

2. Бочарников, Р.Е. Эмиссия газов, рудных и петрогенных элементов на вулкане Кудрявый, о. Итуруп, Курильские о-ва / Р.Е. Бочарников, В.А. Князев, А.С. Штейнберг, Г.С. Штейнберг // ДАН.— 1998.— 361.— № 5.— С. 671–674.

3. Ефанова, Е.П. Рений — металл индустрии высоких технологий / Е.П. Ефанова // БИКИ.— 2016.— № 1 (10051). — С. 35–45.

4. Коржинский, М.А. Особенности фумарольной активности вулкана Кудрявый в период 1991–1999 гг. и фреатическое извержение 1999 г. / М.А. Коржинский, Р.Е. Бочарников, С.И. Ткаченко, Н.Н. Жданов, Г.С. Штейнберг // Петрология.— 2002.— Т. 10.— С. 611–629.

5. Марченко, А.Г. Состав и зональность современной минерализации в активных фумаролах на вулкане Кудрявый (о. Итуруп) / А.Г. Марченко, А.А. Вольфсон, М.В. Морозов, Н.С. Хрол // Матер. Юбилейного съезда Российского минералогического общества «200 лет РМО». — СПб, 2017. — Т. 2. — С. 262–264.

6. Методические рекомендации по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов. — М.: ГКЗ, 2007.

7. Протокол (б/н) от 08 июля 2002 г. заседания Центральной комиссии МПР РФ по Государственной экспертизе запасов полезных ископаемых (секция твердых полезных ископаемых) по подсчету запасов редких металлов в фумарольных газах вулкана Кудрявый (о. Итуруп).

8. Протокол заседания Центральной комиссии по разработке месторождений твердых полезных ископаемых от 29 ноября 2016 г. № 296/16-стп.

9. Чаплыгин, И.В. Рудная минерализация высокотемпературных фумарол вулкана Кудрявый (о. Итуруп, Курильские о-ва) / И.В. Чаплыгин: Дисс... канд. геол.-мин. наук. — М., 2009.— 186 с.

10. Чураков, С.В. Термодинамическое моделирование эволюции состава высокотемпературных фумарольных газов вулкана Кудрявый, о. Итуруп, Курильские о-ва / С.В. Чураков, С.И. Ткаченко,

М.А. Коржинский, Р.Е. Бочарников, К.И. Шмулович // Геохимия.— 2000.— № 5.— С. 485–501.

11. Шадерман, Ф.И. Технологические и геолого-экономические исследования по извлечению рения и других редких металлов из фумарольных газов вулкана Кудрявый (о. Итуруп, Курильские о-ва) / Ф.И. Шадерман, А.А. Кременецкий, Г.С. Штейнберг. Отчет о НИР. — М.: ИМГРЭ, 1999.— 108 с.

12. Штейнберг, Г.С. Оценка масштабов рениевого рудопроявления на вулкане Кудрявый (о. Итуруп, Курильские о-ва) / Г.С. Штейнберг, В.Я. Данченко, В.П. Семакин, А.В. Рыбин и др. Отчет о работах по гос. контракту № 94/4. — Южно-Сахалинск: ИВиГ РАЕН, 1995.— 76 с. Фонды СТГУ, Фонды ИВиГ АЕН.

13. Штейнберг, Г.С. Поисково-оценочные работы по оценке запасов рения на рудопроявлении вулкана Кудрявый (о. Итуруп) / Г.С. Штейнберг, Ф.И. Шадерман, В.А. Ермаков и др. Отчет о работах по госконтракту № 17–98. Фонды СТГФ. — Южно-Сахалинск, 2001.— 264 с.

14. Штейнберг, Г.С. Подсчет запасов редких металлов в фумарольных газах (по результатам опробования рудопроявления «вулкан Кудрявый» на о. Итуруп, Курильские о-ва в 1995–2002 гг.) / Г.С. Штейнберг, Ф.И. Шадерман, А.В. Соловьев, М.Г. Штейнберг. — М., 2002.

15. Taran, Yu.A. Major and trace element geochemistry, redox conditions and isotopic composition of magmatic gases from Kudriavy volcano, Iturup island, Kuriles / Yu.A. Taran, M.A. Korzhinsky, S.I. Tkachenko, J.F. Hedenquist, K.I. Shmulovich // Geochim. et cosmochim. acta.— 1995. — V. 59.— № 9. — P. 1749–1761.

