

С.К. МУСТАФИН¹, А.Н. ТРИФОНОВ², К.К. СТРУЧКОВ³

**ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
В ЦЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАСШТАБОВ
ПРИРОДНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ**

¹*Башкирский государственный университет,
г. Уфа, Российская Федерация*

²*Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина,
г. Пушкин, Российская Федерация*

³*Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск, Российская Федерация*

¹*sabir.mustafin@yandex.ru, ²tan-geo@mail.ru, ³kk.struchkov@s-yfu.ru*

Геологические факторы относят к природным предвестникам экологического риска. Экологическим риском называют реальную или потенциальную вероятность нарушения функций биосферы в результате воздействия природных и техногенных факторов. Геологические факторы экологического риска в системе «литосфера-биота» различают: по доминанте на эколого-геохимические, эколого-геофизические, эколого-геодинамические; по времени воздействия: постоянные, периодичные, кратковременные; по масштабам воздействия: локальные, региональные, глобальные [2].

В докладе Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) 64 сессии ООН (Нью-Йорк, 2017) наибольшую опасность представляет облучение от естественных источников; 10 % заболеваний раком легких вызваны радоновой радиацией.

Вклад природных источников в годовую эффективную коллективную дозу облучения населения Ленинградской области (далее ЛО) составляет 93,97 %, рентгенорадиологические медицинские исследования вносят 5,73%. Годовая эффективная доза облучения от природных источников на жителя ЛО составляет 3,781 мЗв/год, что несколько выше среднероссийского показателя (3,37 мЗв/год) и объясняется особенностями геологического строения региона [5].

На территории ЛО выделяют девять радоноопасных территорий: Выборгскую, Бородинскую, Гдовскую, Сосновоборскую, Петровскую, Ордовикскую, Кингисеппско-Тосненскую, Волховскую, Карбоновую суммарной площадью около 19000 км², включающих 12 радоноопасных площадей и 3 радоноопасных участка; всего выявлено 20 радоноопасных объектов, общей площадью 18825 км², что составляет 25,8 % от площади суши региона. Выделяются геологические образования, обогащенные естественными радионуклидами.

Урансодержащие граниты-рапакиви Выборгского массива архея-верхнего протерозоя и тела апогранитов в гнейсо-гранитах на площади 5000 км² западной (Выборгской) и северной (Бородинской) частей Карельского перешейка. Содержания урана в гранитах массива от 7 до 14 г/т; аномалии фиксируются в почве Выборгской (2–6 г/т) и Бородинской (2–4 г/т) площадей.

Ураноносные базальные образования гдовского горизонта протерозоя залегают на поверхности кристаллического фундамента на глубинах 380 – 410 м в составе древней коры выветривания в полосе от Санкт-Петербурга до Волхова. На Карельском отложения гдовского горизонта залегают неглубоко и вмещают 20 ореолов радия (25 Бк/кг) размером от 10 до 30 км².

Диктионемовые ураноносные сланцы паркерортского горизонта нижнего ордовика в полосе шириной от 3 км до 30 км от города Кингисеппа до реки Сясь определяют площадь 3000 км² как область природного радиэкологического неблагополучия разной степени риска. Урансодержащие отложения тульского, алексинского и михайловского горизонтов нижнего карбона средней мощностью 30 – 90 м полосой шириной 40 – 70 км, прослеживаются от верховьев реки Оять до города Бокситогорска. Скважинами на глубинах 45 – 130 м установлены 40 рудопроявлений и участков в интервале 0,2 – 2 м, содержащие от 0,003 до 0,0118 % урана.

Повышенные содержания урана в почвах, донных осадках, грунтовых водах свойственны четвертичным образованиям Кингисеппско-Тосненской, Сосновоборской, Петровской и Волховской радоноопасных территорий. На Сосновоборской и Петровской территориях аномальные концентрации урана в почве (2 – 9 г/т) отмечаются в ста пунктах.

Аномальные концентрации радона в почве установлены на Петровской территории. В полосе шириной 20 – 30 км вдоль реки Волхов, от Ладожского озера до города Кириши в четвертичных отложениях зафиксированы повышенные концентрации урана [5].

Содержания урана в грунтовых водах ЛО, как и распределение радоноопасных участков в геологических структурах и горных породах отличает значительная неоднородность (рисунок 1).

