

6. *Olatunji, Akinade S.* Potential Health Effects of Pollution of Soils and Dusts around Metal Recycling Factories in South-Western Nigeria. MedGeo' 17 VII International conference on Medical Geology. Conference Materials / Akinade S. Olatunji, Tesleem Kolawole, Oloruntola Moroofo. — P. 41.
7. *Patinha, C.* Assessment of PTE's levels of urban street dusts from two cities of Portugal: potential human health risks determined by oral bioaccessibility. MedGeo' 17 VII International conference on Medical Geology. Conference Materials / C. Patinha, N. Durães, A.C. Dias, Da Silva E. Ferreira. — P. 78.
8. *Pikhur, O.L.* Fluoride in Bulgarian groundwater — distribution, status and problems. MedGeo' 17 VII International conference on Medical Geology. Conference Materials / O.L. Pikhur, A.D. Benderev., V.H. Hristov, T.M. Kehayov, A.G. Toteva. — P. 81.
9. *Prosun, Bhattacharya* Arsenic and fluoride in groundwater — health problems of global concern and sustainable mitigation. MedGeo' 17 VII International conference on Medical Geology. Conference Materials / Prosun Bhattacharya. — P. 38.
10. *Volfson, I.F.* To the Proposal of Medical Geology Research on the Territory of Kamchatka Peninsula (Russia). MedGeo' 17 VII International conference on Medical Geology. Conference Materials / I.F. Volfson, L.A. Dasaeva, E.G. Farrahov, V.P. Orlov, A.V. Vikulin. — P. 43.
11. *Yakushina, O.I.* The impact of medical and geological factors on the wellbeing of the population in the Tyumen and Kaliningrad regions. MedGeo' 17 VII International conference on Medical Geology. Conference Materials / O.I. Yakushina, Y.V. Bespalova, I.F. Volfson, L.A. Dasaeva. — P. 86.
12. *Yanxin, Wang* Geo-statistical Analysis of Urinary Stone Disease Prevalence in China. MedGeo' 17 VII International conference on Medical Geology. Conference Materials / Wang Yanxin, Wang Quanrong, Yang Yijun, Deng Yamin. — P. 37.

© Коллектив авторов, 2018

Орлов Виктор Петрович // rosgeo@yandex.ru
 Фаррахов Евгений Гатович // rosgeo@yandex.ru
 Вольфсон Иосиф Файтелевич // rosgeo@yandex.ru
 Алексеев Виктор Михайлович // rosgeo@yandex.ru
 Прозорова Марина Викторовна // rosgeo@yandex.ru

УДК 551

Фархутдинов И.М.¹, Фархутдинова Л.М.², Белан Л.Н.³
(1 — Башкирский госуниверситет, 2 — Башкирский
государственный медицинский университет,
3 — НИИ безопасности жизнедеятельности
Республики Башкортостан)

МЕДИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В **РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН**

Широкий диапазон геологических структур (платформа, предеорный прогиб, складчатая область) и горных пород (осадочные, вулканогенные, магматические, метаморфические породы различного состава, строения и возраста), обуславливающий разнообразие микроэлементного профиля биосферы, позволяет использовать территорию Республики Башкортостан в качестве уникального научного полигона для исследований в области медицинской геологии. В Башкортостане первые работы по изучению связи различных заболеваний с микроэлементами среды проживания были проведены в 1960-е годы, и в этом отношении данный регион является одним из лидеров. В начале 2000-х годов под эгидой Академии наук РБ было впервые выполнено комплексное медико-геологическое исследование особенностей микроэлементного и тиреоидного статуса населения в зависимости от геологического строения местности. Дальнейшие работы, посвященные изучению роли региональной геологии в развитии сахарного диабета и злокачественных новообразований, также

*обнаружили значимость геоэкологических факторов. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности научных исследований на стыке медицины, геологии и экологии и целесообразности дальнейшего углубленного изучения биологической роли геологических факторов с расширением спектра медицинских проблем. **Ключевые слова:** геоэкология, медицинская геология, микроэлементный статус, зоб, сахарный диабет, онкология.*