16. <http://www.metal-pages.com> (дата просмотра 02.10.2018).

© Белов М.В., Быховский Л.З., Вольфсон А.А., 2019

Белов Михаил Владимирович // mvbelovgeolog@yandex.ru
 Быховский Лев Залманович // lev@vims-geo.ru
 Вольфсон Александр Александрович // sanches27@list.ru

ОХРАНА НЕДР И ЭКОЛОГИИ

УДК 504.5.06

Фархутдинов И.М.¹, Фархутдинова Л.М.², Белан Л.Н.³
 (1 — Башкирский государственный университет,
 2 — Башкирский государственный медицинский
 университет, 3 — Научно-исследовательский институт
 безопасности жизнедеятельности Республики
 Башкортостан)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ОНКОПАТОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Одним из важных факторов геологической среды является радиоактивность горных пород местности проживания. Ионизирующее излучение представляет собой фактор развития злокачественных новообразований (ЗНО). Более высокий уровень естественной радиации в Республике Башкортостан приурочен к зоне Башкирского мегантиклинория. Повышенный уровень естественной радиации в районе с горнорудной промышленностью ассоциируется с увеличением распространенности ЗНО. Снижение риска развития ЗНО в районе, характеризующемся распространением карбонатных пород, отражает возможную благоприятную биологическую роль данных отложений. Коррекция микроэлементного статуса может рассматриваться

как метод онкопрофилактики, что требует дальнейшего изучения. **Ключевые слова:** природная радиоактивность, уран, Южный Урал, радиация, геоэкология.

Farkhutdinov I.M.¹, Farkhutdinova L.M.², Belan L.N. (1 — Bashkir State University, 2 — Bashkir State Medical University, 3 — Research Institute of Life Safety of the Republic of Bashkortostan)

GEOECOLOGICAL FACTORS OF ONCOPATHOLOGY PREVALENCE ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Radioactivity of the areas of residence is one of the important factors of the geological environment. Ionizing radiation is a factor which influences on development of malignant neoplasms (MN). A higher level of natural radiation in the Republic of Bashkortostan is confined to the zone of the Bashkir meganticlinorium. The increased level of natural radiation in the area with the mining industry is associated with an increase in the MN prevalence. Area with spread of carbonate rocks characterized by reduced MN prevalence, which reflects the possible favorable biological role of these sediments. Correction of the microelement status can be considered as a method of oncophylaxis, which requires further study. **Keywords:** natural radioactivity, uranium, Southern Urals, radiation, geoecology.

Введение

Одним из важных факторов геологической среды является радиоактивность горных пород местности проживания. Как известно, ионизирующее излучение представляет собой фактор развития злокачественных новообразований (ЗНО) — чрезвычайно актуальной медико-социальной проблемы современности. Так, в мире зарегистрировано 14 млн случаев заболевания, в Российской Федерации насчитывается около 3 млн онкобольных. В Республике Башкортостан ежегодно более 10 тысяч человек заболевают раком и 4 тысячи умирают. Онкологические болезни занимают второе место в структуре смертности после сердечно-сосудистой патологии и наносят экономике России существенный ущерб — около 100 млрд руб. в год, который к 2020 г., по оценкам экспертов, составит 200 млрд руб. [1].

В настоящее время развитие ЗНО связывают с образом жизни, генетической предрасположенностью и воздействием окружающей среды, включающей техногенные (антропогенные) и природные факторы. Учитывая канцерогенную роль самых разнообразных экотоксикантов, ЗНО рассматривают как индикатор экологического благополучия. Известно, что факторами, модифицирующими биологические эффекты радиоактивности, являются различные химические элементы, способные как потенцировать действие радиации, так и выполнять роль радиопротекторов. В связи с этим актуально исследование значимости региональных геологических особенностей, определяющих микроэлементный состав местности и уровень естественной радиоактивности, на распространенность онкопатологии.

