

Шешнев А.С. (Саратовский государственный университет)

### ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ЗАТОНСКОГО ОПОЛЗНЯ (Г. САРАТОВ)

Выявлена различная степень активности оползневых процессов для разных участков Затонского оползня — одного из самых крупных на территории Саратова. Установлена ключевая роль антропогенного фактора в активизации оползневых смещений. Южный участок оползня около 50 лет остается в неукрепленном состоянии и в настоящее время находится в стадии крайне неустойчивого равновесия. Показано современное использование оползневых земель и причиненный ущерб. **Ключевые слова:** оползневые процессы, факторы оползнеобразования, Волгоградское водохранилище, Саратов.

Sheshnev A.S. (Saratov State University)

### DEVELOPMENT FACTORS AND MODERN DYNAMICS OF THE ZATONSKY LANDSLIDE (SARATOV CITY)

The different state of activity of landslide processes for different areas of landslide Zatonsky, one of the largest on the territory of Saratov, was revealed. The key role of anthropogenic factor in the process of activation of landslide displacements is set. During the fifty years, the southern portion of the landslide have been being in the unreinforced state. Currently, he is being very unstable equilibrium. Modern use of land and landslide damage was shown. **Keywords:** landslide processes, landslide formation factors, Volgograd water reservoir, Saratov.

Оползневые процессы широко развиты на территории Саратова: площадь действующих оползней в Саратове — 500 га, оползнеопасных участков — 2650 га [4]. Соколовая гора располагается к северо-востоку от центра Саратова и известна в геолого-геоморфологической литературе как район развития крупных блоковых оползней выдавливания. Затонский оползень заложен на юго-восточном склоне Соколовой горы, вытянут вдоль Волгоградского водохранилища на 1700 м при длине по оси смещения до 560 м. Объем смещенных пород более 10 млн. м<sup>3</sup> [8]. Высота оползневого склона до 120 м над уровнем Волгоградского водохранилища при средней крутизне 12°. Цель работы — изучение факторов развития и современной динамики Затонского оползня.

#### Факторы развития оползневых процессов

1. *Геологическое строение.* Территория располагается в пределах Соколовгорского поднятия — асимметричной брахиантиклинальной складки [9]. Высокая активность на современном этапе Соколовгорской антиклинали и блоковый характер новейших движений благо-

приятствуют развитию оползневых процессов. Надоползневые уступы и бровки срыва контролируются мегатрещиноватостью северо-восточного простирания.

В геологическом строении оползневого склона участвуют породы нижнемелового и неоген-четвертичного возрастов (рис. 1). Отложения меловой системы в составе барремского и аптского ярусов представлены чередующимися песками, глинами, алевритами, местами с прослоями песчаников, алевролитов, известняков. В верхней части оползневого склона залегают аччагыльские пески с прослоями глин. Образования четвертичного возраста в генетическом отношении представлены аллювиальными, аллювиально-пролювиальными, аллювиально-делювиальными, пролювиально-делювиальными, делювиальными, оползневыми (коллювиальными), элювиально-делювиальными и техногенными отложениями. Оползневые тела сложены перемятыми нижнемеловыми алевритами, глинами, песками нарушенной текстуры, часто с большими углами падения, иногда переходящими в суглинки с включением щебня, опок или песчаников.

В обозначенном интервале разреза оползневого склона имеется несколько гидрогеологических горизонтов: в песках верхней и нижней пачек апта и в песках нижней части баррема. Воды аптских водоносных горизонтов поступают в оползневые накопления.

2. *Гидрологические условия.* После сооружения Волгоградского водохранилища изменились гидрогеологи-

