

Тараборин Д.Г.

Заведующий лабораторией радиологии и радиационной геоэкологии
Оренбургского научно-исследовательского и проектного института нефти,
кандидат геолого-минералогических наук

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ГОРНОРУДНЫХ РАЙОНОВ ЮЖНОГО УРАЛА И ОСНОВЫ РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПО СТЕПЕНИ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ

В статье охарактеризованы радиологические условия горнорудных районов Южного Урала, проведена их дифференциация по особенностям территориального распределения. Дана оценка радиационного состояния месторождений, рудных районов, породных и рудных комплексов, показаны составляющие радиационного облика, их природа и значимость для радиационно-экологического состояния объектов. Обоснован статус разграничения площадей по степени радиационной опасности с учетом комплекса радиационных факторов и выполнено районирование.

Присутствие естественных радионуклидов в горных породах и рудах является постоянно действующим источником радиоактивного излучения, влияющего на здоровье человека.

Для раскрытия сути и обоснования закономерностей размещения и формирования радиологической обстановки в горнорудных районах Южного Урала изучены различные ее параметры, особенности и формы проявления, начиная от фоновой радиоактивности пород, с характеристикой интенсивности аномального ионизирующего излучения, до выявления вероятности и оценки возможной степени загрязнения радионуклидами окружающей среды.

В силу особенностей своей геологической позиции, естественно-эволюционной истории и геоморфологического облика территория южной части складчатого Урала отличается присутствием значительного числа радиоактивных аномалий и крупных по площади районов аномальной радиоактивности. Скопления радионуклидов имеют различное происхождение, разную интенсивность излучения, собственный характер радиационной обстановки и уровень радиационной опасности.

Непосредственное воздействие на радиационную обстановку оказывают радиоактивные объекты с приповерхностным (до 20 м) и поверхностным залеганием, часто занимающие значительные пространства (первые десятки кв. км).

Одним из источников формирования повышенного фона радиоактивности являются высокорadioактивные массивы гранитоидов позднепалеозойского и раннекарбонного возраста (Котансинский, Суундукский, Шотинский, Еленовский, Ушкатынский и др.); дациты, плагиоклазовые порфириты, диабазы, туфы, обнажения плагиогранитов, плагиосиенитов нижнего карбона. В последнем случае

отмечено повышение интенсивности излучения до 232 мкР/час. Концентрации урана в них могут достигать $3-4 \times 10^{-4}\%$ при наличии ториевой, радиоактивной редкоземельной минерализации, а интенсивность излучения при этом составляет от 22–25 до 40–60 мкР/час. Повышенные фоновые значения радиоактивности и содержания радионуклидов характерны для углистоглинистых, хлорит-серицитовых сланцев нижнего карбона, фосфоритоносных базальных горизонтов нижней-верхней юры, верхнего мела, глауконитовых песчаников верхнего мела.

Но наибольшей радиоактивностью и контрастностью ее параметров отличаются участки вторичных изменений – гипергенных, гидротермальных, метасоматических пород, породных комплексов, особенно изначально обогащенных радионуклидами.

Так глинистая, глинисто-слюдистая, глинисто-щебенистая, ожелезненная коры выветривания, линейные и площадные, отличаются наличием радиоактивных горизонтов с активностями от 60–108 мкР/час до 287–290 мкР/час (проявление Мироновское). Перераспределение концентраций радионуклидов при формировании кор выветривания приводит к повышению радиоактивности до 60–200 мкР/час с концентрированием урана (до 0,064%) и тория (до 0,0017%). Более значимым является перераспределение, а возможно, и привнос радионуклидов в случае гидротермальной и контактово-метасоматической проработки с хлоритизацией, сульфидизацией, окварцеванием.

Еще одну группу природных источников, осложняющих радиационную обстановку, составляют скопления радионуклидов гидротермального генезиса, связанные с выходами на поверхность и с близповерхностным залеганием домезозойских формационных комплексов.

В том числе такие скопления, находящиеся непосредственно в рудах, установлены в районах размещения медноколчеданных, золоторудных месторождений (Кумакское золоторудное месторождение, Гайское медноколчеданное, Еленовское месторождение меднопорфировых молибденосодержащих руд и др.). В последнем случае концентрации радионуклидов гидротермального происхождения парагенны образованию основной рудной минерализации. Рудообразование может идти одновременно с привнесением радионуклидов либо сопровождаться их извлечением из вмещающих пород.

Самостоятельные скопления радионуклидов вне связи с месторождениями полезных ископаемых (аномалии Адамовская, Лиманская и др., проявление Ушкатынское I, рудопроявление Коскольское) являются еще одним типом природных объектов, участвующих в создании аномального радиационного фона.

