

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ И ПРОГНОЗУ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

В статье рассмотрены различные аспекты изучения и отслеживания радиационной обстановки на примере орнопромышленной области с гетерогенным строением, богатым и разнообразным минеральным ресурсом. Основываясь на положениях нормативных документов и состоянии информационного пространства, радиологических данных рекомендован комплекс мероприятий, методов, направлений исследований по изучению состояния радиационной обстановки и прогнозу радиоактивного загрязнения радионуклидами окружающей среды в нефтегазоносных и горнорудных районах, осваиваемых промышленностью.

Территория Оренбургской области геологически, геоморфологически четко подразделяется на восточную – Уральскую складчатую и западную равнинную платформенную части. Различия их существенны. Для них характерен свой набор структурно-формационных зон, гидрогеологических особенностей, различная металлогения со специфическим комплексом полезных ископаемых.

Западная часть – это структуры юго-востока Русской платформы, нефтегазоносная Волго-Уральская антеклиза, примыкающая через промежуточную зону Предуральского прогиба к складчатому Уралу. Платформенное Оренбуржье отличается глубинами залегания пород фундамента от 2-4 до 10 км. Гидрогеологическая обстановка – крупные артезианские бассейны, полезные ископаемые экзогенного генезиса – углеводородное сырье, нефть, газ, битумы, мощный осадочный верхнепротерозойско-кайнозойский чехол осадочных пород.

Восточная часть – это область развития складчатых структур, структурно-формационных зон Урала, находящихся в приповерхностном залегании, выходящих на поверхность в низкогорных сооружениях Южного Урала. Молодой осадочный чехол – в виде маломощных останцов, заполнения локальных депрессий, впадин. Здесь своя металлогения, эндогенные рудные месторождения золота, меди, полиметаллов, вольфрама, молибдена, отдельные рудопоявления урана. Природная радиоактивность, ее масштабы, тип обеих областей – западной и восточной – резко различаются по природе, связи с полезными ископаемыми, масштабам, интенсивности проявления, а следовательно, по своему влиянию на радиационную обстановку

Поэтому аномальная радиоактивность, радиационная обстановка и оценка степени ее

опасности рассматриваются отдельно с применением собственных подходов.

Проблема загрязнения радионуклидами местности и оборудования на нефтепромыслах уже давно является актуальной и специально изучается во многих районах нефтедобычи. Сведения о высокой радиоактивности нефтеводяной смеси на участках действия нефтедобывающих предприятий, превышающей в 5-30 раз радиоактивность сбросовых вод АЭС [1, 7], активизировали работу природоохранных служб. Радиационный контроль становится постоянной составляющей в работе нефтепромыслов. Имеющиеся данные о высокой радиоактивности трубопроводов, насосов воды, другого оборудования, отдельных участков местности в районах размещения нефтяных и газовых месторождений обосновали необходимость разработки и внедрения мероприятий по радиационной безопасности.

Проверка, проведенная Головной лабораторией радиационного контроля Минтопэнерго РФ в 1993 году, зафиксировала по относительно небольшому числу определений нормальную обстановку на нефтепромыслах объединения «Оренбургнефть», в отличие от таковой в нефтеносных районах Ставрополя [3]. Этот вывод не полностью согласуется с данными по содержанию ^{226}Ra , ^{232}Th в нефтях, пластовой воде и в воде нагнетательных скважин, полученными в результате той же проверки, превышающими в 40-50 раз допустимую удельную активность, предусмотренную нормами радиационной безопасности (НРБ-99).

Радий-226 и продукты его распада относятся к группе наиболее токсичных радионуклидов и представляют большую опасность для здоровья и жизни человека, поэтому оценка загрязнения этим элементом окружающей среды является необходимой задачей. Из зон ло-

кального накопления ^{226}Ra может поступать в пищевые цепочки, а также подземные воды питьевого назначения, поэтому с целью выработки стратегии предотвращения негативного влияния ^{226}Ra на здоровье жителей нефтегазодобывающих регионов необходимо обязательное определение изотопов радия в объектах окружающей среды в качестве составной части экологического мониторинга этих территорий.