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

RESEARCHES IN THE FIELD OF MEDICAL GEOLOGY **IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN**

*A wide range of geological structures (platform, foredeep, folded area) and rocks (sedimentary, volcanic, magmatic, metamorphic rocks of different composition, structure and age), which determines the diversity of the microelement profile of the biosphere, allows to use the territory of the republic as a unique scientific ground for studying biological role of geological factors. The first works to study correlation between different diseases and microelements of the area of residence in the Republic of Bashkortostan were carried out in the 1960s of the last century, and in this respect the region is one of the leaders. In the beginning of the 2000s, under the auspices of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, a comprehensive medical geological study of the regional features of the microelemental and thyroid status of the population was carried out for the first time, depending on the geological conditions of the locality. Further work was devoted to the study of the role of regional geology in the development of diabetes mellitus and malignant neoplasms. The obtained results testify the prospects of scientific research at the junction of medicine, geology and ecology and the expediency of further in-depth study of the biological role of geological factors with the expansion of the spectrum of medical problems. **Keywords:** geoecology, medical geology, trace element status, goiter, diabetes, oncology.*

В Республике Башкортостан (РБ) первые работы по изучению связи различных заболеваний с микроэлементами среды проживания были проведены в 1960-е годы, и в этом отношении данный регион является одним из лидеров в нашей стране. В трудах многих авторов был проанализирован микроэлементный состав почвы, воды, продуктов питания и его роль в развитии различных заболеваний [1–4]. В 1990-е годы С.Г. Фаттахудиновым прослежено влияние геологического строения местности на развитие онкопатологии [15]. Л.Н. Белан была освещена значимость микроэлементов горных пород для состояния здоровья населения на примере Зауралья [3].

В начале 2000-х годов под эгидой Академии наук РБ было впервые выполнено комплексное исследование особенностей микроэлементного и тиреоидного статуса населения в зависимости от геологических условий местности проживания [13, 14]. Результаты работы показали, что геолого-геоморфологическое

строение местности имеет ведущее значение в формировании микроэлементного статуса биосферы и определяется химическим составом геологических формаций, литологией, тектонической структурой, степенью метаморфизма пород, историей их накопления, составом формаций областей сноса (питания), рельефом и палеорельефом. Выявлена патогенетическая значимость в развитии тиреопатий железа, хрома, селена, марганца, кобальта и меди: как дефицит, так и избыток этих микроэлементов способствуют зобной трансформации щитовидной железы. Обнаружено благоприятное влияние на морфофункциональное состояние щитовидной железы микроэлементного состава карбонатных пород. Установлено, что микроэлементный состав волос человека достаточно информативно отражает закономерности распределения элементов-примесей в горных породах, поэтому комплексное исследование элементного состава волос человека и геолого-геоморфологического строения местности позволяет осуществлять микроэлементное районирование территорий. На основе разработанной методики была составлена первая карта биогеохимического районирования Башкортостана, согласно которой выделено девять зон, характеризующихся микроэлементным своеобразием (рис. 1):

1. Уфимско-Уршакская зона развития пород речного генезиса, характеризующаяся мозаичной картиной распределения микроэлементов;
2. Уфимско-Айская зона распространения карбонатно-терригенных пород морского происхождения с относительно равномерным распределением микроэлементов по площади;
3. Зона Предуральского прогиба с лоскутным распространением осадков речного и морского проис-

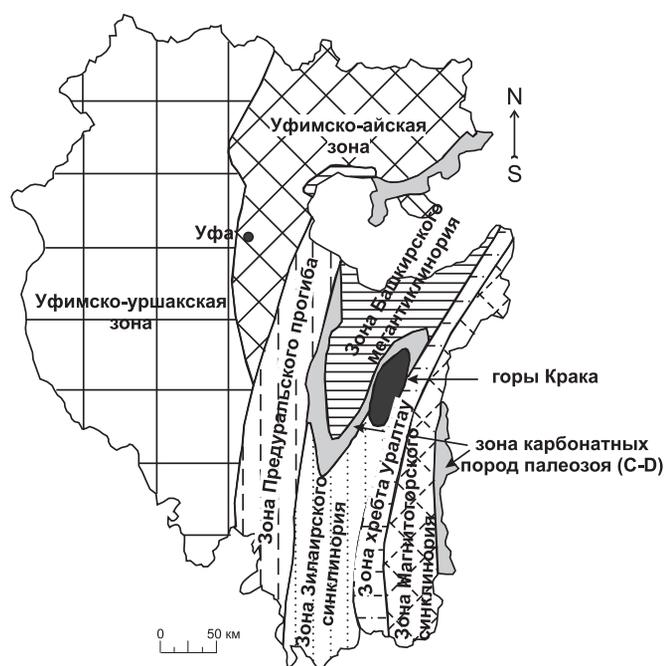


Рис. 1. Карта микроэлементного районирования Башкортостана

хождения, обуславливающим пеструю картину распределения элементов-примесей;

