

принимать тактические решения по обеспечению безопасности проживания населения и сохранности инфраструктурных объектов. В условиях развития глубокого блокового оползня первоочередным защитным мероприятием, по предложению А.И. Казеева и Г.П. Постоева [3], может быть выявление на коренном оползнеопасном склоне массивов, находящихся в предельном состоянии, и выполнение мероприятий по предотвращению катастрофической активизации оползневой катастрофической активизации оползневой процесса.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00112 мол_а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демин, А.М. Техногенные оползни / А.М. Демин / Экзогенные геологические опасности. — М.: КРУК, 2002. — С. 276–280.
2. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Приволжского федерального округа Российской Федерации (Саратовская область) за 2009 г. — Саратов: ФГУП «Волгагеология», 2010. — Вып. 13. — 161 с.
3. Казеев, А.И. Анализ мероприятий по защите склоновой территории от глубоких оползневых подвижек / А.И. Казеев, Г.П. Постоев // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология, Геоэкология. — 2013. — № 3. — С. 224–231.
4. Кузьмин, В.В. Оценка риска для территории г. Саратова вследствие проявления оползневых процессов / В.В. Кузьмин, Е.А. Тимофеева, Д.В. Чуносков // Вестник Саратовского Государственного университета. — 2010. — № 2. — С. 23–27.
5. Оползни Среднего и Нижнего Поволжья и меры борьбы с ними / Под ред. Е.В. Милановского и М.П. Семенова. — М.-Л.: ОНТИ, 1935. — 252 с.
6. Рогозин, И.С. Оползни Саратовского Поволжья / И.С. Рогозин, Г.В. Дунаева. — М.: АН СССР, 1962. — 163 с.
7. Савченко, В.И. К вопросу о механизме оползней Соколовой горы в г. Саратове / В.И. Савченко, Э.Л. Кадкина // Вопросы изучения режима подземных вод и инженерно-геологических процессов: Тр. ВСЕГИНГЕО. — 1973. — Вып. 61. — С. 104–108.
8. Тихвинский, И.О. Оценка и прогноз устойчивости оползневых склонов / И.О. Тихвинский. — М.: Наука, 1988. — 144 с.
9. Токарский, А.О. Изучение неотектонической трещиноватости в связи с обоснованием экологической безопасности Соколовгорского полигона захоронения промстоков / А.О. Токарский, О.Г. Токарский, Ю.В. Ваньшин // Известия Саратовского ун-та. Новая серия. Серия Науки о Земле. — 2006. — Т. 6. — Вып. 1. — С. 95–99.

© Шешнев А.С., 2017

Шешнев Александр Сергеевич // sheshnev@inbox.ru

УДК 504.5.06

Фархутдинов И.М.¹, Фархутдинова Л.М.²
(1 — Башкирский государственный университет,
2 — Башкирский государственный медицинский университет)

РОЛЬ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В РАЗВИТИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА

...Разгадка Жизни не может быть получена только путем изучения самого живого вещества. Для ее разрешения надо обратиться к первоисточнику — земной коре.
В.И. Вернадский

В статье рассмотрена роль геологической среды в развитии сахарного диабета. Проведено картирование распространенности диабета с использованием компьютерной программы ArcGIS 10.2 согласно данным регистра диабе-

та Республики Башкортостан за 2010–2014 гг. Микроэлементный состав в различных районах проанализирован на основании данных исследований по содержанию в почве 45 химических элементов. Выделено три кластера, из которых западный характеризуется более высокой распространенностью сахарного диабета по сравнению с северным и уральским. Пониженное содержание железа и бериллия на территории западного кластера по сравнению с северным и уральским согласуется с региональными геологическими условиями. Увеличение содержания железа и бериллия в почве ассоциируется с меньшей распространенностью СД2, что свидетельствует о возможной протективной роли данных химических элементов. **Ключевые слова:** сахарный диабет 2-го типа, геоэкология, микроэлементы, медицинская геология, Урал.