Гипергенные и нормально осадочные (сингенетично-диагенетические) аккумуляции оказывают непосредственное влияние на радиационную обстановку. Рыхлые песчано-глинистые и угленосные отложения русел рек, временных водотоков, болот, озер, современные, а также олигоцен-четвертичные, отличаются в отдельных случаях радиоактивностью в 60–900 мкР/час, превышающей в 5–40 раз фоновые значения. Воды, дренирующие эти отложения, обычно характеризуются повышенными концентрациями урана, на 1–2 порядка превышающими фоновые, а также содержат радон в количестве 400–900 эман и аномальный радий – 1×10^{-9} г/л.

К этой же категории по характеру влияния на радиационную обстановку относятся естественные радионуклиды в почвах, где интенсивность гамма-излучения 60–90 мкР/час при содержании урана до 4×10^{-30} %. Но в почвах, в отличие от скоплений нормально-осадочного типа в русловых, пойменных осадках, благодаря присутствию гумуса наблюдается вынос радия, из-за чего его концентрации часто на порядок ниже фона.

Составляющей радиоактивного облика пород поверхностной части осадочного чехла является радиоактивность пород в зоне аэрации донных осадков в районах развития русловой и овражно-балочной сети. Перераспределение рыхлых и растворимых продуктов выветривания, содержащих радионуклиды, при многообразии современных геологических процессов в обстановке имеющейся на Южном Урале

совокупности типов рельефа, осуществляется во многом в результате деятельности подземных и поверхностных вод постоянных и временных водотоков с гравитационными явлениями уплотнения, перемещения материала. Все выделенные типы радиоактивных аномалий участвуют в формировании радиационного поля и его осложнений.

Участки скопления радионуклидов в приповерхностном и глубинном залегании воздействуют на среду через ионизирующее излучение, поступление в воздух продуктов ядерного распада, в первую очередь радона, торона, через переход в подземные, грунтовые воды при растворении, выщелачивании, с последующей разгрузкой в виде источников в наземные водотоки. Определенную роль играет эманирование зон разломов, трещиноватости, контактов магматических массивов, магматических тел с терригенными толщами сланцев, песчаников. Радоновые эманации сопровождают надфоновые концентрации радионуклидов и их скопления на глубине (Домбаровское рудопроявление, Шотинская группа аномалий и др.).

Проникающая способность ионизирующего излучения связана также со степенью и типом радиоактивного распада радионуклидов уранового и ториевого рядов, отраженного в коэффициенте радиоактивного равновесия. Сдвиг равновесия в сторону радия указывает на существенное участие в создании мощности экспозиционной дозы облучения радия и продуктов его распада, отличающихся более жестким излучением.

Атмогеохимические и радиогидрохимические аномалии непосредственно влияют на загрязнение среды, на биоценозы за счет попадания радионуклидов внутрь живого организма.

Подавляющая часть радиогидрохимических аномалий размещается на площадях с глубинной, наземной повышенной, высокой радиоактивностью пород, что приводит к сочетанию ионизирующего излучения с вредным влиянием попадающих в организм с водой, воздухом радиоактивных веществ. Обычно содержание урана в водах таких районов повышено на порядок и составляет начало 5^{ой} степени г/л. В ряде случаев (аномалии Южная II, Биш-Кудукская, Камсакская, Малдыгулсайская, Каинсайская, Заобалыкольская, Каракольская II) содержание урана в воде оценивается в $1,5-5,5 \times 10^{-4}$ г/л. В районе Котансинской аномалии концентрации урана в воде поднимаются до 1×10^{-3}

г/л и сопровождаются атмогеохимической аномалией радона – 900 эман, при высоком содержании радия – $1 \times 10^{-9}\%$. Совпадая с аномалиями поверхностного осадочного происхождения (россыпи циркона, апатита, сфена, природа аномалии ториевая), повышенный фон радионуклидов в воде и воздухе создает радиационно опасную обстановку, требующую особого подхода к оценке возможных последствий.

При оценке состояния радиационной обстановки на территории восточной части Оренбургской области выделены следующие группы аномальных по содержанию радионуклидов областей, учитываемые при радиоэкологическом районировании.

1. Скопления радионуклидов, сопровождающие оруденение, залежи полезных ископаемых на месторождениях горно-металлургического (рудного и нерудного), горно-технического, минерально-строительного и топливно-энергетического сырья и первичные ореолы рассеяния.

2. Самостоятельные скопления радионуклидов: а) парагенные с другой рудной минерализацией и б) не связанные с ней.

3. Вторичные гидротермальные и метасоматические скопления за счет перераспределения первичных концентраций радионуклидов в породах с повышенным фоном (хлоритизация, окварцевание углисто-глинистых, углеродисто-кремнистых и других сланцев, серицитизация гранитов).

