

УДК 614.876+878

МЕТОДОЛОГИЯ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул

Институт водных и экологических проблем, г. Барнаул

Баландович Б.А., Бояринов А.В., Красиков А.А., Поцелуев Н.Ю., Тулин Н.Ю., Суторихин И.А., Серебрякова Ж.С.

Приведены методические подходы гигиенической оценки риска здоровью населения Алтайского края в условиях радиационно-химического загрязнения территории. Представлены данные об индивидуальных годовых эффективных дозах как от воздействия искусственных, так и от естественных радионуклидов. Специфической особенностью влияния промышленных выбросов на различные группы населения Алтайского края является комбинированное и длительное воздействие экотоксикантов атмосферного воздуха на уровне вариабельно меняющихся концентраций в зависимости от зон загрязнения, поэтому отдельно приводится расчет заболеваемости, обусловленной негативным воздействием основных загрязнителей атмосферы.

Ключевые слова: оценка риска, химический фактор, радиационный фактор, радиочувствительность, экотоксикант, среда обитания.

There are presented methodological approaches of hygienic health risk assessment in the population of Altai Krai in conditions of radiation-chemical territory pollution. There are given the data of individual annual effective doses of both artificial and natural radionuclides. A specific feature of industrial emission effect on various groups of Altai Krai population is a combined and long-term influence of atmospheric air ecotoxics on the level of variably changing concentrations depending on the pollution zones, thus, there is separately presented the calculation of morbidity conditioned by the negative affect of the main atmospheric pollutants.

Key words: risk assessment, chemical factor, radiation factor, radiosensitivity, ecotoxics, environment.

Методология гигиенической оценки риска здоровью населения в регионах Российской Федерации в настоящее время по праву становится ведущей в формировании управленческих решений, направленных на реализацию основных положений Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года. В то же время данный подход нуждается, на наш взгляд, в более четком анализе и оценке уровней риска на региональном уровне, учитывая, что ключевым элементом в деятельности значительного количества государственных учреждений эколого-гигиенического профиля на современном этапе становится так называемый риск-ориентированный подход [3, 5, 6].

Методы исследования

Нами были применены методические подходы к оценке риска здоровью населения Алтайского края, который, с одной стороны, считается в экологическом плане благополучным регионом с курортами и здравницами федерального значения – города-курорты Белокуриха и Яровое, а с другой стороны, является пострадавшим регионом от взрывов на Семипалатинском полигоне, которые осуществлялись на расстоянии 650-700 км от юго-западных границ Алтайского края с 1949 по 1963 годы. Кроме

того, в годы интенсивной химизации сельского хозяйства, совпавшие с периодом освоения целинных и залежных земель, в регионе достаточно интенсивно применялись минеральные удобрения и пестициды, что также требует соответствующей гигиенической оценки наряду с изучением комплекса природно-техногенных экологических факторов (радон, естественная радиоактивность питьевой воды, полиметаллы, месторождения мирабилита) с помощью хроматографических, радиометрических, радиометрических и спектрофотометрических методов исследования. Всего по различным направлениям данного исследования было выполнено 6285 измерений, в том числе с применением методов оценки радиационных факторов – 3568 измерений, химических факторов (загрязнение атмосферного воздуха) – 2717 измерений.

Результаты исследования

В развитие данной концепции проведения региональных исследований группой ученых Алтайского государственного медицинского университета и Института водных и экологических проблем СО РАН на протяжении 1990-2016 гг. были проведены комплексные эколого-гигиенические исследования, направленные на оценку риска здоровью населения Алтай-

ского края, что являлось **целью исследования**. Следует отметить, что Алтайский край, расположенный на юго-востоке Западной Сибири и занимающий территорию 169,1 тыс. км² с населением 2543,3 тыс. человек, еще в 90-е годы прошлого столетия привлек внимание ученых своей напряженной медико-экологической обстановкой [1, 3, 4]. Уровень общей заболеваемости в Алтайском крае в 1,3 раза превышал российский, а в Сибирском федеральном округе по уровню заболеваемости болезнями системы кровообращения и онкологической заболеваемости Алтайский край занимал одно из первых мест [1]. Устойчивой тенденцией стали низкие показатели рождаемости и высокие показатели смертности населения, что заставило оценивать медико-демографическую ситуацию в регионе как неблагоприятную. И, несмотря на положительные демографические тренды второго десятилетия XXI века – увеличение коэффициента рождаемости за период 2005-2016 гг. на 37,5%, уменьшение младенческой смертности на 8,3%, в целом смертность по Алтайскому краю превышает рождаемость, обуславливая отрицательный естественный прирост населения в 2016 году 4909 чел. (в 2015 году отрицательный естественный прирост населения составил 3711 чел.).