Farkhutdinov I.M.¹, Farkhutdinova L.M.² (1 — Bashkir State University, 2 — Bashkir State Medical University)

THE ROLE OF GEOLOGICAL ENVIRONMENT IN THE DEVELOPMENT OF SUGAR DIABETES

The influence of the geological factors on prevalence of type 2 diabetes is considered. The prevalence of the disease was evaluated according to the register of diabetes in the Republic of Bashkortostan for the 2010–2014. Mapping of the prevalence of diabetes was made by a computer program ArcGIS 10.2. Trace element composition of the terrain in different areas of the country was analyzed. The results of geochemical studies on the content in the soil of 45 chemical elements were used. 3 clusters were allocated, among which western was characterized by 2 times higher prevalence of diabetes compared to the northern and the uralian clusters. Reduced levels of iron and beryllium found by geochemical studies in the western cluster is consistent with the regional geological conditions. Areas with relatively high content of iron and beryllium in the soils associated with lower prevalence of type 2 diabetes, suggesting a possible protective role of these elements. **Keywords:** diabetes second type, geoecology, trace elements, medical geology, Urals.

Согласно современным представлениям, окружающая среда — один из основных факторов, определяющих здоровье населения. Исследование воздействия геологических условий на биосферу является развивающимся междисциплинарным научным направлением на стыке наук о Земле, медицины и биологии — медицинской геологии, и сегодня целый ряд работ посвящен этой теме [7, 11].

Важнейшим фактором геологической среды считается элементный состав горных пород, которые, как известно, являются главным источником микроэлементов, не синтезируемых в организме, в отличие от углеводов, жиров и белков. За последние годы накопились сведения о тесной взаимосвязи между микроэлементным статусом местности проживания и организмом человека, а также о роли регионального микроэлементного состава в развитии различных заболеваний, свидетельствующие о перспективности дальнейших исследований в данном направлении.

Одним из наиболее актуальных на сегодняшний день является исследование взаимосвязи геологической среды и сахарного диабета — острейшей проблемы современной медицины, что обусловлено широкой распространенностью заболевания, ранней инвалидизацией и высокой смертностью больных. Так, в 2015 г. по данным Международной федерации диабета число больных диабетом во всем мире составило около 400 млн., а к 2030 г. прогнозируется их увеличение до 550 млн.; в России зарегистрировано около 4 млн. больных СД, при этом 90 % случаев составляет сахарный диабет 2-го типа (СД2). В связи с этим фундаментальные исследования по выяснению причин и механизмов развития данного заболевания являются одними из наиболее приоритетных. В настоящее время СД2 считается многофакторной болезнью, которую инициирует внешняя среда на фоне генетической предрасположенности. Однако факторы внешней среды и механизмы их влияния на формирование заболевания изучены недостаточно, а данные о значимости геолого-геоморфологических условий и микроэлементного статуса местности в развитии диабета единичны.

Территория Республики Башкортостан представляет собой уникальный научный полигон для исследования взаимосвязи природной среды и здоровья человека, поскольку здесь имеется весь спектр хорошо изученных геологических формаций. Западная часть республики приурочена к юго-восточной окраине Восточно-Европейской платформы, восточная часть — к складчатому Уралу с широким диапазоном горных пород (осадочные, вулканогенные, магматические, метаморфические породы различного состава, структуры и возраста), обуславливающих геохимическую спецификацию местности.

Из истории изучения

Во второй половине XX столетия в Западной Европе было осуществлено картирование распространенности заболеваний, обнаружившее значительный разброс показателей, необъяснимый ни генетическими, ни социальными причинами. В то же время различия в геологическом строении сравниваемых территорий указывало на их возможную значимость.