Из истории вопроса

Первые сведения о негативном влиянии на здоровье человека горных пород связаны с интенсивной разработкой рудных месторождений в Европе XVI в., где крупнейшими горнорудными центрами были города Шнееберг в Саксонии и Иохимсталль на территории современной Чехии. В первом из них швейцарский врач и химик Парацельс (1493–1541), а в другом — немецкий врач, один из основателей геологии Агрикола (1494–1555) описали рак легких у рудокопов, однако причиной болезни они считали отравление металлами — свинцом, ртутью и сурьмой. Прошло три с половиной столетия, прежде чем выяснилось, что «шнеебергский рак» обусловлен радиацией*.

Как известно, изучение явления радиоактивности началось с открытия в 1895 г. К. Рентгеном х-лучей, испускаемых стеклянной вакуумной трубкой при прохождении электрического разряда. В 1885 г. А. Беккерель открыл спонтанное излучение урана, названное радиоактивностью, в 1899 г. Э. Резерфорд установил природу радиоактивного излучения, определив в его составе альфа- (протоны), бета- (электроны)** и гамма-

лучи (электромагнитные волны). Что касается негативных биологических эффектов радиоактивности, то они были выяснены лишь через несколько десятилетий как мирного, так и военного использования этого явления.

Открытие К. Рентгена практически сразу было внедрено в медицинскую практику сначала для диагностики, позднее для лечения различных заболеваний. В 1920-е годы началось использование радиоактивных препаратов в медицине, а также широкое применение радия в пищевой промышленности (хлеб, шоколад, питьевая вода, тонизирующие средства), при изготовлении зубной пасты, пудры, крема для лица, в производстве светящихся красок (для разметки циферблатов часов и других приборов), елочных игрушек. Вместе с тем накапливались сведения о повреждающем воздействии ионизирующего излучения. Первый случай рака кожи у рентгенолога описан в 1902 г., радиационного лейкоза — в 1911 г. В 1920-х годах появилось сообщение о развитии саркомы кости у женщин, расписывавших циферблаты часов радийсодержащими красками, в 1930-е годы — о раке печени и крови при применении рентгенконтрастных средств. Исследования 1940-х и 1950-х годов констатировали, что применение радиации в медицине сопровождается повышением частоты злокачественных заболеваний.

В 1789 г. в рудных месторождениях Шнееберга и Иохимсталля открыт уран, в 1979 г. установлена радиогенная причина «шнеебергского рака».

Создание ядерного оружия и взрывы атомной бомбы в Хиросиме и Нагасаки в 1945 г., унесшие жизни более 200 000 людей, активизировали поиски методов радиационной защиты. В результате исследований в 1950-е годы стало известно, что радиационное воздействие складывается из прямого эффекта в виде ионизации атомов молекул с нарушением их функции и косвенного — образования активных свободных радикалов, повреждающих клетки. Под действием высоких доз радиации происходит массивная гибель клеток с развитием лучевой болезни, токсическими эффектами низких и средних доз облучения являются гибель клетки, мутагенез и злокачественное перерождение в результате повреждения ДНК клетки.

Выяснилось, что при лучевом поражении имеет значение не только внешнее облучение, как полагали ранее, но и внутреннее, обусловленное инкорпорированными радионуклидами, то есть поступившими в организм с пищей, водой, атмосферным воздухом и через кожу и накопившимися в определенных органах или тканях. Для оценки влияния этих радионуклидов были введены условные единицы: грей (Гр) и зиверт (Зв) в честь родоначальников радиобиологии — английского физика Льюиса Грэя (1905–1965) и шведского физика Рольфа Зиверта (1896–1966). В эти же годы впервые были разработаны нормативы предельно допустимой дозы радиации.

В 1960–1970-е годы появились сведения об отдаленных канцерогенных эффектах радиоактивного излуче-

* В 1789 г. в рудных месторождениях Шнееберга и Иохимсталля открыт уран, в 1979 г. установлена радиогенная причина «шнеебергского рака»