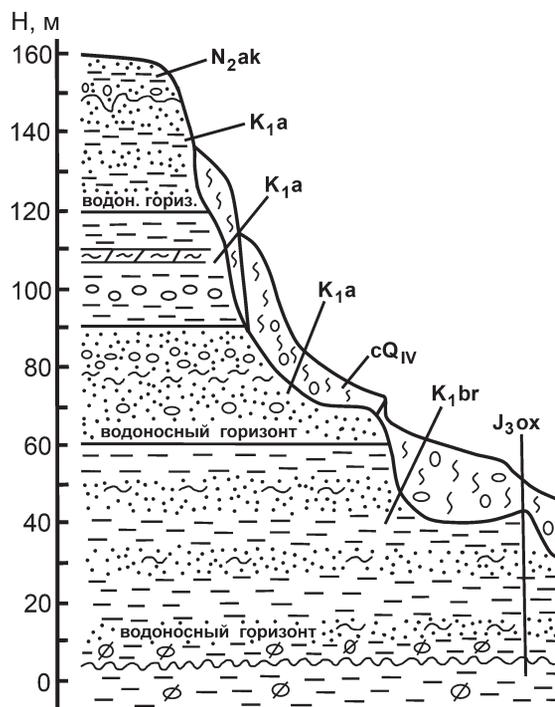


Рис. 1. Схематический геологический разрез волжского оползневого склона Соколовой горы

ческие условия, на отдельных участках возникли условия для переработки берегов. Волгоградское водохранилище в районе Саратова характеризуется озерно-речным режимом. Глубина на затопленной пойме незначительна (до нескольких метров), на месте коренного русла Волги достигает 18–25 м. Нормальный подпорный горизонт водохранилища расположен на отметке 15 м. Уровни водохранилища в зимнюю межень (январь–март) — 14,0–14,7 м, при паводке (май–июнь) — до 17,0 м, в летне-осеннюю межень — 14,5 м. Средняя скорость течения около 0,5 м/с.

Размыв волжскими водами берегового склона Соколовой горы служил важной природной причиной крупнейших оползневых событий. Базисом смещения оползня является русло волжской протоки Тарханки.

**3. Геоморфологическое строение.** Территория относится к нижней ступени Приволжской возвышенности, ее характерная особенность — высокая эрозийная расчлененность. Соколовогорский водораздельный массив довольно круто обрывается на юг и юго-восток к долине Волги, имеет асимметричные очертания и довольно сложное строение своей водораздельной поверхности. Максимальная отметка высот — г. Соколова (165,3 м), минимальная — урез Волгоградского водохранилища (15 м). Перепад абсолютных отметок на небольшом расстоянии составляет около 150 м, обуславливая высокую энергию рельефа и вероятность развития склоновых процессов.

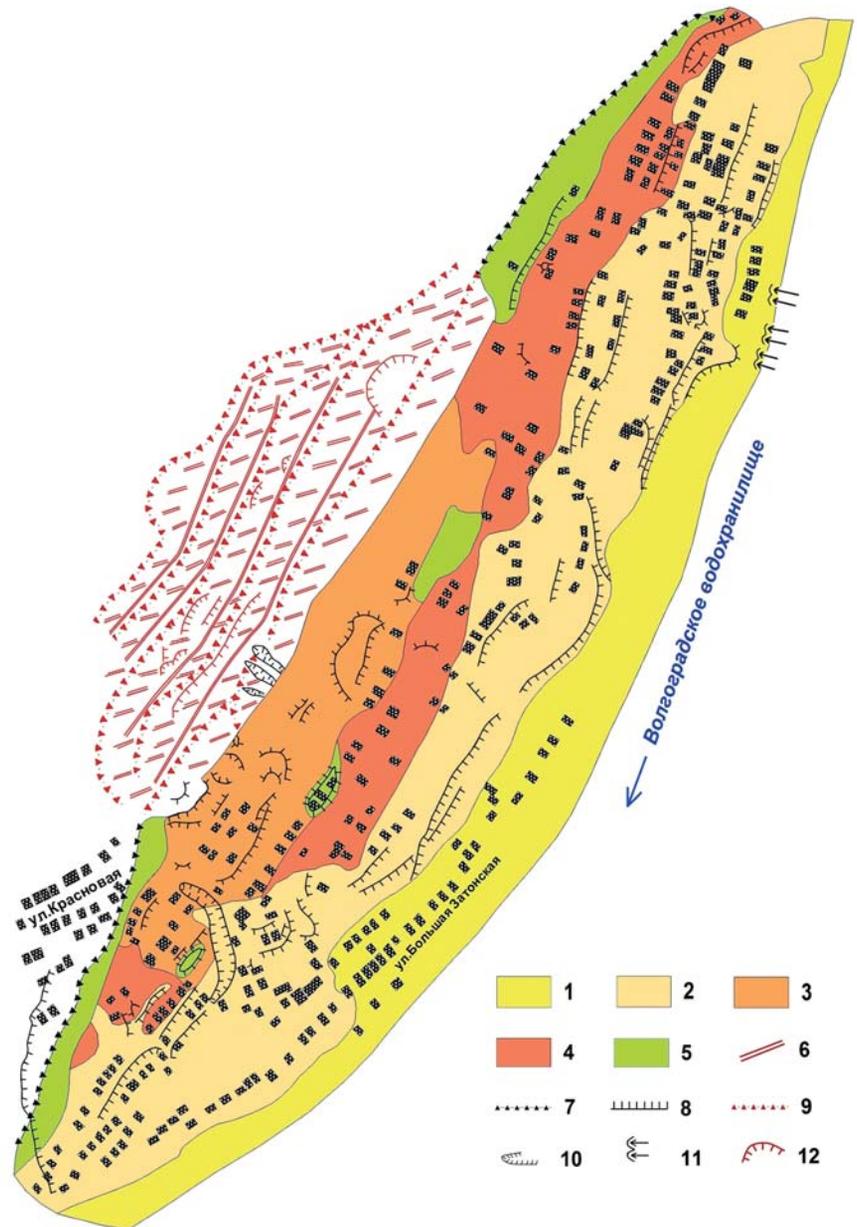
В современном рельефе оползневого участка выделяются: северный и центральный террасированные участки надоползневого уступа, южный коренной склон надоползневого уступа и оползневой склон, состоящий из четырех оползневых ступеней (рис. 2).

