': Knizhnyy format, 2013, pp. 106 (in Russian).

17. Kharitonenko N.A. Otsenka riska zdorov'ya naseleniya g. Novosibirska pri upotreblenii pit'evoy vody [Health Risk to the population of Novosibirsk in the use of drinking water Assessment]. In: G.G.Onishchenko, N.V. Zaitseva. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya: materialy vseros. nauch.-prakt. internet-konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov Rospotrebnadzora*, Perm': Knizhnyy format, 2013, 76 p. (in Russian).

Pivovarova E.A., Shibanova N.Yu. Evaluation of carcinogenic risk to public health of the republic of khakassia associated with consumption of drinking water Health Risk Analysis. 2016, no. 3, pp. 44–52. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.05.eng