Эпидемиологические исследования СД2 показали, что чаще этим заболеванием страдают в США, странах Юго-Восточной Азии, а также в России, Канаде, Бразилии, Мексике, Турции, Иране, Пакистане. Вместе с тем распространенность СД2 значительно варьирует: например, в Великобритании диабетом страдает около 3%, в то время как в Мексике — более 14%, а в Омане — около 30%. Проведенные исследования выявили также изменение распространенности СД2 в популяции при миграции, что свидетельствует о роли среды проживания в развитии болезни. Так, среди индийцев, мигрировавших в Сингапур, диабет встречается в 5 раз чаще по сравнению с живущими на родине, и выявленное различие не объясняется особенностями питания и ожирением. Как оказалось, СД2 практически не встречается среди некоторых популяций Меланезии, расположенной на коралловых островах (из-

вестковые массивы из скелетов морских организмов) в Тихом Океане.

XX век ознаменовался также выдающимися открытиями в микроэлементологии. Как известно, первоначально металлы, добываемые из горных пород, относили к токсичным для человека химическим веществам. В прошлом столетии стала накапливаться информация о важной биологической роли микроэлементов в функционировании живого организма. Первым заболеванием, для которого было доказано значение дефицита микроэлемента в среде проживания, был зоб. Позднее была установлена связь целого ряда других микроэлементов природной среды с развитием различных заболеваний: фосфора — с остеопорозом, селена — с миокардиодистрофией и т.д. [1].

За последние десятилетия накопились многочисленные сведения о роли микро- и макроэлементов в функционировании поджелудочной железы. Установлено, что кальций влияет на активность ферментов, под действием которых проинсулин преобразуется в инсулин. С участием ионов кальция в бета-клетках происходит перемещение инсулиновых гранул к клеточной мембране и выброс инсулина в межклеточное пространство. Цинк необходим для выработки инсулина бета-клетками поджелудочной железы. Этот микроэлемент содержится (0,4–0,5 %) в инсулиновых гранулах. Железо, медь, магний, хром, ванадий, марганец, никель и литий участвуют в процессах окисления глюкозы, способствуют усвоению глюкозы периферическими тканями, потенцируют действие инсулина [1, 2, 10, 11].

В Республике Башкортостан (РБ) роль микроэлементного статуса среды проживания (почвы, воды, продуктов питания) в развитии различных болезней изучалась в 1960–1970-е годы целым рядом авторов. В 1990-е годы впервые прослежено влияние геологического строения местности на здоровье населения на примере онкопатологии. В отдельных исследованиях освещена роль микроэлементов горных пород в развитии заболеваний преимущественно на территории Зауралья [3].

В 2000-е годы под эгидой Академии наук РБ осуществлено исследование, установившее значимость комплекса геологических факторов в формировании микроэлементного профиля природной среды, региональных особенностей микроэлементного статуса населения, а также в развитии заболеваний щитовидной железы. Дальнейшие исследования охватили другие актуальные медицинские проблемы, включая диабет, и показали необходимость углубленного изучения вопроса [8, 9].

Геологические факторы в развитии диабета на примере Башкортостана

Для исследования взаимосвязи геологической среды и СД2 проведено картирование распространенности заболевания в РБ, и полученные результаты проанализированы с точки зрения региональных особенностей геологического строения и микроэлементного статуса. Распространенность СД2 оценивалась по данным регистра диабета РБ за 2010–2014 гг. С целью нивелиро-

вания техногенных факторов промышленные центры республики исключены из статистики. Население, включенное в исследование, составило 2 189 026 чел. — 53,83 % жителей республики (численность населения РБ по данным Госкомстата России 2010 г. составляет 4 065 993 чел., в сельской местности проживает 1 612 628 чел. (39,6 %)). Картирование осуществлено с использованием компьютерной программы ArcGIS 10.2. Районы классифицировались по уровню распространенности СД2 на 4 группы, метод классификации — «natural breaks». Согласно данному методу, объекты группируются в классы, границы которых имеют максимальные различия. Данная классификация опирается на алгоритм естественных границ Дженкса (Jenks' Natural Breaks algorithm).