Специфика сложившейся эколого-гигиенической ситуации в Алтайском крае определяется длительным загрязнением окружающей среды территорий региона (атмосферный воздух, вода, почва, воздух рабочей зоны, продукты питания) ксенобиотиками различного происхождения, что доказано с помощью аэрокосмической системы «MODIS», осуществлявшей в этот период времени спутниковый контроль состояния снегового покрова Алтайского края. В ходе исследования было выделено 5 зон эколого-гигиенического загрязнения по состоянию снегового покрова как одного из основных показателей экологической эмиссии – Индустриальный район г. Барнаула (зона, прилегающая к ТЭЦ-3), г. Заринск (район ОАО «Алтайкокс»), пос. Белоярск (район мачтопропиточного завода), р.п. Степное Озеро в Благовещенском районе (зона, прилегающая к ОАО «Кучуксульфат», осуществляющему добычу мирабилита) и г. Горняк (район ранее функционировавшего Локтевского горнообогатительного комбината) [2]. Еще одной региональной особенностью является то, что показатели заболеваемости различных групп населения неадекватны общей санитарно-гигиенической обстановке и дают более выраженные значения по сравнению с прогнозируемыми величинами. Особенно обратили на себя внимание рост онкологической заболеваемости и массовые случаи заболеваний новорожденных конъюгационными желтухами неясного генеза в 90-е годы прошлого столетия,

а также поражения нервной системы индикаторных групп детского населения различных территорий края на фоне многолетнего радиационного воздействия в результате воздушных ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне [1].

Особенность Алтайского края заключается в том, что радиационный фактор на территориях региона представлен как естественными ионизирующими излучениями от природного урана, радия, тория, продуктов их распада (прежде всего газообразный радон в южных нагорных территориях Алтайского и Смоленского районов, где территориально находится город-курорт Белокуриха), так и искусственными (цезий-137, стронций-90, плутоний-239), занесенными в результате воздушных ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. Согласно современным представлениям, коэффициенты радиационного риска для данного облучения, рассчитанные методами ретроспективного анализа, несколько выше, чем для хронического облучения. Поскольку облучение имело место в прошлые годы, в качестве критерия риска возникновения отдаленных последствий в настоящее время принимается доза облучения населения, полученная ранее за счет ядерных испытаний. В соответствии с «Нормами радиационной безопасности» (НРБ-99/2009) для наиболее полной оценки вреда, который может быть нанесен здоровью в результате облучения в малых дозах, определяется ущерб, количественно учитывающий как эффекты облучения отдельных органов и тканей тела, отличающиеся радиочувствительностью к ионизирующему излучению, так и всего организма в целом. В соответствии с общепринятой в мире линейной беспороговой теорией зависимости риска стохастических или вероятностных эффектов от дозы, величина риска пропорциональна дозе излучения и связана с дозой через линейные коэффициенты радиационного риска.

К территориям региона, пострадавшим в результате ядерных испытаний, в настоящее время относится 8 районов Алтайского края, расположенных по условной оси с юго-запада на северо-восток – Угловский, Рубцовский, Змеиногорский, Локтевский, Поспелихинский, Краснощековский, Заринский и Залесовский. За многолетний период испытаний дозу облучения в Алтайском крае свыше 5 сЗв получили более 270 тысяч человек, в том числе свыше 25 сЗв – около 47 тысяч человек [1].

В настоящий период времени радиационная обстановка в Алтайской экосистеме формируется в основном природными источниками ионизирующего излучения и, в частности, естественными радионуклидами (ЕРН), содержащимися практически во всех объектах окру-

жающей среды и обуславливающими до 80% коллективной годовой дозы облучения населения региона, прежде всего за счет радона и дочерних продуктов его распада.