Примером региональной оценки состояния эколого-геологических условий территории Беларуси, являются исследования, проведенные для города Гомеля [4]. Широкое развитие на территории города четвертичных пород различного генезиса, представленных, преимущественно, песчаными и глинистыми разностями с фрагментами покровных лессовидных и торфяных образований способствовало развитию дерново-подзолистых, дерново-подзолистых супесчано-суглинистых в разной степени оподзоленных, торфяно-болотных, аллювиальных и др. типов почв, определившего специфику геохимической экологической функции литосферы.

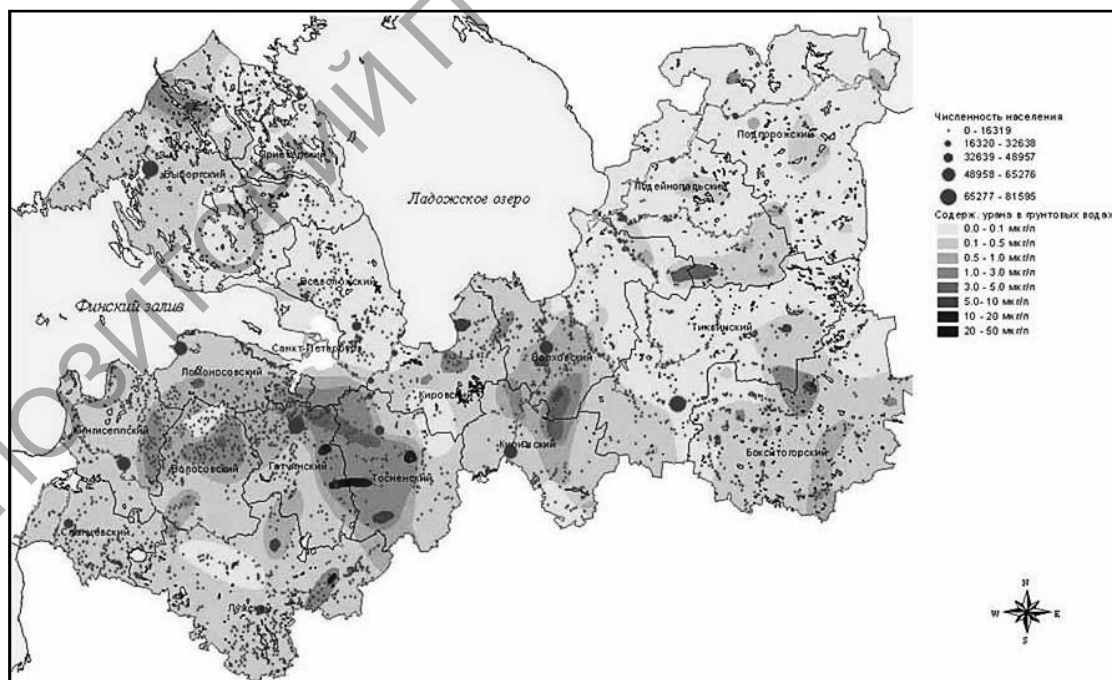


Рисунок 1 – Содержание урана в грунтовых водах Ленинградской области

Аллювиальные заиленные супесчано-суглинистые грунты пойменных понижений, формирует на территории Гомеля незначительно повышенные естественные значения γ -фона (до 0,10 Ки/км²), а залегание с поверхности моренных супесей и суглинков обуславливает незначительные локальные повышения плотности потока естественного α -излучения (до 3-5 мин/см мин), что в целом отражает специфику проявления геофизической экологической функции геологической среды.

К разряду экологических рисков относятся экзогенные геологические процессы (ЭГП). Эрозионные процессы на территории Республики Башкортостан (РБ) представлены плоскостным смывом, овражной и речной (глубинной, боковой и площадной) эрозией.

Примером проявления площадной эрозии служит произошедший в 7 августа 1994 года прорыв плотины Тирлянского пруда, когда из-за подъема уровня воды, вызванного дождливым летом, начался неконтролируемый перелив 7 млн. м³ воды через тело плотины, что привело к гибели 29 человек, затоплению 313 и полному разрушению 119 жилых домов, потере 200 га посевов, размыву 50 км автодорог, разрушению 19 мостов и 40 км линий связи [3].

В Российской Федерации (далее РФ) карстовым деформациям подвержено около 13 % территории, в том числе в пределах более 300 городов и тысяч более мелких поселений, в которых проживают 19 % населения страны. Суммарный экономический ущерб для страны от карстового и связанного с ним суффозионного процесса составляет до 1,5 млрд. долл. в год.

На территории Республики Башкортостан (РБ) карст распространен 50 % площади с образованием Волго-Уральская, Предуральская, Западно-Уральская, Центрально-Уральская и Магнитогорская карстовых провинций, отличающихся ландшафтно-климатическими, геолого-тектоническими и гидрогеологическими условиями, определяющими характер и масштабы протекания карстовых и суффозионно-карстовых процессов [1] (рисунок 2).