** Электрон открыт в 1897 г. Дж. Томсоном

ния. Так, в Японии через 3–5 лет после атомных взрывов было установлено увеличение распространенности лейкозов среди пострадавших, обусловленное воздействием средних доз радиации. Вслед за этим публикуются данные о развитии рака щитовидной железы под действием малых доз радиации: у жителей Японии, подвергшихся облучению в детском возрасте (до 10 лет) в результате атомных взрывов, выявлено десятикратное увеличение распространенности тиреоидного рака, латентный период которого составил около 10 лет. Крупнейшая техногенная катастрофа атомной индустрии в 1986 г. в Чернобыле также повлекла за собой значительный рост распространенности рака щитовидной железы среди жителей зараженных территорий, риск которого у взрослых возрос в 2–3 раза, а у детей — в 10 раз. Первые случаи тиреоидного рака были зарегистрированы через 5 лет после аварии — в 1991 г., а в 2008 г. их число составило около 6000. Затем ситуация стабилизировалась, однако с учетом японского опыта, где риск развития рака щитовидной железы оставался повышенным и через 40 лет после атомных взрывов, мониторинг пострадавших от аварии в Чернобыле считается по-прежнему необходимым.

По итогам исследований наиболее значимые радиогенные эффекты были сгруппированы в две основные категории: детерминированные, обусловленные большими дозами облучения и проявляющиеся гибелью или мальфункцией клеток, а также стохастические*, не имеющие дозового порога, к которым относятся рак при мутации в соматических клетках и наследуемые заболевания, связанные с мутацией в репродуктивных клетках.

С накоплением знаний о биологических эффектах радиоактивности изменялись представления о безопасной дозе радиации. Впервые норма радиационной безопасности была установлена в 1952 г. и составила 15 мЗв/год, в 1959 г. она была уменьшена до 5 мЗв/год, а в 1990 г. — до 1 мЗв/год, что примерно в 2 раза выше уровня естественной радиации (космические лучи, радон и др.), составляющей 0,3–0,6 мЗв/год. Однако по мнению известного ученого, чл.-корр. РАН А.В. Яблокова, дополнительная приемлемая доза не должна превышать 10 % от естественного уровня радиации, к которому адаптирован организм [11]. В настоящее время многие специалисты считают необходимым уменьшить предельно допустимую дозу до 0,25 мЗв/год. В некоторых штатах США максимальная допустимая доза искусственного облучения для населения составляет 0,1 мЗв/год.

На сегодняшний день проблема влияния малых доз радиации на организм человека остается малоизученной, поскольку оценки реагирования на дозы в основном базируются на исследованиях воздействия высоких доз и экспериментах с животными. Безопасность ионизирующего излучения в диапазоне малых доз является предметом дискуссий. Согласно

одной точке зрения, повреждающее действие доз, не превышающих предельно допустимый уровень, не находит подтверждения. Вместе с тем Р. Зиверт в 1950 г. установил, что для действия радиации на живые организмы нет порогового уровня. Парадоксальные результаты получены при изучении сверхмалых доз радиации: в диапазоне сверхмалых доз обнаружено необъяснимое значительное возрастание чувствительности организмов к облучению. Действие радиации на здоровье зависит, как показали результаты исследований, от продолжительности воздействия: одна и та же доза радиации, поглощенная за короткий промежуток времени, может вызвать меньшие поражения, чем доза, полученная за длительный период. К малоизученным относится также проблема взаимодействия малых доз радиации с другими неблагоприятными экологическими факторами, которые способны модифицировать радиогенные эффекты [11].

С проведением эпидемиологических исследований в разных странах мира на рубеже XX и XXI вв. стали накапливаться сведения о взаимосвязи онкопатологии со средой проживания. Например, более высокий риск заболеваемости раком желудка выявлен у жителей Японии по сравнению с эмигрантами из Японии, проживающими в США [6]. С.И. Галяутдинова и соавторы [2] показали, что проживание в непосредственной близости от разлома повышает риск онкологических заболеваний. Среди населения Республики Литва установлена роль приразломных зон в развитии рака мочевого пузыря и ряда других заболеваний [8].

Впервые влияние геологических формаций на развитие рака в Башкортостане изучалось в начале 1990-х годов С.Г. Фаттахутдиновым, рассматривавшим породы верхнепермского возраста, распространенные в платформенной части республики как формации повышенного риска. Автор связал результаты работы с высоким содержанием (в десятки и сотни раз выше кларковых) целого ряда металлов в верхнепермских отложениях. Вместе с тем особый интерес представляет территория горного Урала, где широкое разнообразие хорошо изученных геологических формаций обуславливает различный уровень природной радиоактивности.