**4. Антропогенные факторы.** К отрицательным следствиям хозяйственной деятельности, приводящим к активизации оползневого процесса, относятся: усиливающееся освоение коренного склона вдоль трассы Саратов–Усть-Курдюм вплоть до прибрежной поверхности оползней под дачное и коттеджное строительство без организации системы водоотведения; освоение оползневых склонов многочисленными садоводческими товариществами (утечки из водопроводящих коммуникаций, неумеренные поливы); подрезки оползневого склона при прокладке дорог.

### Динамика оползневых процессов

Активизация оползневых процессов на участке происходила в 1783, 1818, 1846, 1849, 1869, 1884, 1913–1915, 1927, 1963–1964, 1968, 1984, 1990–1991, 2007–2008 гг., и, как правило, сопровождалась значительным ущербом. Исторические сведения по развитию оползней в течение XIX–первой половины XX вв. охарактеризованы в работах Е.В. Милановского [5], И.С. Рогозина и Г.В. Дунаевой [6].

В 1968 г. оползневыми процессами затронут весь склон, начиная от основания надоползневого уступа и



**Рис. 2. Геоморфологическая схема Затонского оползня.** Геоморфологические элементы: 1 — первая оползневая ступень (абс. отм. 16–21 м); 2 — вторая оползневая ступень (абс. отм. 25–41 м); 3 — третья оползневая ступень (абс. отм. 45–48 м); 4 — четвертая оползневая ступень (абс. отм. 52–60 м); 5 — надоползневые уступы (обрывистая часть коренного склона с выходами нижнемеловых пород); 6 — террасированный участок коренного склона; 7 — бровка надоползневого уступа; 8 — бровка надоползневых бугров; 9 — бровка откосов берм. Современные экзогенные процессы: 10 — оврагообразование; 11 — абразия берегового уступа; 12 — интенсивный плоскостной срыв на откосах



Рис. 3. Стенка срыва на южном фланге Затонского оползня

до базиса смещения [7]. Максимальные подвижки грунта в горизонтальном и вертикальном плане достигали 10–12 м.

В 1990 г. смещения проходили в юго-восточной части оползневого участка, затронули коренной склон надоползневого уступа и головную часть оползня. От коренного склона оторвался и начал оседать блок длиной 300 м вдоль трещины отрыва и шириной до 27 м. К весне 1991 г. максимальная высота стенки срыва составляла 6 м [2]. До настоящего времени в районе ул. Хвесина и Красновая, где не проводились противооползневые мероприятия, блок пород постепенно оседает в сторону тылового шва (рис. 3).