Карст на территории РБ относится к одному из самых опасных видов ЭГП. Карстующиеся породы распространены на 50 % территории региона, 30 % площади которого поражено поверхностными карстопроявлениями. В районах развития карста проживает 45 % городского и 20 % сельского населения РБ; ежегодно фиксируется образование провалов [3].

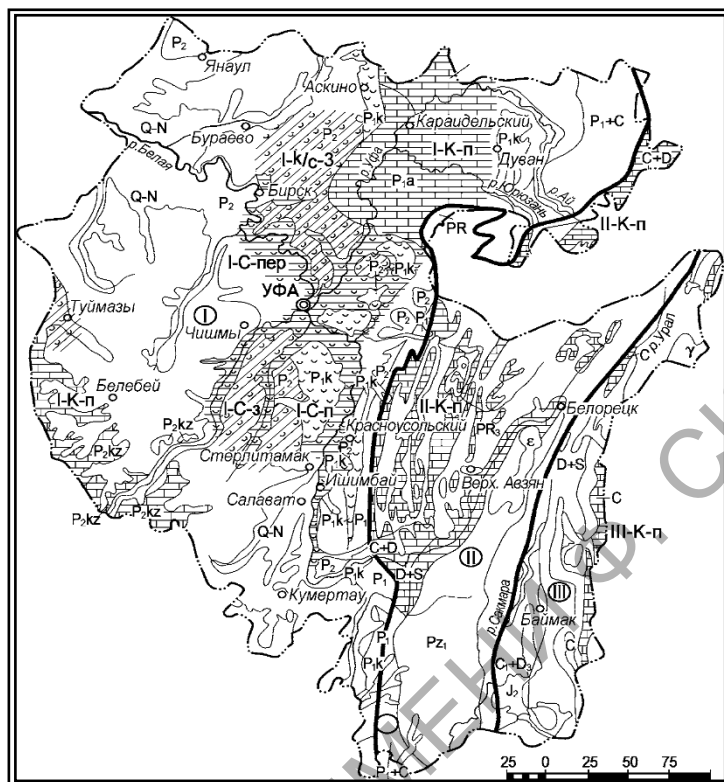
По степени устойчивости в зависимости от среднегодового количества провалов (провал/год на 1 км²) для строительства на территории РБ выделяют пять категорий закарстованных территорий: V – относительно устойчивые - провалов < 0,01; IV – с несколько пониженной устойчивостью – провалов 0,01 – 0,05; III – недостаточно устойчивые – провалов 0,05 – 0,10; II – неустойчивые – провалов 0,1 – 1,0; I – очень неустойчивые – провалов > 1,0. Распространенность карстовых форм рельефа в районах развития сульфатного карста почти на порядок выше, чем карбонатного; наибольшая поверхностная закарстованность наблюдается в комплексах пород, водопроницаемость которых обусловлена их пористостью (более 10 до 51 %). При одинаковых мощностях и составе покровных отложений она закономерно уменьшается от древних стратиграфо-генетических комплексов пород к молодым.

В закарстованных породах территории РБ известны промышленные скопления углеводородов, самородной серы, бокситов и некоторых других полезных ископаемых.

Техногенный карст активизируется под сооружениями, что может привести к авариям на магистральных трубопроводах, железных и шоссейных дорогах, на мостовых переходах через реки, на шахтах и карьерах.

По состоянию на 01 января 2017 года по Республике Саха (Якутия) (далее РС (Я)) учтено 2340 месторождений полезных ископаемых по 59 видам минерального и

углеводородного сырья общая стоимость запасов и ресурсов арктических недр региона составляет 1 трлн \$.



Условные обозначения: I-K - карбонатный; I-K-п - карбонатный преимущественно покрытый с участками голого и перекрытого; I-C – сульфатный; I-C-г – сульфатный преимущественно покрытый с участками голого; I-C-пер – сульфатный преимущественно перекрытый с участками закрытого вблизи бортов речных долин; I-k/c – карбонатно-сульфатный; I-k/c-3 – смешанный карбонатный и сульфатный преимущественно закрытый; II-K – карбонатный; II- K-п – карбонатный преимущественно покрытый с участками голого и перекрытого

Рисунок 2 – Карта типизации карста Башкортостана [1]

Недропользование осуществляется в сложных геологических условиях криолитозоны, осложняющих процессы добычи минерального сырья нередко вызывающих аварии, связанные с гибелью людей и значительными материальными потерями. Пример такой ЧС - прорыв воды из карьеров шахту подземного рудника «Мир» компании «АЛРОСА» в августе 2017 года.