Материалы и методы

Исследование влияния геоэкологических условий на развитие ЗНО проведено на территории Республики Башкортостан (РБ) — региона центральной части России, площадью 143 600 км². В геологическом отношении западная часть РБ приурочена к юго-восточной окраине Восточно-Европейской платформы, восточная часть — к складчатому Уралу. Широкий диапазон геологических структур (платформа, предгорный прогиб, складчатая область) и горных пород (осадочные, вулканогенные, магматические, метаморфические породы различного состава, строения и возраста), обуславливающий специфику микроэлементного состава местности и различный уровень радиоактив-

*С греческого вероятностный

ности, позволяет оценивать биологическую роль геологических факторов.

Проанализированы показатели радиометрии по данным отчета «Геолого-методическое руководство массовыми поисками радиоактивных руд на территории Республики Башкортостан в 2002–2006 годах», в соответствии с которым фоновая гамма-активность в пределах Южного Урала варьирует от 3 до 40 мкР/час [10].

Население РБ по данным Госкомстата России составляет 4 065 993 чел. (2010), в сельской местности проживает 1 612 628 человек (39,6 %). С целью нивелирования техногенных факторов крупные города и промышленные центры РБ исключены из статистики. Население, включенное в исследование, составило 2 111 267 человек — 52 % жителей республики. По данным Медицинского информационно-аналитического центра Министерства здравоохранения РБ (МИАЦ МЗ РБ) на конец 2014 г. зарегистрировано 82 272 больных ЗНО. Настоящее исследование включало 38 765 больных ЗНО. Проанализированы средние показатели распространенности ЗНО за период с 2011 по 2014 г. Проведено картирование распространенности ЗНО в РБ с выделением 4-х групп районов в зависимости от показателей по методу классификации «natural breaks» с использованием компьютерной программы ArcGIS 10.2 (рис. 1).

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с применением пакета программ Statistica 10, Microsoft Excel 2007. Достоверными считались результаты при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Проведенный анализ распространенности ЗНО на территории РБ обнаружил значительный разброс в по-

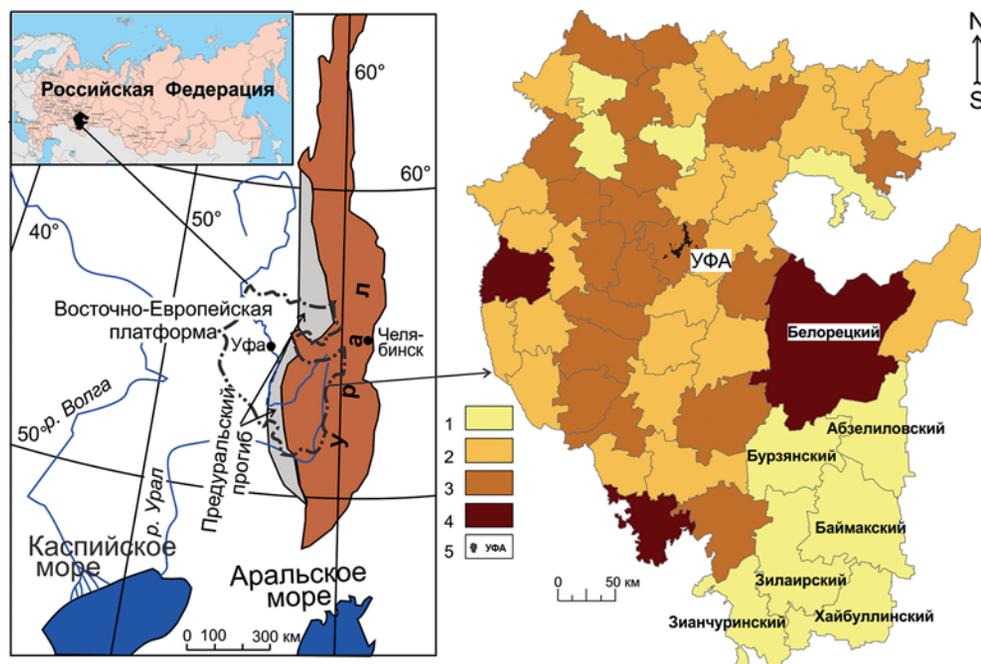
казателях, достигающий 4-кратной разницы, и выявил определенные закономерности, свидетельствующие о влиянии геологической среды на развитие онкопатологии.