4. Вторичные гипергенные скопления и ореолы рассеяния в связи с грунтово-инфильтрационным, поверхностным окислением, корообразованием.

5. Седиментационно-диагенетические и эпигенетические концентрации радионуклидов: а) в породах осадочных структурно-формационных комплексов основания, б) в мезозойско-кайнозойских отложениях, сохранившихся в виде останцов или образующих сплошной маломощный покров в структурах складчатого Урала (фосфоритоносные горизонты нижней-средней юры, глауконитовые песчаники верхнего мела).

6. Повышенные концентрации урана и тория в водах грунтовых, подземных, поверхностных водотоков и источников.

7. Зоны и участки атмогеохимических (радон, гелий, торон) аномалий.

8. Области развития зараженных радионуклидами древних и обводненных донных осад-

ков с повышенными содержаниями радионуклидов в твердой фазе, в поровой, иловой воде.

Принимая во внимание опыт радиационного районирования на территории западной нефтегазоносной части Оренбургской области [1, 2, 3], а также специфику природы радиоактивности и закономерности ее распределения, при разграничении площадей по степени радиационной опасности в связи с месторождениями твердых полезных ископаемых учтена степень их освоения. Проведение поисково-разведочных, добычных работ на месторождениях полезных ископаемых приводит к вскрытию глубинной аномальной радиоактивности и обеспечению ее связи с поверхностью (шламы, керн, буровые растворы, эманирование), внося техногенную компоненту в осложнение радиологических условий.

При оценке негативного влияния на безопасность жизнедеятельности аномальных по радиоактивности участков приняты во внимание глубина размещения скоплений радионуклидов, интенсивность и природа радиоактивности. Учтено также, что генетический тип отражает минеральную форму, характер распределения радиоактивности – площадной, линейный, зональный, точечный, в определенной мере – масштабы проявления и интенсивность радиации.

Эти данные составили основу типизации радиационной обстановки, ее оценки и характеристики с последующим использованием при районировании территории по степени радиационной опасности. В качестве типов радиационной обстановки нами выделены:

1. *Природно-техногенный тип* (площади разработки месторождений, проведения поисково-разведочных работ). В этом типе по степени негативного воздействия выделяются площади с радиационной опасностью I категории (разрабатываемые месторождения) и потенциально радиационно опасные (все остальные месторождения с признаками аномальной радиоактивности).

2. *Природный тип*, за счет суммарной радиоактивности, глубинной и поверхностной, следующих модификаций:

2.1 – породный с аномальным ионизирующим излучением;

2.2 – атмогеохимический (радоновый);

2.3 – радиогидрохимический (водный);

2.4 – смешанный (донные осадки), где опасность связана с обводненными осадками, и все

остальные разновидности сочетаний вышеперечисленных типов.

Участки с приповерхностным (0–20 м) размещением радионуклидов с аномальным ионизирующим излучением (подтип 2.1), атмогеохимических (радоновых) аномалий (подтип 2.2), радиогидрохимических (подтип 2.3) и смешанных (подтип 2.4), как содержащие скопления радионуклидов, непосредственно влияющих на биоценозы, отнесены к I категории радиационно опасных. В эту же категорию входят территории разрабатываемых месторождений с признаками концентрирования радионуклидов и площади хранения продуктов их отработки, площади развития в приповерхностном залегании высокорadioактивных гранитоидов, других аномальных по радиационным условиям породных комплексов.

Потенциально опасными с радиологической точки зрения являются участки развития глубинной радиоактивности, выделенные в отдельный контур. Это относится к районам отсутствия действующих рудников или поисково-разведочного бурения. Для них следует признать II категорию потенциальной опасности, что необходимо учитывать в хозяйственной деятельности, при проектировании картировочного, поисково-разведочного бурения, создании добывающих предприятий.

Нами проведено оконтуривание методом интерполяции областей, районов с аномальной суммарной радиоактивностью. В условиях развития промышленного, агропромышленного комплексов Оренбургской области, сопровождаемого промышленным, гражданским строительством, расширением районов проживания населения, эти площади отнесены к категории районов потенциально опасных. Такой их статус подлежит учету в ходе освоения территорий.

При оконтуривании площадей размещения аномальных объектов разного ранга, объединенных общностью структурно-формационных условий, в суммарный контур объединяются все аномальные радиоактивные объекты вне зависимости от их типа. При этом в районах размещения действующих предприятий по добыче твердых полезных ископаемых как потенциально опасная выделяется вся площадь месторождения. В выделенном контуре радиационно опасного района проводится дальнейшая дифференциация.

Всего на территории восточной части Оренбургской области намечено 17 районов широ-

кого развития в породных комплексах, водных средах аномальной радиоактивности.