К радоноопасным территориям Алтайского края относятся населенные пункты южных, юго-восточных нагорных и предгорных районов, расположенных в пределах урановых проявлений Белокурихинского гранитоидного массива. По данным совместных исследований кафедры гигиены, основ экологии и безопасности жизнедеятельности АГМУ и радиологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае», превышения гигиенических нормативов эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона в эксплуатируемых помещениях в основном регистрировались в Алтайском (230-480 Бк/м³), Чарышском (220-250 Бк/м³), Петропавловском (214-245 Бк/м³), Усть-Калманском (245-324 Бк/м³) и Заринском районах (284-480 Бк/м³), обуславливая коэффициенты радиационного риска для мужчин 0,0760-0,2000, а для женщин 0,0197-0,0502.

При расчете риска здоровью населения региона от химических факторов учитывалось то обстоятельство, что специфической особенностью влияния промышленных выбросов на различные группы населения Алтайского края является комбинированное и длительное воздействие экотоксикантов атмосферного воздуха на уровне вариабельно меняющихся концентраций в зависимости от зон загрязнения [5, 6]. Степень загрязнения атмосферного воздуха исследованных территорий зависит от ряда факторов, определяющих закономерности поведения химиоксенобиотиков в приземном слое атмосферы. Одним из таких факторов являются климато-гигиенические особенности зон наблюдения. В климатических условиях Юго-Западной Сибири периоды с относительно пониженным уровнем загрязнения атмосферного воздуха наблюдаются при циклоническом режиме погоды, для которого характерны осадки и сильные ветры, а также отсутствие инверсий. Рассеивание выбросов происходит вследствие турбулентного обмена, осуществляющего вертикальный перенос аэрозольных загрязнений за счет температурной стратификации атмосферы. При установлении антициклона концентрации аэрозольных загрязнителей в исследованных районах Алтайского края в значительной степени определялись топографическими особенностями местности и микроклиматическими процессами – рельефом, взаимным расположением источника загрязнения и селитебного района, скоростью и направлением ветра. Так, преобладающими ветрами в г. Барнауле, где, по данным MODIS, отмечается зона многолетнего аэрозольно-химического загрязнения,

являются юго-западные, удельный вес которых составляет 30%.

Анализируя состояние воздушной среды г. Барнаула, необходимо отметить, что основной вклад в загрязнение атмосферы вносят предприятия энергетики (ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3) – 58,82% всех вредных выбросов, машиностроения (ОАО «Алтайский моторный завод», ОАО «Сибэнерго-маш», ОАО «Барнаултрансмаш», ОАО «Алтайский завод агрегатов») – 14,68 %, нефтехимической и химической промышленности (шинный и сажевый заводы, РТИ, химический комбинат) – 11,52 %. Всего выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников составили 275,3 тыс. тонн/год, а от автотранспорта – 72,3 тыс. тонн/год. Анализ распределения интегральных показателей суммарного загрязнения атмосферного воздуха по М.А. Пинигину в различных районах города показал, что в наибольшей степени загрязнен воздух в северо-восточной части города и прилегающем к ней районе Поток, где значения коэффициента М.А. Пинигина колебались от 10,8±0,6 до 15,3±0,5. Следующим после северо-восточной части города районом по загрязнению атмосферного воздуха является северный промышленный узел и прилегающая к нему территория Ленинского и Индустриального районов. Предприятия данного промышленного узла – заводы технического углерода, асбестотехнических изделий, шинный завод, РТИ и ТЭЦ-3 – обуславливают высокие значения интегральных показателей загрязнения атмосферы в прилегающем к ним селитебном районе Солнечная поляна вследствие рассеивания выбросов при северном и северо-восточном направлениях ветра на территории посёлка «Урожайный», где значения показателя колебались от 2,5±0,1 до 3,7±0,2.