4. Зона Башкирского мегантиклинория, приуроченная к области развития наиболее древних обломочных толщ, характеризующихся микроэлементной обедненностью;

5. Зона карбонатных пород палеозоя с наиболее оптимальным соотношением элементов-примесей, прослеживающаяся вдоль крыльев Башкирского мегантиклинория и в осевой зоне Магнитогорского синклинория;

6. Зона Зилаирского синклинория, терригенные отложения которой отличаются уплотненностью и окремненностью, снижающими биодоступность элементов-примесей;

7. Зона гор Крака, представленная гипербазитами и серпентинитами с богатым микроэлементным составом;

8. Зона хребта Уралтау с хаотичным распределением микроэлементов вследствие сложной тектоники;

9. Зона Магнитогорского синклинория, сложенная вулканогенно-осадочными породами, богатыми микроэлементами.

Выявленные зоны позволяют прогнозировать особенности микроэлементного профиля населения и определять направление его коррекции.

По итогам исследования была предложена схема патогенеза эндемического зоба с учетом микроэлементного профиля среды проживания (рис. 2). Согласно данной схеме, ключевая роль в патогенезе эндемического зоба принадлежит дефициту йода. Вместе с тем определенное значение отводится микроэлементам природной среды (железу, хрому, селену, марганцу, кобальту, меди и цинку). Провоцирующим зобную трансформацию действием обладают, как микроэлементизбыточные, так и микроэлементдефицитные территории. К первым относятся районы распространения вулканогенных пород и континентальных отложений в зонах пониженного рельефа, ко вторым — кварцевые песчаники, уплотненные (метаморфизованные) породы и континентальные отложения в области повышенного рельефа.

Как повышенное, так и пониженное содержание микроэлементов в организме человека нарушает активность металлоферментов, регулирующих тиреоидный статус: тиреопероксидазы, дейодиназы и супероксиддисмутазы. В связи с этим снижается синтез тиреоидных гормонов, повышается чувствительность к стимулирующему эффекту тиреотропного гормона (ТТГ), возрастает уровень аутокринных факторов роста и тиреоидных антител, угнетается апоптоз, что приводит к развитию зоба.

Предложенная схема патогенеза эндемического зоба позволяет прогнозировать риск его развития на основе анализа геологических условий местности проживания и обосновывает перспективность микроэлементной коррекции с профилактической и лечебной целью.

Последующие исследования были посвящены проблеме сахарного диабета — широко распространенного заболевания, характеризующегося ранней инвалидиза-



Рис. 2. Схема патогенеза эндемического зоба с учетом микроэлементного профиля среды проживания

цией и высокой смертностью больных. В 2016 г. по данным Международной федерации диабета число больных диабетом во всем мире составило более 400 млн, в России зарегистрировано свыше 4 млн больных, в РБ — 104 тыс., из них 90 % случаев составляет сахарный диабет 2-го типа (СД2). В связи с этим фундаментальные исследования по выяснению причин возникновения и механизмов развития диабета являются одними из наиболее приоритетных. В настоящее время сахарный диабет считается многофакторной болезнью, развитие которой инициирует внешняя среда. На сегодняшний день накопились сведения о роли микроэлементов в функционировании поджелудочной железы и метаболизме углеводов. В связи с этим научно-практический интерес представляет проблема влияния на развитие сахарного диабета геологической среды как основного источника микроэлементов.

