

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

Г.В. Стась, Мпеко Нсендо Арди

*Рассмотрены территории Подмосковского бурогоугольного бассейна, известного скоплением урана, радия и радона, а также радоноопасные территории России, где было выявлено несколько районов повышенного риска, расположенных в самых разных геологических структурах.*

*Ключевые слова: радоноопасные территории, урановые месторождения, радий, трещиноватость, радоновые воды.*

К радоноопасным территориям относятся ураново-рудные районы и провинции с широким развитием специализированных урановых участков земной коры, где наблюдаются:

- урановые или урансодержащие месторождения и рудопроявления;
- специализированные радиоактивные элементы (уран, радий) геологические формации и отдельные геологические тела;
- радоновые или радий-радоновые подземные воды и, как следствие, выходы минерализованных радоновых вод на поверхность вдоль глубинных разломов и зон трещиноватости.

В практике геологических исследований нередки случаи, когда слаборадиоактивные породы содержат в своих пустотах и трещинах радон в количествах, в сотни и тысячи раз больших, чем более радиоактивные горные породы. При своеобразном дыхании Земли радон выделяется из горных пород в атмосферу, причем в наибольших количествах из участков Земли, в пределах которых имеются коллекторы радона. Возведение непосредственно над такими трещинными зонами зданий и сооружений приводит к тому, что в эти сооружения из недр Земли непрерывно поступает поток грунтового воздуха, содержащего высокие концентрации радона, который, накапливаясь в воздухе помещения выше предельно допустимых концентраций (ПДК), создает серьезную радиологическую опасность для рабочего персонала.

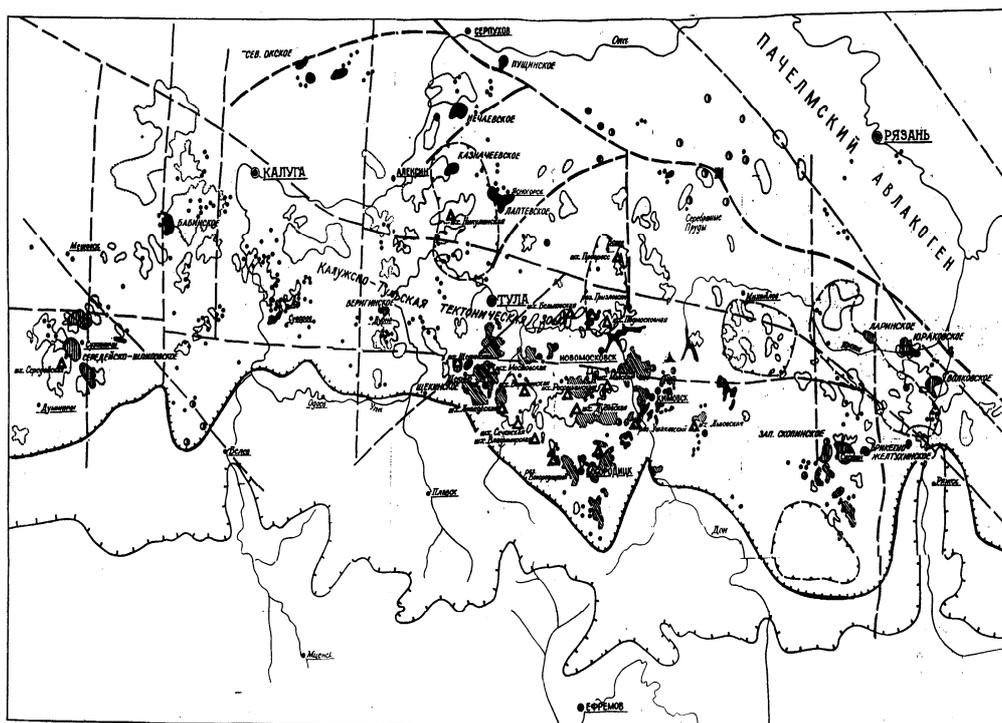
Для территорий, потенциально опасных по радону (центральные районы Русской платформы), число объектов и интенсивность радоновых анамалий ниже, чем для опасных районов; площади повышенной опасности, как правило, более мелкие (районы Дальнего Востока и Северо-Востока). Практически все районы, опасные и повышенного риска, охватывают ураноносные провинции с широким развитием радиогеохимически специализированных комплексов горных пород и многочисленными месторождениями урана и урансодержащих руд.