По данным радиометрии зона сравнительно высокого уровня естественной радиоактивности наибольшей площадью выявлена на территории Белорецкого и Бурзянского районов. В тектоническом отношении эта зона приурочена к Башкирскому мегантиклинорию, который сложен докембрийскими, рифей-вендскими карбонатно-терригенными отложениями морского генезиса огромной мощности, превышающей 10 000 м. Песчано-глинистые осадки рифея Башкирского мегантиклинория сформировались за счет разрушения древнего гранито-гнейсового фундамента. Крылья мегантиклинория сложены палеозойскими отложениями — ордовиком, силуром, девоном, карбоном. В основании мегантиклинория располагаются гранито-гнейсы архей-раннепротерозойского возраста, представляющие собой фрагмент кристаллического фундамента. Данные породы обнажены на поверхности в северной части Башкирского мегантиклинория в ядре Тараташского антиклинория (шарьяжа) (Челябинская область). Как известно, граниты характеризуются наиболее высокой концентрацией урана: в каждой тонне содержится в среднем 25 граммов урана. Согласно данным геофизики поверхность кристаллического фундамента погружается в юго-восточном направлении до глубины 16–18 км.

Субмеридиональное простирание выявленной зоны отражает генетическую связь с тектоническими дислокациями и согласуется с представлениями о шарьяжно-надвиговом строении Урала. В соответствии с шарьяжно-надвиговой теорией в приконтактных зонах тектонических пластин происходит нарушение сплошности покровных структур, что способствует повышению мобильности заключенных в породах элементов-примесей, в том числе миграции из глубинных пород радионуклидов [4, 5].

Помимо природных факторов повышение радиационного фона в Белорецком районе может быть связано с деятельностью горнодобывающей промышленности, когда на поверхность извлекаются горные породы, обогащенные радионуклидами [7].

По результатам анализа распространенности ЗНО



Распространенность злокачественных новообразований на территории Республики Башкортостан: 1–4 — распространенность ЗНО на 100 000 населения (классификация «natural breaks»: 1 — до 1285, 2–1649, 3 — до 2009, 4 — до 2592); 5 — населенные пункты

был выявлен наиболее высокий уровень в Белорецком районе — 2631 на 100 000 населения, что в 1,6 раза превышало среднее значение по республике — 1661 на 100 000 жителей. Вместе с тем Бурзянский район оказался наиболее благополучным — распространенность ЗНО была минимальной и составила 686 на 100 000 населения (рис. 1).

Столь полярные значения распространенности ЗНО в двух соседних районах горного Урала со сходными данными радиометрии свидетельствует о возможном наличии факторов в одном случае радиопотенцирующих, в другом — радиопротективных.

Белорецкий район, где находятся основные запасы железных руд республики, является старейшим горнорудным очагом*, и здесь имеет место значительное превышение ПДК свинца, кобальта, цинка, меди, олова и других металлов в горнопородных отвалах, что обусловлено как природным обогащением пород и руд определенными металлами, так и особенностями технологического процесса переработки руд.

Бурзянский район в отличие от Белорецкого является экологически более благополучным: горнорудные предприятия отсутствуют, и значительную часть территории занимают заповедники Башкирский и Шульган-Таш. В геологическом отношении благоприятное влияние, возможно, имеют мощные карбонатные толщи девона и карбона, развитые в центральной части этого района, вдоль р. Белая, пересекающей его территорию с севера на юго-восток. Данное предположение согласуется с результатами работ, проведенных в Канаде, США, в пределах бывшего СССР и обнаруживших прямую связь между поступлением в организм человека кальция и снижением риска онкопатологии [12]. О.А. Денисовой с соавторами также установлена протективная роль кальция в развитии злокачественных заболеваний [3]. Медико-геологические исследования, осуществленные в 2000-е годы под эгидой АН РБ, также показали, что карбонатные отложения в Бурзянском районе благоприятно влияют на микроэлементный статус биосферы и показатели здоровья населения.

Заключение

На территории Башкортостана естественный радиационный фон не превышает 40 мкР/час, что соответствует допустимым величинам (до 50 мкР/час) по нормативным документам. Более высокий уровень естественной радиации приурочен к зоне Башкирского мегантиклинория, осадочные толщи которого сформировались за счет разрушения древнего гранито-гнейсового фундамента. Преимущественно субмеридиональная направленность выявленной зоны природной радиации согласуется с простиранием тектонических дислокаций на Урале, обусловленных его шарьяжно-надвиговым строением.