Проведенное картирование распространенности СД2 в Башкортостане обнаружило определенные закономерности, связанные с влиянием геологических особенностей местности проживания. Зонами наименьшего риска по диабету оказалась территория Южного Урала, в геологическом отношении характеризующаяся высокой концентрацией геодинамически активных зон. Благоприятное значение данного тектонического фактора может быть обусловлено увеличением доступности микроэлементов: в приконтактных зонах тектонических пластин происходит нарушение сплошности покровных структур, наблюдается дислоцированность, что способствует повышению мобильности заключенных в породах элементов-примесей [6, 7].

К относительно благополучной по распространенности диабета была отнесена также северная часть

республики. В геологическом отношении здесь широко развиты известняки, выходящие на дневную поверхность. Позитивное влияние карбонатных пород на здоровье человека отмечалось выше на примере заболеваний щитовидной железы. Денисовой О.А. с соавторами установлена протективная роль кальция и селена в организме человека при развитии рака щитовидной железы [5]. Благоприятное значение известняков и доломитов для состояния растительного и животного мира объясняется высоким содержанием кальция и доступностью других элементов-примесей.

Сравнительная равномерность показателей распространенности СД2 на севере РБ вполне согласуется с геохимической спецификацией зон, сложенных породами морского происхождения, для которых характерно равномерное распределение элементов-примесей по площади, что объясняется постоянством хи-

мического состава мирового океана. Процессы метаморфизма слабо влияют на карбонатные породы: карбонат кальция способен растворяться и после тектонических дислокаций в известняках и доломитах.

В западной платформенной части РБ показатели распространенности СД2 отличались выраженным разбросом — от сравнительно низких до наиболее высоких, что соответствует региональным особенностям геологического строения этой территории, сложенной породами речного генезиса и характеризующейся мозаичной картиной распределения элементов-примесей с накоплением их в понижениях рельефа и уменьшением содержания на возвышенностях.

Изучение особенностей элементного статуса геологической среды по содержанию 45 элементов в почве выявило более высокий уровень железа и бериллия в зоне наибольшей тектонической активности (Южный Урал) и в зоне развития карбонатных пород (север республики).

Результаты проведенного исследования подтвердили значимость геологических факторов местности проживания в развитии диабета и обнаружили благоприятное влияние зон тектонических дислокаций и выходов карбонатных отложений, что, по-видимому, обусловлено их позитивным влиянием на формирование региональных особенностей микроэлементного статуса [10, 12].

Учитывая важную роль геологической среды в формировании радиоактивного фона местности, нами проведено исследование распространенности злокачественных новообразований (ЗНО) на территории РБ. Онкологические болезни занимают второе место в структуре смертности после сердечно-сосудистой па-

тологии. В настоящее время в мире зарегистрировано 14 млн случаев заболевания, в Российской Федерации — около 3 млн. В РБ ежегодно более 10 тыс. человек заболевают раком и 4 тыс. умирают.

По результатам проведенной работы наиболее неблагоприятная ситуация обнаружена в Белорецком районе, где данный показатель в 1,6 раза превышает среднее значение по республике. В тектоническом отношении территория Белорецкого района приурочена к Башкирскому мегантиклинорию, в основании которого 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 г урана.

Анализ показателей радиометрии по данным отчета «Геолого-методическое руководство массовыми поисками радиоактивных руд на территории Республики Башкортостан в 2002–2006 годах» также обнаружил более высокий радиационный фон в Белорецком районе по сравнению с другими районами Южного Урала. Вместе с тем он не превышал предельно допустимых значений [11].

Считается, что организм человека адаптирован к природной радиоактивности. Однако неблагоприятные факторы окружающей среды могут приводить к срыву адаптационных возможностей организма. Способностью потенцировать биологические эффекты радиоактивности обладают различные химические элементы [9]. 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 др. в отвалах горных пород, что обусловлено как природным обогащением пород и руд определенными металлами, так и особенностями технологического процесса переработки руд [8]. Избыток ряда элементов-примесей в данном районе с горнорудной промышленностью, возможно, является фактором, потенцирующим влияние ионизирующего излучения.

Полученные результаты позволяют заключить, что при прогнозировании онкологических рисков следует учитывать региональные геоэкологические условия, определяющие микроэлементный статус местности и уровень естественной радиоактивности.