Региональные особенности микроэлементного состава проанализированы по содержанию в почве 45 химических элементов (Be, Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Cd, Sn, I, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Tl, Pb, Bi, Th, U) согласно отчету «Составление геохимических основ масштаба 1:1 000 000 листов N-40,41,42, P-45,52,55,57, O-38,55,56» Л.А. Криночкина и А.Б. Шкарина (ФГУП «ИМГРЭ») [6], проводивших определение химических элементов масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) на приборе ELAN 6100 DRC (ELAN 6100 DRC, Software Kit, May 2000, Perkin Elver SCIEX instrument).

Картирование распространенности СД2 на территории РБ обнаружило значительные различия в показателях (почти в 3 раза) и выявило закономерности, свидетельствующие о влиянии геологической среды проживания на развитие заболевания. Так, при средней распространенности СД2, составившей 1806 случаев на 100 000 жителей, в различных районах этот показатель варьировал от 906 до 2568.

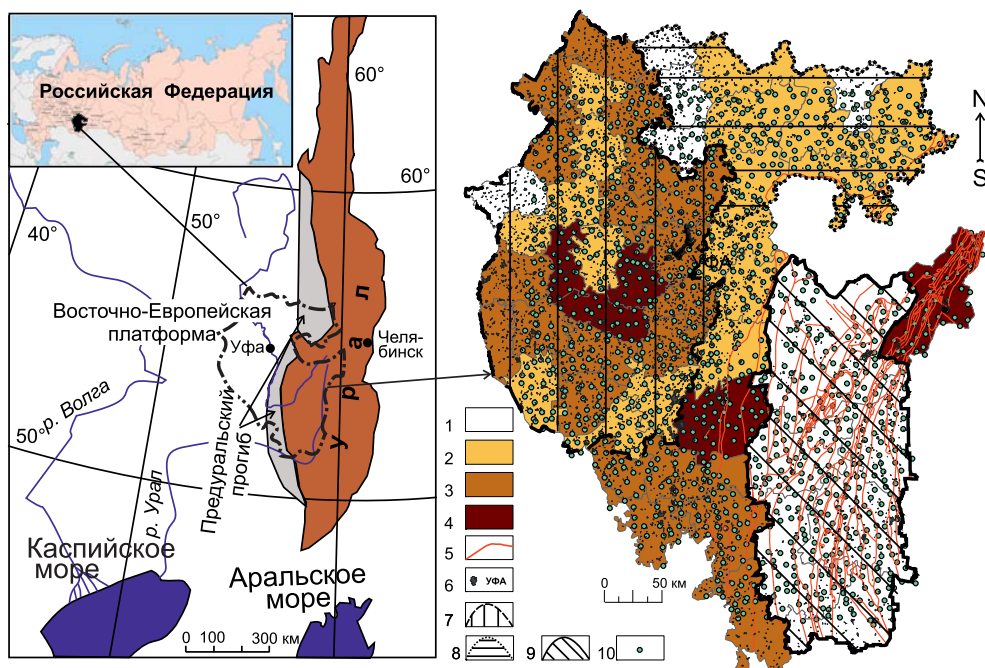
По уровню распространенности СД2 на территории РБ было выделено 3 кластера — уральский (в зоне Южного Урала), северный и западный. В уральском кластере (6 районов с населением 278 992 чел.) распространенность СД2 составила 1155 на 100 000 жителей, северном (11 районов с населением 271 921 чел.) — 1334 и западном (28 районов с населением 1 153 523 чел.) — 1931, что в 1,7 и 1,4 раза выше по сравнению с уральским и северными кластерами соответственно (рисунк).

Выявленная наиболее благополучная ситуация по диабету в горной части республики (уральский кластер) выглядела на первый взгляд парадоксальной. Дело в том, что геологические условия данной зоны характеризуются высокой концентрацией тектонических дислокаций (надвигов, разломов), которые увеличивают концентрацию и мобильность химических элементов.

Результаты исследования, обнаружившие наименьшую распространенность СД2 на территории Южного Урала, позволяют предполагать возможность благоприятного влияния геодинамически активных зон и приуроченных к ним особенностей элементного статуса на состояние здоровья населения.