Попутные пластовые воды и нефть попадают на земную поверхность и на оборудование вне промышленного контура только при случайных проливах, при фонтанировании и в аварийных случаях. При этом какой-либо массовый их сбор и хранение в виде жидких отходов невозможны. Поэтому при проливах речь может идти только об обращении с конечным продуктом – твердыми отходами, образующимися при фильтрации, испарении воды или замазывании почвы и оборудования [4].

Сброс технологических вод в недра наиболее эффективен для целей экологической безопасности и не имеет альтернативы [8]. При этом важно наличие хорошего верхнего и нижнего водоупора, небольшие (не более 100 м) мощности проницаемого для закачки под давлением горизонта. Кроме того, значимыми будут и приемлемые параметры горизонтов, могущих служить хранилищем жидких отходов: коэффициенты пористости ($\sim 0,1-0,2$), коэффициент фильтрации ($? 0,5 \text{ м/сут.}$) и др. Для западного Оренбуржья правомочны рекомендации о размещении жидких отходов под соленосно-гипсоносной толщей кунгурского яруса нижней перми. Именно попутные пластовые, технологические воды являются носителями радионуклидов, и их возвращение в недра – один из приемов борьбы с потенциальным радиоактивным заражением. При этом важно сохранить герметичность системы сбора, закачки попутных, сточных вод в условиях нефтедобычи.

Методы обращения с жидкими отходами, образующимися после дезактивации промышленного оборудования или труб, зависят от технологии дезактивации, определяющей состав и объемы дезактивирующих сред технологических трактов и конструктивных особенностей дезактивирующих установок, и должны быть определены после разработки этих технологий в рамках проектов на упомянутые установки [4, 5].

Наличие данных о загрязнении оборудования на отдельных нефтепромыслах, а также особенности природной радиационной обстановки

позволяют считать, что на нефтепромыслах Оренбургской области требуется более детальное ее изучение [11]. Необходима достаточно представительная сеть опробования и проведение замеров интенсивности гамма-излучения с использованием современных приборов: гамма-дозиметров типа МКС-01-Р, ИМД-12, ДБГ-06Т или индикаторов гамма-излучения СРП-68-01, СРП-88.

Кроме того, радиационная безопасность на объектах нефтедобычи – это не только безопасность персонала, работающего там в данный момент. Скопления радионуклидов, вызывающих повышение мощности экспозиционной дозы (МЭД), формируются постепенно, на протяжении длительного времени. На месторождениях, отличающихся аномальной глубинной естественной радиоактивностью, находящихся на начальных стадиях разработки, они могут пока не достигать предельных уровней, но радионуклиды привносятся, накапливаются и в какой-то момент могут превысить предельно допустимые значения.

Вскрытие пород с повышенной радиоактивностью и вынос их на поверхность земли в процессе проведения поисково-разведочных работ приводят к осложнению радиационной обстановки. С целью предотвращения возможного радиоактивного загрязнения местности при бурении скважин необходимо предусмотреть следующие виды работ:

1. Сбор и отдельное складирование шлама из интервала, включающего аномальный горизонт, поинтервальное раскладывание его в столбик с указанием глубины.

2. Радиометрический промер шлама с помощью гамма-дозиметров типа МКС-01-Р, ИМД-12, ДБГ-06Т или индикаторов гамма-излучения СРП-68-01, СРП-88.

3. При выявлении повышенного фона над естественным фоном местности в 2 раза и более шлам с повышенной интенсивностью необходимо опробовать и проанализировать (гамма-спектрометрия, химанализ U, Th, Ra, K).

4. После проходки предполагаемого аномального радиоактивного интервала обязательны текущий гамма-каротаж.

5. В случае подтверждения радиоактивной аномалии гамма-каротажем необходимо:

– отобрать пробы грунтов боковым стреляющим грунтоносом на каротажном кабеле через 0,3 м по всей мощности аномального интервала, с последующим определением радионуклидного состава пород;

– регулярно до забоя скважины проводить замеры радиоактивности шлама, выполнять периодический отбор проб бурового раствора с последующим анализом на содержание радионуклидов, на интенсивность гамма-излучения. Это позволит определить и количественно оценить степень влияния интервала с аномальной радиоактивностью на состояние растворов, смесей, нефтей, проходящих через оборудование при бурении и при эксплуатации.