Заключение

Медицинская геология — современное научное направление, которое объединяет науки о Земле, медицину и биологию для решения широкого спектра геоэкологических проблем. Особую актуальность представляет проблема связи здоровья населения с микроэлементами литосферы, являющейся их главным источником для живых организмов. В РБ исследованиям в этой области благоприятствует уникальное

расположение региона, где населенные пункты находятся в самых разнообразных хорошо изученных геологических зонах. Широкий диапазон геологических структур (платформа, предгорный прогиб, складчатая область) и горных пород (осадочные, вулканогенные, магматические, метаморфические породы различного состава, строения и возраста), обуславливающий разнообразие микроэлементного профиля биосферы, позволяют использовать территорию республики как уникальный научный полигон для изучения биологической роли геологических факторов. Результаты проведенных медико-геологических исследований свидетельствуют о перспективности данного научного направления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аскарлова, З.Ф. Динамика заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований населения Республики Башкортостан / З.Ф. Аскарлова, Р.А. Аскарлов, Г.А. Чуенкова // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. — 2012. — № 4. — С. 30–33.
2. Байбурина, Т.А. Роль некоторых геохимических факторов внешней среды в распространенности кариеса зубов на территории БАССР / Т.А. Байбурина / Автореф. дис. канд. мед. наук. — Уфа, 1974. — 18 с.
3. Белан, Л.Н. Медико-биологические особенности горнорудных районов / Л.Н. Белан // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2005. — № 5. — С. 112–117.
4. Гирфанов, В.К. Микроэлементы в почвах Башкортостана и эффективность микроудобрений / В.К. Гирфанов, Н.Н. Ряховская. — М.: Наука, 1975. — 170 с.
5. Денисова, О.А. Проблема патологии щитовидной железы с позиций геоэкологии и геохимии / О.А. Денисова, Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов и др. // Разведка и охрана недр. — 2011. — № 8. — С. 60–63.
6. Исмагилов, Р.А. Шарьяжно-надвиговой теории — 50 лет. / Р.А. Исмагилов, И.М. Фархутдинов, А.М. Фархутдинов и др. // Природа. — 2015. — № 12. — С. 50–59.
7. Камалетдинов, М.А. Новая геология (теория шарьяжей) / М.А. Камалетдинов // Геология. Изв. Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук РБ. — 1998. — № 3. — С. 10–23.
8. Никонов, В.Н. Природная и техногенная радиоактивность Республики Башкортостан / В.Н. Никонов // Уральский экологический вестник. — 2012. — № 2 (31). — С. 23–30.
9. Рихванов, Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде / Л.П. Рихванов, С.И. Арбузов, Н.В. Барановская и др. // Изв. ТПУ. — 2007. — № 1. — Т. 311. — С. 128–136.
10. Фархутдинов, И.М. Роль геологической среды в развитии сахарного диабета / И.М. Фархутдинов, Л.М. Фархутдинова // Разведка и охрана недр. — 2017. — № 4. — С. 53–56.
11. Фархутдинов, И.М. Геоэкологические аспекты распространенности онкопатологии на примере Республики Башкортостан / И.М. Фархутдинов, Л.М. Фархутдинова, Л.Н. Белан и др. // Уральский экологический вестник. — 2016. — № 3. — С. 7–11.
12. Фархутдинов, И.М. Региональные геологические факторы и сахарный диабет / И.М. Фархутдинов, Л.М. Фархутдинова, Р.С. Суфияров // Изв. ТПИ. Инжиниринг георесурсов. — 2016. — Т. 327. — № 3. — С. 38–46.
13. Фархутдинова, Л.М. Зоб как биогеохимическая проблема / Л.М. Фархутдинова // ДАН. — 2004. — Т. 396. — № 5. — С. 705–706.
14. Фархутдинова, Л.М. Региональные особенности микроэлементного статуса в развитии тиреоидной и соматической патологии / Дис. д-ра мед. наук. / Челябин. гос. мед. академия / Л.М. Фархутдинова. — Челябинск, 2007. — 240 с.
15. Фаттахутдинов, С.Г. Роль геологических формаций в формировании неблагоприятной геоэкологической ситуации, обуславливающей повышенную заболеваемость населения раком / С.Г. Фаттахутдинов // Ежегодник — 1993: Информационные материалы УНЦ РАН. — Уфа, 1994. — С. 82–85.

© Фархутдинов И.М., Фархутдинова Л.М., Белан Л.Н., 2018

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