Западные степные территории Алтайского края характеризуются наличием специфического уникального производства, каким является добыча мирабилита, или десятиводного сульфата натрия, на территории Благовещенского района вблизи р. п. Степное Озеро. На протяжении нескольких десятилетий атмосферный воздух жилой зоны поселков Степное Озеро, Благовещенка и Нижний Кучук загрязняется комплексом вредных химических веществ – сероводородом, диоксидом серы и аэрозолем сульфата натрия. Анализируемое воздействие на окружающую среду связано с производственной деятельностью ОАО «Кучуксульфат», вырабатывающего технический сульфат натрия Кс-01-90 из мирабилита.

Анализ поля концентраций сероводорода в зоне влияния вышеуказанного предприятия показал, что формирование очага повышенного загрязнения наблюдалось в непосредственной близости от озера Кривое (9,3 ПДК). Зоны повышенных концентраций диоксида серы сформировались

ровались в основном в центральной части р. п. Благовещенка и составили 1,2-9,4 ПДК.

По итогам выполненных исследований было отмечено статистически значимое различие между концентрацией аэрозоля сульфата натрия в приземном слое атмосферного воздуха четырех основных исследованных территорий, находящихся в зоне влияния ОАО «Кучуксульфат», – р. п. Степное Озеро, р. п. Благовещенка, с. Нижний Кучук и с. Орлеан. Средние концентрации аэрозоля сульфата натрия в атмосферном воздухе данных населенных пунктов, соответственно, составили $0,043 \pm 0,0001$ мг/м³, $0,027 \pm 0,0001$ мг/м³, $0,020 \pm 0,0002$ мг/м³ и $0,015 \pm 0,0001$ мг/м³. Наиболее достоверны различия между содержанием аэрозоля сульфата натрия в атмосферном воздухе р. п. Степное Озеро и с. Нижний Кучук (критерий Стьюдента равен 14,3). Анализ дисперсного состава респираторных аэрозольных фракций показал наличие шести основных интервалов частиц в зависимости от их диаметров. В районах исследования в основном преобладали аэрозольные фракции, имевшие диаметр частиц от 0,5 мкм до 1,0 мкм. Удельный вес этих частиц колебался от 44,8% в контрольном районе №1 (с. Нижний Кучук) до 54,1% в основном районе (р. п. Степное Озеро). Для учета распространенности заболеваний дыхательной системы работающего населения и расчета риска здоровью в зоне влияния мирабилитового месторождения использовались следующие показатели: заболеваемость по обращаемости, патологическая пораженность болезнями органов дыхания, удельный вес часто болеющих лиц. Все показатели были стандартизованы с учетом количества работающего населения, проживающего в зонах наблюдения. В качестве суммарных критериев комбинированного загрязнения атмосферного воздуха комплексом экотоксикантов использовались показатели Пинигина и Аверьянова. Статистическая обработка данных исследования за 2002-2015 гг. показала, что при статистически значимом ($p < 0,01$) различии в показателях суммарного загрязнения атмосферного воздуха между р. п. Степное Озеро и с. Н. Кучук отмечается достоверная дифференцировка ($p < 0,01$) в уровнях заболеваемости работающего населения болезнями органов дыхания (интенсивный стандартизованный показатель заболеваемости в р. п. Степное Озеро больше показателя по с. Нижний Кучук в 4,5 раза).

Математическая обработка стандартизованных показателей заболеваемости работающего населения и загрязнения атмосферного воздуха позволила получить аппроксимированную зависимость между заболеваемостью болезнями органов дыхания и концентрациями экотоксикантов атмосферы в районе размещения

ОАО «Кучуксульфат» при среднем значении заболеваемости дыхательной системы, равном $212,4 \pm 3,6$ на 1000 работающих:

$$212,4 \text{ Заболеваемость} = 0,983 \text{ CO} + 0,171 \text{ H}_2\text{S} + 0,997 \text{ SO}_2 + 0,615 \text{ Пыль} + 0,981 \text{ NO}_2 + 0,185 \text{ Zn} + 0,410 \text{ Cd} + 0,084 \text{ Pb} \quad (1)$$

Заключение

Линейный регрессионный анализ свидетельствует о том, что основными влияющими химическими факторами в формировании риска здоровью работающего населения являются: монооксид углерода, диоксид серы, диоксид азота и взвешенные вещества с коэффициентами риска соответственно равными 0,983, 0,997, 0,981 и 0,615. Результаты исследования позволяют предположить, что неблагоприятное влияние таких распространенных загрязнителей, как диоксид серы, диоксид азота, монооксид углерода и аэрозоль сульфата натрия, может проявиться прежде всего в снижении дыхательных и оксигеметрических функций.