В работах Н.М. Качурина, А.А. Кузнецова, Э.М. Соколова отмечалось, что Центральный регион России принадлежит к регионам с напряженной экологической обстановкой. Это обусловлено высокой концентрацией промышленности, наличием угледобывающих предприятий. До последнего времени недостаточно учитывался еще один фактор – загрязнение, связанное с концентрацией естественных радиоактивных элементов урана, радия и радона, обусловленной природными геологическими процессами.

Повышенные содержания искусственных радионуклидов и естественных радиоактивных элементов в ряде мест определяют активность источников излучения, превышающую предельно допустимые значения.

В этой связи важно рассмотреть закономерности пространственного распределения радионуклидов, что позволит дать геохимическую оценку имеющихся территорий с тревожной радиоэкологической обстановкой и наметить пути вероятной миграции и концентрации радиокомпонентов.

На территории Подмосквовного бурогоугольного бассейна известны скопления урана, радия и радона, показанные на рис. 1.



**Рис. 1. Скопления урана, радия и радона на территории Подмосквовного бурогоугольного бассейна**

Следует подчеркнуть две общие особенности распределения радионуклидов, выявленные на территории Тульской области: скрытый характер не выходящих на дневную поверхность урановых аномалий; присутствие аномалий радона в почвах и подземных водах, в том числе источников водоснабжения.

Первая особенность с радиоэкологических позиций имеет небольшое значение за исключением некоторых угольных шахт, разрезов и отвалов, где вероятно получение повышенных доз радиоактивности. Вторая черта имеет более серьезное значение, поскольку вероятно использование радиоактивных вод в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

Проблема ураноносности и радононосности подземных вод в палеодолинах требует специальных исследований.

Все рудопроявления и аномальные концентрации урана в Тульской области относятся к одному урано-угольному формационному типу. Такого рода скопления широко распространены в природе. Их образования связаны с геохимическими особенностями поведения урана в зоне гипергенеза, где уран хорошо мигрирует в водной среде в шестивалентной форме в окислительных по урану средах. Поэтому в большинстве случаев в зоне активного водообмена преобладают условия рассеивания урана природными водами. Однако существуют обстановки, где действуют геохимические барьеры, на которых уран осаждается.

В гипергенных условиях по степени распространенности намечается следующий ряд геохимических барьеров урана:

- восстановительный;
- сероводородный (от биогенного или абиогенного сероводорода);
- восстановительный (водород, продуцируемый бактериями);
- сорбционный;
- термодинамический, включающий барьер нейтрализации ураноносных щелочных или кислых вод растворами, содержащими соединения ванадия, фосфора, молибдена и мышьяка без изменения их валентности, с которыми уран в форме уранила дает твердые фазы;
- эвапорационный, когда уран выпадает из перенасыщенных растворов;
- механический.

Очень часто несколько геохимических барьеров действуют одновременно, что может обусловить заметные концентрации урана.

Вдоль крупных зон скрытой трещиноватости возможны собственные геохимические аномалии радона (рис. 2).

Известно, что содержание радона в аллювиально-деллювиальных отложениях часто составляет 3...10 эман, или  $(10...37) \cdot 10^3$  Бк/м<sup>3</sup>.

На кафедре «Аэрологии, охраны труда и окружающей среды» Тульского государственного университета с 1996 года в инициативном порядке проводилось опробование выходов подземных вод и поверхностных водоемов на содержание естественного загрязнителя радона-222. Целью работы являлось выявление радоноопасных объектов водоснабжения.



концентраций природных и искусственных радионуклидов (центральная часть области). Последний район следует считать наиболее опасным, поскольку здесь имеет место пространственное совмещение концентраций радионуклидов с неблагоприятными по техногенному влиянию территориями.