В конце 2007–начале 2008 г. длительные объемные утечки из водопровода вызвали резкую активизацию оползневого процесса на южном фланге Затонского оползня. На коренном склоне с удалением 5–10 м от старой бровки оползня была зафиксирована оползневая трещина протяженностью 200–220 м, глубиной до 1,5 м при ширине раскрытия до 0,25 м. На отдельных участках по трещине началась осадка блока на величину до 0,4 м. Оползневый склон от бровки срыва до тылового шва второй оползневой террасы оказался разбит системой протяженных фронтальных трещин.

Площадь блока коренных пород, испытавших осадку, составила не менее 1 тыс. м<sup>2</sup>, а площадь склона, вовлекаемого в оползневой процесс, — 25 тыс. м<sup>2</sup>. В смещение было вовлечено более 100 тыс. м<sup>3</sup> пород. С сентября 2007 г. по март 2008 г. оползень находился в активном состоянии. Оползневая трещина превратилась в стенку срыва оползня, и к маю 2008 г. ее высота на отдельных участках достигала 4 м.

Основным фактором активизации оползневого процесса на южном фланге Затонского оползня служило резкое увеличение выхода грунтовых и подземных вод в районе тылового шва второй оползневой террасы вследствие утечек из водопроводных сетей, что привело к снижению устойчивости оползневого склона. В конце апреля 2008 г. после ликвидации аварии на водопроводе выход подземных вод прекратился.

Со второй половины 2008 г. отмечено значительное снижение активности оползневого процесса на южном подучастке Затонского оползня. Сильная раздробленность пород, наличие глубоких и широко раскрытых тре-

щин способствуют новой активизации при благоприятных метеоусловиях.

На осевший оползневый блок местными жителями практически повсеместно произведена неконтролируемая отсыпка привозного грунта. Весной 2010 г. в насыпном грунте вновь появилась трещина, дублирующая положение стенки срыва. До настоящего времени продолжают сохранять активность некоторые

трещины на блоке отсадки 1990–1991 гг., особенно в районе его тылового шва. После 2007 г. произошло оседание оползневого блока на 2–2,5 м в сторону стенки срыва, его прибровочная часть явно взброшена. Ниже этого блока на оползневом склоне заполнены практически все трещины, образовавшиеся в 2007–2008 гг.

На северном подучастке Затонского оползня на старой стенке срыва в 2010 г. отмечено заложение оплывины объемом первые сотни кубических метров. Образование оплывины вызвано поступающими на склон водами от весеннего снеготаяния из-за нарушения стока поверхностных вод в результате засыпки первого правостороннего отвершка Маханного оврага при сооружении автодороги. Деформация от смещений испытала опоры магистрального газопровода.

К настоящему времени в головной части оползня старые блоковые осадки на коренном склоне завалены бытовым мусором. Уступ практически не сохранился, и вдоль него просматривается нитевидная фрагментарная оползневая трещина. Гаражи у бровки стенки срыва по ул. Хвесина не деформированы, сама бровка и стенка срыва засыпаны бытовым мусором, в связи с чем сложно оценить степень активности проявлений оползневых процессов.

#### Использование земель и ущерб

На участке крутого склона Соколовой горы, обращенного к Волге, ряд заводов существовал до 1884 г., когда после активизации оползней застройка на территории была ограничена. В середине 1910-х годов от оползней пострадали десятки домов, пивоваренный и чугунолитейный заводы.

К середине XX в. склон был повторно застроен. Е.В. Милановский в 1935 г. [5] отмечал следующие особенности использования земель: склон, представляющий собой оползневое тело, застроен до абсолютных отметок 90 м; выше на коренном склоне располагались отстойники водопровода (25 м от бровки срыва) и фильтры городской водопроводной станции (125 м от бровки). Площадь оползня составляла 0,5 км<sup>2</sup>.

В результате оползня 1968 г. повреждено около 500 зданий и строений. После данного события верхняя часть склона на северном и центральном подучастках Затонского оползня террасирована и проведены агро-



**Рис. 4. Противооползневые террасы в центральной части Затонского оползня**

лесомелиоративные работы (рис. 4). Поверхностный сток частично зарегулирован, сооружена контрбанкетная защита в районе судоремонтного завода.