Повышенный уровень естественной радиации в районе с горнорудной промышленностью ассоци-

ируется с увеличением распространенности ЗНО, что, по-видимому, связано с модифицирующим влиянием на радиацию антропогенного избытка ряда элементов-примесей в биосфере. Снижение риска развития ЗНО в районе, характеризующемся распространением карбонатных пород, отражает возможную благоприятную биологическую роль данных отложений.

Полученные результаты позволяют заключить, что при прогнозировании онкологических рисков следует учитывать региональные геоэкологические условия, определяющие уровень естественной радиоактивности и микроэлементный профиль местности. Коррекция микроэлементного статуса может рассматриваться как метод онкопрофилактики, что требует дальнейшего изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аскарова, З.Ф. Динамика заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований населения Республики Башкортостан / З.Ф. Аскарова, Р.А. Аскаров, Г.А. Чуенкова // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2012. — № 4. — С. 30–33.
2. Галаяутдинова, С.И. К вопросу о влиянии зон биологического дискомфорта на человека / С.И. Галаяутдинова, Л.Н. Белан, Р.Б. Гумерова // Вестник Башкирского Университета. — 2012. — Т. 17. — № 3. — С. 1403–1406.
3. Денисова, О.А. Проблема патологии щитовидной железы с позиций геоэкологии и геохимии / О.А. Денисова, Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов, Г.Э. Черногорюк, Е.В. Калянов // Разведка и охрана недр. — 2011. — № 8. — С. 60–63.
4. Исмагилов, Р.А. Шарьяжно-надвиговой теории — 50 лет / Р.А. Исмагилов, И.М. Фархутдинов, А.М. Фархутдинов и др. // Природа. — № 12. — 2015. — С. 50–59.
5. Камалетдинов, М.А. Новая геология (теория шарьяжей) / М.А. Камалетдинов // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. — 1998. — № 3. — С. 10–23.
6. Мерабишвили, В.М. Рак желудка: эпидемиология, профилактика, оценка эффективности лечения на популяционном уровне / В.М. Мерабишвили // Практическая онкология. — 2001. — № 3 (7). — С. 3–8.
7. Никонов, В.Н. Природная и техногенная радиоактивность Республики Башкортостан / В.Н. Никонов // Уральский экологический вестник. — 2012. — № 2 (31). — С. 23–30.
8. Пронин, А.П. Флюидная активность земли и среда обитания, биогеохимические провинции, геопатогенные зоны, геоэкология человека / А.П. Пронин, И.Ф. Вольфсон, А.В. Одерова // Медицинская геология: состояние и перспективы. — М.: Росгео, 2010. — С. 24–37.
9. Фархутдинов, И.М. Региональные геологические факторы и сахарный диабет / И.М. Фархутдинов, Л.М. Фархутдинова, Р.С. Суфияров // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2016. — Т. 327. — № 3. — С. 38–46.
10. Хайрутдинова, Р.М. Геолого-методическое руководство массовыми поисками радиоактивных руд на территории Республики Башкортостан в 2002–2006 гг. Отчет о результатах работ по тематическому объекту / Р.М. Хайрутдинова. — ГУП «Башгеолцентр». — 2005. — 75 с.
11. Яблоков, А.В. О концепции «Популяционного груза» (обзор) / А.В. Яблоков // Гигиена и санитария. — 2015. — Т. 94. — № 6. — С. 11–15.
12. Chiu, H.F. Calcium and Magnesium in Drinking Water and Risk of Death from Kidney Cancer / H.F. Chiu, Chih-Ching Chang, Chih-Cheng Chen, Chun-Yuh Yang // Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A: Current Issues, 74:1. — 2010. — PP. 62–70.

© Фархутдинов И.М., Фархутдинова Л.М., Белан Л.Н., 2019

Фархутдинов Исхак Мансурович // iskhakgeo@gmail.com
Фархутдинова Лейла Муратовна // farkhutdinova@gmail.com
Белан Лариса Николаевна // belan77767@mail.ru

* Первый чугуун здесь был получен в 1767 г.