**Активность радона в источниках**

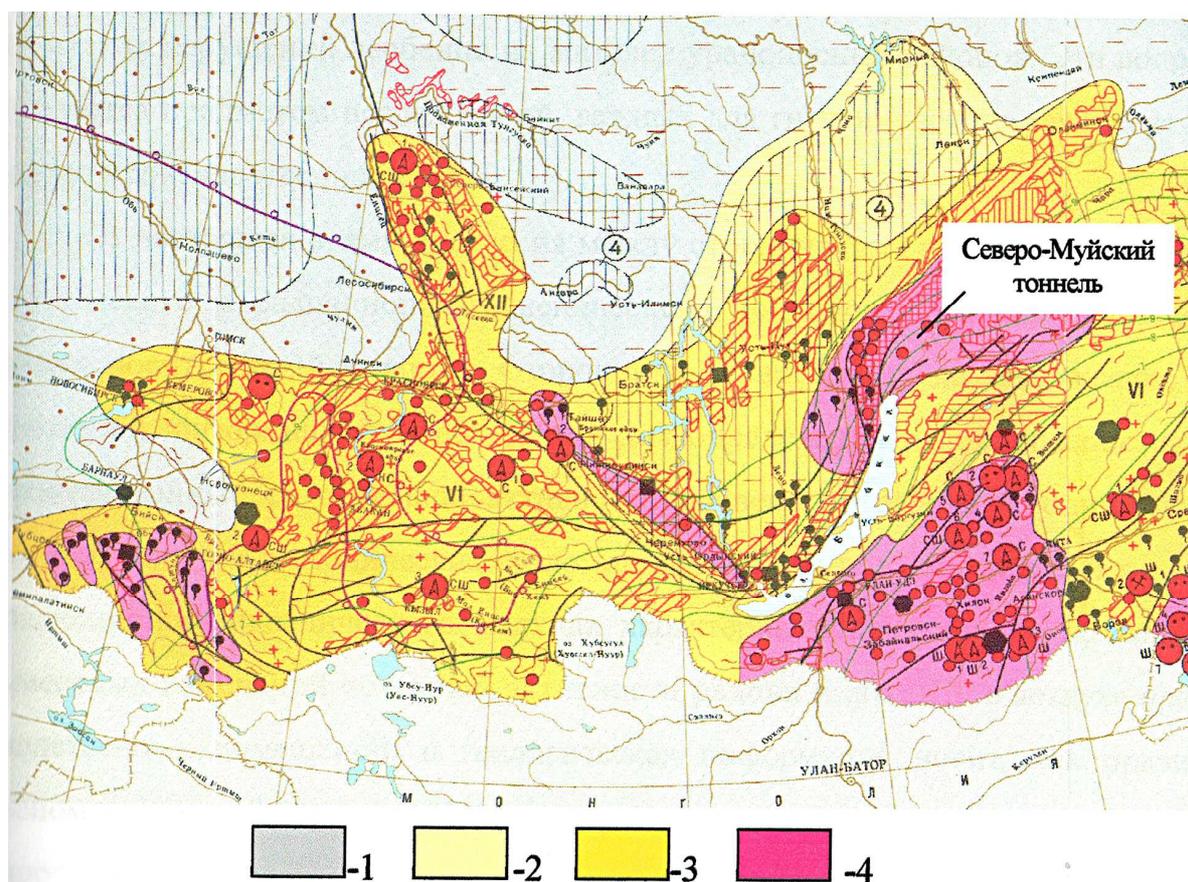
№ п/п	Радоновые источники №, №	Активность Бк/л		Примечание
		Pb-214 /RaВ/ Еу=295,2Кэв	Bi-214 /RaС/ Еу=609,3Кэв	
А. Юго-восточная окраина города Щекино				
1	Источник №2 – коптированный родник	min314 max 408 /3, 4 ПДК/	238 330	Выявлен в 1992 г. г. Щекино, ул. Овражная /Демонстрации/
2	Источник №14 – вода из проточного озера	262 /2,2 ПДК/	200	Расположено в 10 м выше по оврагу от ист. №2
3	Источник №8 – коптированный родник	260 352 /2,9 ПДК/	189 277	Левый берег ручья Колпна, против дер. Ст. Колпна
4	Источник №9 – коптированный родник	286 /2,4 ПДК/	214	Левый берег ручья, против западной окраины дер. Подъиваньково
Б. Южная окраина города Тулы				
5	Источник №17 – колодец	337 /2,8 ПДК/	253	Дер. Пирово, правый склон оврага за плотиной большого пруда
6	Источник №22 – колодец	286 /2,4 ПДК/	214	Там же на левом склоне оврага
7	Источник №43 – пруд в овраге	50	37	В 75 м ниже плотины большого пруда
8	Озера-пруды /источники № 39, 40, 41, 42, 44/	11	8...11	Территория пос. Менделеевский-дер. Пирово
9	Родники, колодцы – источники № 1, 18, 20, 45	29-51	22...38	В пределах территории дер. Пирово-Ново Басово

Всего на территории России (с запада на восток) было выделено несколько районов повышенного риска, расположенных в самых разных геологических структурах – Прибалтийский, Горноалтайский и Прибайкальский (Восточно-Саянский) в Алтае-Саянской складчатой области, районы Центральный и Юго-Восточный в Забайкалье, Северо-Прибайкальский (Акитканский). Как районы повышенного риска выделены Центральное и Юго-Восточное Забайкалье (рис. 3).