Список литературы

1. Шойхет Я.Н., Лоборев В.М., Киселев В.И., Лагутин А.А., Судаков В.В., Волобуев Н.М., Габбасов М.Н., Гамаюнов К.В., Гончаров А.И., Зеленев В.И. Зоны Алтайского края, подвергшиеся радиационному воздействию при ядерных испытаниях на Семипалатинском полигоне. *Вестник научной программы «Семипалатинский полигон – Алтай»*. 1996; 2: 7-4.
2. Лагутин А.А., Суторихин И.А., Синицин В.В., Жуков А.П., Шмаков И.А. Использование данных MODIS для мониторинга крупных промышленных центров юга Западной Сибири. Барнаул, 2010.
3. Суторихин И.А., Баландович Б.А., Ла А.Ю., Скрипкина Л.А. Оценка канцерогенного риска населения Алтайского края на основе анализа дозовых нагрузок при радиационном воздействии на среду обитания. *Материалы VII Всероссийского симпозиума «Контроль окружающей среды и климата «КОСК-2010»*. 2010: 81-82.
4. Ильинских Н.Н., Булатов В.И., Адам А.М., Смирнов Б.В., Плотнокова Н.Н., Иванчук И.И. *Радиационная экогенетика России*. Томск, 1998.
5. Коньшина Л.Г., Сергеева М.В., Липанова Л.Л., Солонин А.В. Оценка риска, обусловленного загрязнением окружающей среды, здоровьем населения в городе Орске. *Гигиена и санитария*. 2004; 2: 22-4.
6. Галицкая И.В. Геохимическая опасность и риск на урбанизированных территориях, анализ, прогноз, управление: Дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. М.; 2010.

Контактные данные

Автор, ответственный за переписку: Баландович Борис Анатольевич, д.м.н., доцент, директор Института гигиены труда и промышленной экологии Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул.
656038, г. Барнаул, пер. Некрасова, д. 65.
Тел.: (3852) 566898.
E-mail: dr.balandovich@mail.ru

Информация об авторах

Баландович Борис Анатольевич, д.м.н., доцент, директор Института гигиены труда и промышленной экологии Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул.
656038, г. Барнаул, пер. Некрасова, д. 65.
Тел.: (3852) 566898.
E-mail: dr.balandovich@mail.ru

Бояринов Андрей Владимирович, заведующий органом инспекции Института гигиены труда и промышленной экологии Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул.
656038, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 40.
Тел.: (3852) 566898.
a.boyarinov@expertsb.com

Красиков Александр Анатольевич, м.н.с. Института гигиены труда и промышленной экологии Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул.
656038, г. Барнаул, пер. Некрасова, д. 65.
Тел.: (3852) 566898.
grizly137@yandex.ru

Поцелуев Николай Юрьевич, к.м.н., доцент кафедры гигиены, основ экологии и безопасности жизнедеятельности Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул.
656038, г. Барнаул, пер. Некрасова, д. 65.
Тел.: (3852) 249719.
pocelueff@gmail.com

Тулин Николай Юрьевич, м.н.с. Института гигиены труда и промышленной экологии Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул.
656038, г. Барнаул, пер. Некрасова, д. 65.
Тел.: (3852) 566898.
none184@yandex.ru

Суторихин Игорь Анатольевич, д.ф-т.н., профессор, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт водных и экологических проблем» СО РАН, г. Барнаул.
656031, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1.
Тел.: (3852) 666460.
sia@iwep.ru

Серебрякова Жанна Сергеевна, специалист-эксперт органа инспекции Института гигиены труда и промышленной экологии Алтайского государственного медицинского университета, г. Барнаул.
656038, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 40.
Тел.: (3852) 566898.
serebryak2909@yandex.ru