При активизации оползня на южном подучастке в 1990–1991 гг. повреждено около 20 домов частного сектора. Многие жилые дома, расположенные на верхних оползневых террасах в этой части оползня, имели характерные деформации в виде сквозных трещин с шириной раскрытия до 3–5 см. Пятиэтажное кирпичное здание по ул. Хвесина испытало на себе следы оползневой деятельности: трещины по кирпичной кладке до уровня 2–3-го этажей, деформации лестничных подходов к подъездам, разрушение оконных ниш в полуподвальных помещениях. Опоры газопровода отклонялись от вертикали до 10°.

В течение 1990-х–начала 2000-х годов на поверхностях второй и четвертой оползневых террас осуществлялась застройка преимущественно одноэтажными кирпичными домами, реконструкция старых деревянных построек с обкладкой кирпичом, подрезка склона при прокладке грунтовой дороги, пригрузка террас грунтом и строительными отходами.

В результате активизации оползневых процессов 2007–2008 гг. воздействие испытали жилые дома частного сектора, здание судоремзавода, гаражи. Сохраняется угроза деформаций и разрушения до 30 домов частного сектора в пос. Затон и по ул. Большая Затонская, автодороги и здания судоремзавода. На коренном склоне пятиэтажный жилой дом № 42 по ул. Хвесина отстоит от бровки срыва лишь на 25 м. Угрозы зданию в настоящее время нет, но при отсутствии противооползневых мероприятий она может возникнуть в ближайшие годы. Воздействие от оползневой массы продолжают испытывать дома № 3 и 4 в пос. Затон и № 31 и 33 по ул. Большая Затонская. Особенно неблагоприятная ситуация сохраняется по расположенному в районе тылового шва второй оползневой ступени жилому дому № 3 в пос. Затон, на котором фиксируются многочисленные трещины с шириной раскрытия до 5 см.

### **Заключение**

Затонский оползень — один из самых крупных на территории Саратова. Его активизации способствуют природные и антропогенные факторы, и согласно классификации А.М. Демина [1], он относится к природно-техногенным, т.е. оползням природного генезиса, активизированным техногенным воздействием.

В границах центрального и северного подучастков в 1965–1968 гг. была осуществлена срезка и планировка надоползневого уступа с созданием четырех берм. В зонах выклинивания

водоносных горизонтов устроены бермы шириной 5–8 м. Срезка вершины Соколовой горы в объеме до 700 тыс. м<sup>3</sup> решила несколько задач: устранены условия образования обвалов и осыпей оползневого уступа, ликвидированы зоны развития опасных оползней-потоков, улучшились условия общей устойчивости склона. В результате уменьшения нагрузки снизилась вероятность образования новых крупных оползней выдавливания. Объемных смещений на северном и центральном подучастках не наблюдается. Определенное беспокойство вызывает возрастающая застройка верхних оползневых террас на центральном подучастке, где современные 1–2-х этажные строения часто возводятся с подрезками склонов. В середине 2000-х годов проведены мероприятия по ремонту части противооползневых сооружений.

Южный подучасток оползня остается в неукрепленном состоянии и в настоящее время находится в стадии крайне неустойчивого равновесия. Высокая раздробленность склона трещинами создает угрозу активизации оползневой массы при благоприятных метеорологических условиях с вовлечением в смещение до 100 тыс. м<sup>3</sup> пород. Необходимо исключить пригрузку привозным грунтом осевшего оползневой массы, так как увеличивается нагрузка на склон и провоцируются повторные подвижки. Стабилизация возможна лишь при условии строительства противооползневых сооружений.

Управлением инженерной защиты Саратова в 2007 г. выполнены изыскательские работы и разработан проект противооползневых мероприятий как для южного фланга, так и дополнительно для всего Затонского оползня [2]. В комплексе работ предусмотрено возведение подпорной стенки, создание контрбанкета, срезка и террасирование надоползневого уступа на южном фланге и прочие мероприятия. До начала строительства потребуется провести отселение людей из 112 домов частного сектора. Проект к настоящему времени не реализован.

Учитывая объективные финансовые сложности для реализации подобного масштабного проекта, следует

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 оползневого 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.<sup>1</sup>, Фархутдинова Л.М.<sup>2</sup>**  
(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.<sup>1</sup>, Farkhutdinova L.M.<sup>2</sup> (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.