Основными источниками радона здесь являются широко развитые, специализированные на уран гранитные тела палеозойско-мезозойского возраста, юрско-меловые кислые эффузивы, осадочные породы континентальных впадин и др., а также многочисленные рудопроявления и месторождения урана, особенно близповерхностные в районе Стрельцовского

рудного поля. Здесь широко применяется шахтный способ добычи урановых руд, а на отдельных месторождениях ведется карьерная разработка. Он расположен в нефтегазоносной области, в водах которой отмечены повышенные концентрации радия.

Проведенное районирование по степени радоноопасности отражает распределение прямых и косвенных факторов, которые позволяют судить о степени реальной и потенциальной радоноопасности.



**Рис. 3. Схема радоноопасности регионов России:**  
**1 – безопасные; 2 – потенциально опасные; 3 – опасные;**  
**4 – повышенного риска**

Неравномерная изученность горных и равнинных областей, южных и северных зон, освоенных и малодоступных районов радиогеохимическими методами при прогнозных исследованиях и картировочно-поисковых работах заставляет рассматривать предложенное районирование как первое приближение, начальный вклад в решение проблемы радоноопасности.

В реальных условиях производства приходится иметь дело не с от-

дельными строительными материалами и ЕРН, а с различными их комбинациями с водой. Наряду с радоном в воде часто обнаруживается более полный набор ЕРН, включая уран и радий.

Возможны суммирующие и независимые эффекты биологического действия показателей радиационного и общехимического загрязнений, зон тектонических нарушений особенно на жителей ураноносных районов. Эти вопросы являются предметом исследований, важных для гигиенического регламентирования производственной среды.

В настоящее время дискуссия между сторонниками геологического и радиационно-гигиенического подходов к оценке радонового риска носит острый характер. Сторонники первого подхода утверждают, что основной информацией, необходимой для определения радоноопасности, являются данные об объемной активности почвенного радона, проницаемости почвы, наличии тектонических разломов, радоновых подземных вод и т.п. Для радиационно-гигиенического подхода характерна ориентация на проведение массовых измерений объемной активности радона и его ДПР в воздухе производственных помещений, и геологическая информация носит, как правило, вспомогательный характер. Но, несмотря на то, что последним критерием радоноопасности является повышенная концентрация радона в помещениях, границы радоноопасных зон в отдельных регионах должны быть установлены на основе геологических критериев. Поэтому одной из важнейших первоначальных задач решения радоновой проблемы является изучение геологической обстановки на предмет радонового риска.

### Список литературы

1. Качурин Н.М., Поздеев А.А., Стась Г.В. Прогноз выделения радона в горные выработки угольных шахт// Известия ТулГУ. Естественные науки. 2012. Вып. 1. Ч. 2. С. 133-142.
2. Качурин Н.М., Поздеев А.А., Стась Г.В.. Выделения радона в атмосферу горных выработок угольных шахт// Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2012. Вып. 1. С. 46-56.
3. Радон в атмосфере угольных шахт/ Н.М. Качурин [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. Вып.8. 2012. С. 88-94.

*Стась Галина Викторовна, канд. техн. наук, доц., [galina\\_stas@mail.ru](mailto:galina_stas@mail.ru), Россия, Тула, Тульский государственный университет,*

*Мнеко Нсендо Арди, асп., [galina\\_stas@mail.ru](mailto:galina_stas@mail.ru), Россия, Тула, Тульский государственный университет*

*GEOLOGICAL CONDITIONS OF INFLUENCING FORMING  
RADIATION SITUATION*

*G.V. Stas, Mpeko Nsendo Ardy*

*Moscow Coal Basin territories noted for uranium, radium and radon accumulation and radon dangerous Russian territories where there are several heightened risk districts in different geological structures were considered.*

*Key words: radon dangerous territories, uranium deposits, radium, cracking, radon water.*

*Stas Galina Victorovna, candidate of technical sciences, docent, [galina\\_stas@mail.ru](mailto:galina_stas@mail.ru), Russia, Tula, Tula State University,*

*Mpeko Nsendo Ardy, postgraduate, [galina\\_stas@mail.ru](mailto:galina_stas@mail.ru), Russia, Tula, Tula State University*