Инженерно-геологическая карта территории РС (Я) масштаба 1 : 1500 000 характеризует площадь 3 млн км² (20 % территории РФ) и предназначена для информационного обеспечения планирования, реализации и эксплуатации крупных инженерных сооружений на территории региона. На карте отражены грунтовые и геокриологические условия, выделены активные разломы, гидрогеологические и сейсмические условия, схемы районирования по различным факторам инженерно-геологических условий и общая схема инженерно-геологического районирования территории региона отображены на картах врезках [7].

Специфической особенностью карты, составленной в электронном варианте в формате «ArcGIS 10 version 10.1» является отражение распространения на

закартированной территории класса мерзлых грунтов; информация сгруппирована по пяти разделам: 1) инженерно-геологические группы и виды грунтов, и геокриологические факторы; 2) гидрогеологические факторы; 3) активные разрывные нарушения; 4) рельеф; 5) гидрографическая сеть.

Мёрзлые льдистые дисперсные грунты, имеющие температуру выше -5°C являются пластично-мёрзлыми, а ниже этого порога являются твердомерзлыми. В пределах территории РС (Я) выделяются пять инженерно-геологических областей: Равнин и плато Средней Сибири; Горная Верхояно-Колымская; Приморских низменностей и шельфа; Охотско-Чукотская; Алдано-Становая. Наибольшая мощность криолитозоны около 1500 м характерна для Анабарского района. На основе предварительной оценки инженерно-геологические условия РС (Я) выделяются наименее устойчивые в инженерно-геологическом отношении территории.

К наименее устойчивым относятся площади развития дисперсных высокольдистых грунтов Приморских низменностей, Центрально-Якутский район, области Средней Сибири.

Низкотемпературные (ниже -5°C), твердомерзлые грунты Приморской низменности на участках выхода на побережье арктических морей характеризуются высокими скоростями термоабразии ($10\cdot n$ м/год), а в береговых обрывах русел рек – боковой эрозии (до 20 м/год); интенсивный термокарст развивается даже в условиях среднегодовых температур -15°C – -20°C .

Высокотемпературные разновидности (выше -5°C) ледового комплекса сосредоточены в Центрально-Якутском районе и разрушаются природными и антропогенными воздействиями. Территорию РС(Я) пересекают два сейсмических пояса: Арктико-Азиатский и Байкало-Становой; 1,5 млн км² площади региона, составляющие 30 % сейсмоактивной территории РФ, являются сейсмоопасными, где выделены зоны сейсмических воздействий от 6 до 10 баллов.

Рассмотренные в данном сообщении субъекты РФ характеризуются региональными геологическими факторами, определяющими специфические особенности проявления экологических рисков. Актуальна проблема комплексного экологического мониторинга с целью оптимизации оценки и прогнозирования и управления экологическими рисками, обуславливаемыми для ЛО – радоноопасностью, РБ – развитием карста, РС (Я) – криолитозоной [5].

Список литературы

- 1 Абдрахманов, Р.Ф. Карст Башкортостана / Р.Ф. Абдрахманов [и др.]. – Уфа : РА «Информреклама», 2002. – 385 с.
- 2 Барабошкина, Т.А. Геологические факторы экологического риска / Т.А. Барабошкина. – М., 2001. – 48 с.
- 3 Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2016 году». Уфа : Минэкологии РБ, 2017. – 315 с.
- 4 Красовская, И.А. Оценка состояния эколого-геологических условий территории г.Гомеля. Диссер. канд. геол.-мин. наук. – Москва, 2005. – 197 с.
- 5 Мустафин, С.К. Природные геологические факторы региональных экологических рисков: масштабы, оценка, прогноз / С.К. Мустафин, А.Н. Трифонов, К.К. Стручков // В сб.: Природные опасности современные экологические риски устойчивость экосистем: VII Дружининские чтения. – Хабаровск: Институт вод проблем ДВО РАН. 2018. – С.250–255.

6 «О состоянии окружающей среды в Ленинградской области». – СПб.: Комитет по природным ресурсам Ленинградской области, 2012. – 320 с.

7 Спектор, В.Б. Обобщение данных о криолитозоне на инженерно-геологической карте Республики Саха (Якутия) масштаба 1:1 500 000 / В.Б. Спектор [и др.]. – Научный вестник. – 2015. – № 2(4). – С.59–73.