Полученные данные согласуются с шарьяжно-надвиговой теорией [4, 5], по которой в приконтактных зонах тектонических пластин происходит нарушение сплошности покровных структур. Краевые части шарьяжей обычно сильно дислоцированы, милонитизированы (раздроблены до состояния мучнистой массы), смяты в мелкие складки, поэтому легко разрушаются, что способствует повышению мобильности заключенных в породах элементов-примесей.

В результате горизонтальных движений литосферы осуществляется выведение на дневную поверхность богатых металлами тяжелых (ультраосновных) пород океанической коры, происходит излияние лав с формированием вулканических пород, которые также отличаются высокой концентрацией элементов-примесей. Разрушение и выветривание минералов, слагающих эти породы, повышает содержание химических элементов в окружающей среде. Выведение на земную поверхность глубинных пород под действием тектонических движений является, по-видимому, важнейшим



Распространенность сахарного диабета 2-го типа в Республике Башкортостан. Число заболеваний СД2 на 100 000 жителей (классифицировано по принципу «natural breaks»): 1 — 905–1277, 2 — 1278–1745, 3 — 1746–2213, 4 — 2214–2844; 5 — тектонические нарушения; 6 — населенные пункты; кластер: 7 — западный, 8 — северный, 9 — уральский; 10 — места отбора проб

механизмом формирования элементного статуса биосферы, в отсутствие которого за миллионы лет все более тяжелые минералы оказались бы погружены под многокилометровые толщи более легких минералов, и доступность первых была бы невозможна.

Вместе с тем в процессе складчатости механическая энергия частично переходит в тепловую. В условиях повышенных температур пластовые воды приобретают способность переосаждать кварц в поровых пространствах горных пород с образованием сливных песчанков, стойких к процессам денудации. В результате динамометаморфизма и окремнения доступность микроэлементов из терригенных отложений кварцевого и полимиктового состава, изначально богатых кремнеземом, существенно снижается. В связи с этим влияние тектонической активности на микроэлементный профиль местности не однозначно и зависит от многих факторов — структуры, состава пород, их плотности, проницаемости и т.д. Другими словами, тектонические дислокации могут быть механизмом не только обогащения биосферы химическими элементами, но и протекции от избытка последних, способствуя оптимальному микроэлементному статусу.

Следует отметить, что в одном из районов горной части республики, расположенном в Зауралье, распространенность СД2 оказалась сравнительно высокой — 1703 случаев на 100 000 жителей. Однако неблагоприятная ситуация в данном районе, по-видимому, обусловлена негативным воздействием горно-обогатительного комбината, вокруг которого в радиусе 4–6 км и более установлены превышения ПДК цинка в 50 раз, свинца в 20, кадмия и меди в 10 раз [3].

Как отмечалось выше, на территории Башкортостана относительно благополучной по распространенности диабета оказалась также северная часть республики (северный кластер). В геологическом отношении районы северного кластера расположены в области Уфимского плато, где широко развиты известняки, выходящие на дневную поверхность. Обнаруженная сравнительно меньшая распространенность СД2 в зоне развития карбонатных пород соответствует литературным сведениям об их позитивном влиянии на состояние растительного и животного мира. Карбонатные породы отличаются высокой доступностью содержащихся в них элементов-примесей, с чем связывают их благотворное влияние на биосферу. Известно, что в ландшафтах кальциевого класса плодородие почв выше, травостой богаче. Большой объем биомассы способствует накоплению гумуса, молочность коров и яйцоноскость кур выше, животные реже страдают рахитом и более устойчивы к другим заболеваниям.

Следует отметить равномерность показателей распространенности СД2 на севере РБ. Данная закономерность согласуется с геохимической спецификацией зон, сложенных породами морского генезиса, характеризующихся равномерным распределением элементов-примесей по площади, что объясняется постоянством химического состава мирового океана. Процессы метаморфизма слабо влияют на карбонатные породы: кар-

бонат кальция способен растворяться и после тектонических дислокаций в известняках и доломитах.