В Предуральском прогибе это Тюльганский и Репьевский районы. На территории Центрально-Уральского поднятия – Медногорско-Блявинский, Поимский. В области сопряжения Центрально-Уральского поднятия и Тагило-Магнитогорского прогиба и в западном борту последнего находятся Мало-Халиловский и Гайский районы, в восточном борту Тагило-Магнитогорского прогиба – Джусинский, Ащевский, Домбаровский. На территории Восточно-Уральского поднятия размещается 6 площадей аномальной радиоактивности – Кваркенская, Мироновская, Аниховская, Кумакская, Ушкатинская, Буруктальская. Два небольших района оформились как потенциально опасные: в Восточно-Уральском прогибе – Восточно-Коскольский и на Зауральском поднятии – Западно-Коскольский.

Наиболее сильное влияние на окружающую среду оказывают радиоактивные объекты поверхностного и приповерхностного залегания. В связи с особенностями геологического и геоморфологического строения территории они, перемежаясь с глубинными, группируются в поля, имеющие широкое площадное развитие во всех потенциально опасных районах. Отличаясь более высокой степенью локальности размещения и определенным типом влияния на биоту, такие площади выделены как имеющие радиационную опасность I категории. Они присутствуют во всех потенциально опасных районах, вмещают аномальную радиоактивность радоновой, радиогидрохимической природы и локальные площади разрабатываемых, резервных, законсервированных месторождений, проявлений полезных ископаемых, которые несут дополнительную радиационную опасность в пределах площадей I категории, сочетаясь с повышенным фоном суммарной глубинной и поверхностной радиоактивности.

Радиационно опасные площади I категории дифференцированы нами в соответствии с принятым методическим подходом и выделенными типами радиационной опасности. Обособлены площади с преимущественно *радоновым* типом радиоактивного загрязнения, с преимущественно *техногенным* (разрабатываемые месторождения), *природным*, а также с *радиогидрохимическим* типом радиационной опасности.

Законсервированные (резервные), подготовленные к эксплуатации месторождения и прояв-

ления твердых полезных ископаемых, тесно связанные с аномальной естественной радиоактивностью, отнесены к *природно-техногенному типу* и II категории радиационной опасности.

Подавляющее большинство радоновых газовых аномалий входят в контур площадей потенциально опасной радиоактивности и радиоактивности I категории. В этих случаях они представляют собой радиационную опасность I категории. Максимальное число аномалий радона приурочено к зонам поднятий – Восточно-Уральского и Центрально-Уральского. Здесь же на ряде площадей радоновые аномалии совмещены с аномалиями радиогидрохимическими.

Располагаясь вне пределов площадей потенциально опасных и I категории опасности, радоновые аномалии сами становятся компонентом радиоактивного воздействия на среду. В таких случаях они входят в разряд радиационно-опасных площадей II категории. В силу незначительного повышения содержания радионуклидов в водах радиогидрохимические аномалии, встреченные изолированно за пределами радиационно-опасных районов и площадей, целесообразно считать объектами II категории опасности.

Вышеприведенный статус разграничения площадей и участков по степени радиационной опасности рекомендуется учитывать в хозяйственной деятельности, что позволит избежать негативных последствий радиоактивного воздействия на живые организмы.

Одновременно на площадях с признаками радиационной опасности рекомендуется проводить систематическое радиационное обследование с выявлением и оценкой масштабов радиоактивного загрязнения, замеры доз облучения, составление и реализацию планов мероприятий по нормализации радиационной обстановки с определением их эффективности. Такие работы в соответствии с необходимостью исключить деформацию радиационно-экологических условий на объектах разработки полезных ископаемых целесообразны на участках негативного действия радиологических факторов за счет присутствия в породах, рудах, водах, воздухе естественных радионуклидов. Порядок проведения, разработка комплекса мероприятий по изучению, контролю за общей радиационно-экологической обстановкой осуществляются на базе районирования территорий по степени радиационной опасности.

Список использованной литературы:

1. Гацков В.Г., Тараборин Д.Г. Оценка степени потенциальной радиационной опасности при разработке нефтяных месторождений // Вопросы региональной геоэкологии и геологии. Совместный выпуск Оренбургского филиала Горного института УрО РАН и Южно-Уральского отделения МАНЭБ. Оренбург: ИПК ОГУ, 2002. С. 160-166.
2. Гацков В.Г., Тараборин Д.Г., Демина Т.Я., Тараборина Н.В. Основы районирования территорий по степени радиационной опасности: Тез. докл. VII Международной конференции «Экология и развитие северо-запада России». СПб., 2002. С. 94-95, 171-172.
3. Тараборин Д.Г., Гацков В.Г., Демина Т.Я. Радиология нефтегазоносных районов Западного Оренбуржья. Оренбург: ИПК ОГУ, 2003. 160 с.