6. В дальнейшем следить за качеством изоляции радиоактивного интервала от продуктивного нефтяного пласта.

В настоящее время существует ряд нормативных документов, регламентирующих мероприятия по радиационной безопасности. Это методические указания по радиационному контролю на нефтегазовых промыслах, рекомендации по нормализации радиационно-экологической обстановки на объектах нефтегазодобычи топливно-энергетического комплекса России, справочная литература и нормы радиационной безопасности [4, 6, 7, 9, 12, 13].

Для выполнения требований нормативных документов и для обеспечения радиационной безопасности необходимо уделить серьезное внимание не только выполнению радиационного контроля, но и изучению естественной радиоактивности, ее соотношений с нефтегазоносностью. В плане обеспечения мероприятий по требованиям нормативных документов необходимы:

– периодический (не реже 1 раза в 6 месяцев) радиационный контроль на нефтепромыслах, для которых мощность дозы гамма-излучения на поверхности оборудования или труб превышает естественный фон местности не более чем в 3 раза;

– спектрометрическое определение радионуклидного состава и удельной радиоактивности проб нефти, пластовой воды и грунта в местах появления нефти и воды на поверхности при ремонтных и демонтажных работах на скважинах;

– определение не менее 2-х раз в год (в осенний и весенний периоды) содержания радона-222 и его дочерних продуктов распада в воздухе полуподвальных и подвальных производственных помещений, связанных с ремонтом и хранением использованного на нефтепромыслах оборудования;

– организация периодического системного контроля мощности дозы гамма-излучения и поверхностного загрязнения бета- и альфа-ак-

тивными радионуклидами отработанного насосно-компрессорного оборудования и труб, с последующим отдельным складированием оборудования с высоким уровнем излучения (в 3 раза выше фона);

– картографирование результатов радиационного контроля с вынесением точек отбора проб воды, грунта, воздуха, замеров и анализов.

На выделенных в ходе работ по изучению ЕРН участках, площадях радиационно опасных и потенциально радиационно опасных при выполнении радиологического изучения необходима площадная наземная гамма-съемка масштаба 1:10000-1:5000 с выявлением участков с 3-кратным фоном гамма-излучения.

Оптимальный вариант продолжения работ по изучению радиационной обстановки на нефтяных, нефтегазоносных структурах и месторождениях состоит в комплексном использовании аэроспектрометрической и наземной гамма-съемки.

Аэроспектрометрическая съемка масштаба 1:10000 рекомендуется на нефтепромыслах, разведываемых и опойсковываемых структурах. В качестве носителя бортовой аппаратуры целесообразно, в соответствии с имеющимся опытом работ в соседней Прикаспийской нефтегазоносной провинции [2], использовать самолет Ан-2 или вертолет Ми-8. Необходимо применять радиоэкологическую станцию СТК-19 с записью информации в цифровом виде на МЛ блока регистрации РЦМ и в аналоговом варианте на диаграммную ленту. Объем детекторов (NaI) станции СТК – 48 л (8 БДС – по 6 л). Энергетическое разрешение по ^{137}Cs – 13%. Привязка точек измерений должна обеспечиваться спутниковой антенной. Станция СТК-19 регистрирует и записывает в 12 энергетических интервалах дифференциальных каналов (ДК) в диапазоне энергий 0,3-3 МэВ. Это позволяет получать информацию о естественных (U, Th, K) и искусственных (^{137}Cs , ^{60}Co и др.) радионуклидах.

Уровень распределения радиоактивностей и содержания радионуклидов отражается при аэрогаммаспектрометрической съемке в изолиниях. Затем идет проверка наземными работами природных ландшафтов путем измерений с СРП-68-01, СРП-88, дозиметром ДБГ-01Н или др. При этом учитывается средний радиационный фон природных ландшафтов и соровых впадин, примыкающих к участкам нефтепромысловых работ и используемых для сбора не-

фтяных суспензий и пластовых вод. В соровых впадинах фон может быть повышен в 2-4 раза с отдельными аномалиями до 3000 мкР/час [2].