По результатам исследования распространенности СД2 в западной части РБ обнаружена широкая вариация показателей на 100 000 жителей: от сравнительно низких — 1268, 1378 до высоких — 2845, 2300, 2253. Выявленный разброс значений соответствует региональным особенностям геологического строения платформенной части республики, характеризующейся развитием пород континентального генезиса. Речные отложения формировались в результате размывания Уральских гор пресными дождевыми и ледниковыми водами с выщелачиванием растворимых химических соединений, поэтому в понижениях рельефа, где происходило скопление глинистых осадков, содержание микроэлементов возрастало, а на возвышенностях, где накапливались грубообломочные породы, — сокращалось, что привело к мозаичному распределению химических элементов в зависимости от рельефа и палеорельефа местности.

Геоэкологические особенности в развитии диабета

Изучение особенностей элементного статуса геологической среды по содержанию 45 элементов в 346 пробах уральского кластера, 224 — северного и 472 — западного выявило более высокий уровень железа и бериллия на территории уральского и северного кластеров по сравнению с западным.

Так, в уральском кластере среднее содержание железа и бериллия в пробах составило 4444,9 и 0,571 мг/кг (при $p = 0,000144$ и $0,0001$ соответственно), в северном — 5176,9 и 0,631 мг/кг (при $p = 0,0148$ и $0,0001$ соответственно), в то время как в западном — 2563,8 и 0,346 мг/кг.

Обращает внимание, что северный и уральский кластеры наряду с относительно меньшей распространенностью диабета характеризовались сходством в результатах геохимических исследований.

Полученные результаты опробования соответствуют региональным геологическим особенностям, обуславливающим более высокий уровень железа и бериллия в зоне уральского кластера в связи с тектонической активностью, а в зоне северного — благодаря высокой доступности химических элементов, характерной для карбонатных пород.

Относительно меньшее содержание железа в почвах западного кластера, сложенного континентальными осадками верхней перми, также закономерно с точки зрения особенностей их формирования. В речных отложениях в результате контакта с кислородом в условиях мелководья содержащиеся в породах химические элементы с переменной валентностью окисляются с образованием более прочных соединений и становятся химически инертными. Так, железо окисляется из Fe^{2+} до Fe^{3+} ; соли его менее растворимы, поэтому растения, например, усваивают только двухвалентную форму железа. Преимущественное содержание Fe^{3+} в породах речного происхождения обуславливает их красноватый оттенок, благодаря которому эти породы называются красноцветами. Именно красноцветными песчаниками, аргиллитами и алевролитами представлена западная платформенная часть Башкортостана.

Заключение

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о взаимосвязи региональных особенностей геологических факторов и микроэлементного профиля местности проживания, а также их значимости в развитии диабета. Зоны тектонических дислокаций и выходов карбонатных пород ассоциируются со снижением распространенности СД2, что, по-видимому, обусловлено их позитивным влиянием на формирование региональных особенностей микроэлементного статуса. Выявленная связь между повышением уровня железа и бериллия в почве и уменьшением распространенности СД2 обосновывает перспективность коррекции микроэлементного статуса организма человека для профилактики и лечения сахарного диабета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. — М.: Мир, 1991. — 495 с.
2. Аметов, А.С. Вклад современных исследований в понимание природы сахарного диабета 2-го типа и перспективы лечения / А.С. Аметов // Терапевтический архив. Т. 1. — 2014. — С. 4–9.
3. Белан, Л.Н. Медико-биологические особенности горнорудных районов / Л.Н. Белан // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2005. — № 5. — С. 112–117.

4. 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.
5. Камалетдинов, М.А. Новая геология (теория шарьяжей) / М.А. Камалетдинов // Изв. АН РБ. — 1998. — № 3. — С. 10–23.
6. Криночкин, Л.А. Составление геохимических основ масштаба 1:1000 000 листов N-40,41,42, P-45,52,55,57, O-38,55,56 / Л.А. Криночкин, А.Б. Шкарин. — М.: Росгеолфонд, 2011. — 178 с.
7. Рихванов, Л.П. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, Ю.И. Сухих и др. — Томск: ТПУ, 2006. — 216 с.
8. Фархутдинов, И.М. Геоэкологические аспекты проблемы сахарного диабета 2-го типа / И.М. Фархутдинов, Л.М. Фархутдинова // Вестник АН РБ. — 2016. — Т. 21. — № 1 (81). — С. 38–45.
9. Фархутдинов, И.М. Региональные геологические факторы и сахарный диабет / И.М. Фархутдинов, Л.М. Фархутдинова, Р.С. Суфияров // Изв. ТПУ. Инжиниринг георесурсов. — 2016. — Т. 327. — № 3. — С. 38–46.
10. Jansen, J. Zinc and diabetes — clinical links and molecular mechanisms / J. Jansen, W. Karges, L. Rink // The Journal of Nutritional Biochemistry. — 2009. — Т. 20. — № 6. — С. 399–417.
11. Lindh, U. Biological functions of the elements / U. Lindh. Essentials of Medical Geology. Chief editor Olle Selinus. — Springer Netherlands, 2013. — P. 129–177.

© Фархутдинов И.М., Фархутдинова Л.М., 2017

Фархутдинов Исхак Мансурович // iskhakgeo@gmail.com
Фархутдинова Лейла Муратовна // farkhutdinova@gmail.com

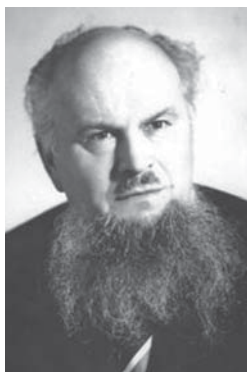
ХРОНИКА

ТУГАРИНОВ АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ (1917–1977) (К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Тугаринов Алексей Иванович — геохимик, крупнейший специалист по редким и радиоактивным элементам, родился 27 февраля (12 марта) 1917 г. в Петрограде в дворянской семье инженера Путиловского завода. С юных лет его отличала тяга к познанию природы во всем ее разнообразии, любовь к книгам, уважение к точным наукам и страсть к походам и путешествиям — качества, которые предопределили впоследствии его жизненный путь, научные интересы и достижения.

В 1940 г. он с отличием окончил Московский геологоразведочный институт им. С. Орджоникидзе (МГРИ). Уже в студенческие годы проявились способности Алексея Ивановича к научно-исследовательской работе, и после учебы он был приглашен на работу в Кавказскую экспедицию Института геологических наук (ИГН) АН СССР и был принят в аспирантуру МГРИ. Первая научная работа А.И. Тугаринова «Исследование структуры полиметаллических месторождений Садонской группы» (1940, соавтор Ажгирей Г.Д.).

В конце 1940 г. его призвали в армию. Когда Советский Союз встал перед необходимостью быстро и эффективно развернуть работы по атомной проблеме А.И. Тугаринов, как и многие другие геологи, в конце



1944 г. был отозван из Красной Армии и направлен на поиски радиоактивных руд. Несколько лет он проработал начальником поисково-разведочной партии Ферганской экспедиции Всесоюзного института минерального сырья (ВИМС), занимавшейся поисками урана. Затем он был переведен на работу в центральный аппарат только что организованного Министерства геологии СССР. Одновременно с работой А.И. Тугаринов продолжал учебу в заочной аспирантуре МГРИ.

В 1949 г. он поступил в аспирантуру Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН СССР (ГЕОХИ), которую окончил в 1951 г. Его оставили работать в ГЕОХИ в должности младшего, а позднее (с 1955 г.) старшего научного сотрудника.

Продолжая изучение месторождений радиоактивных элементов, а затем и других металлов, Алексей Иванович, реализуя свое юношеское увлечение точным знанием энергично внедрял «меру и вес» во все интересовавшие его аспекты теории рудообразования, круг которых все время расширялся.

В 1953 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Исследования А.И. Тугаринова 1950-х годов были по-