Маршрутную гамма-съемку территории следует проводить с одновременным использованием поисковых гамма-радиометров и дозиметров. Поисковые радиометры используются в режиме прослушивания звукового сигнала для обнаружения зон с повышенным гамма-фоном. При этом территория должна быть подвергнута по возможности сплошному прослушиванию при перемещениях радиометра по прямолинейным или Z-образным маршрутам. Дозиметры используются для измерения МЭД внешнего гамма-излучения в контрольных точках по сетке, шаг которой определяется в зависимости от масштаба съемки и местных условий (но не более 200-250 м). Измерения проводятся на высоте 0,1 м над поверхностью грунта.

Усредненное, характерное для данной территории числовое значение мощности экспозиционной дозы, обусловленной естественным фоном, устанавливается местными органами санэпиднадзора. Участки, на которых фактический уровень МЭД превышает обусловленный естественным гамма-фоном, рассматриваются как аномальные. В зонах выявленных аномалий гамма-фона интервалы между контрольными точками должны последовательно сокращаться до размера, необходимого для оконтуривания зон с уровнем МЭД 30 мкР/час. Уровень вмешательства более 30 мкР/час – это такой уровень радиационного воздействия, при превышении которого, согласно п. 4 приложения П-5 НРБ-99, требуется проведение защитных мероприятий с целью ограничения облучения населения. На таких участках для оценки величины годовой эффективной дозы должны быть определены удельные активности техногенных радионуклидов в почве и по согласованию с органами Госсанэпиднадзора решен вопрос о необходимости дополнительных исследований или дезактивационных мероприятий. Масштабы и характер защитных мероприятий определяются с учетом интенсивности радиационного воздействия загрязнений на население.

В качестве мер, предотвращающих радиоактивное загрязнение окружающей среды, необходимо выделить мероприятия по оптимизации отдельных элементов технологии поисков, разведки и добычи нефти и газа. При этом для осуществления контроля за загрязнениями окружающей природной среды, вызванными при-

сутствием радионуклидов естественного происхождения, требуется иметь хорошо разработанную программу действий, включающую: проведение исследований по выявлению особенностей действия радиации; взятие образцов отложений на стенках труб, проб нефти, бурового раствора и воды; определение величины радиации в различных узлах оборудования, в скважинах на различной глубине и т. д. Необходимо также разработка планов проведения работ, обеспечивающих безопасность работы персонала и предусматривающих мероприятия по предотвращению попадания естественных радионуклидов в окружающую природную среду. Планы должны предусматривать периодическое проведение контроля, информирование персонала о радиационной обстановке в местах добычи нефти и газа, на участках скопления отходов, а также сообщать о мерах по обеспечению безопасности при обнаружении повышенной радиоактивности. Все операции по осуществлению РБ должны проводиться в соответствии с требованиями НРБ-99 и «Рекомендациями по нормализации радиационно-экологической обстановки на объектах нефтегазодобычи топливно-энергетического комплекса России» [7, 9].

Для предупреждения или снижения интенсивности солеобразования на внутренних поверхностях технологического оборудования необходимо при промывке скважин и их глушении применять воду того горизонта, который эксплуатируется, или пресную воду. Такие же условия необходимо соблюдать в процессе промывки нефтесборных коллекторов. Нефтесборные коммуникации должны проектироваться с учетом возможностей их промывки без отключения эксплуатационных скважин.

Для контроля радиоактивности на старых месторождениях рекомендуется систематический отбор проб воды по скважинам и нефтесборным коллекторам и их анализ на содержание радионуклидов. При недостаточной радиогидрохимической информации, получаемой в результате отбора проб, необходимо провести специальные работы для обеспечения контроля за состоянием транспортируемой жидкости на всем пути ее следования.

Обязательным элементом ведения поисково-разведочных и эксплуатационных работ на нефть и газ должно стать изучение естественной радиоактивности, глубинной и наземной, как в подразделениях нефтегеологического рай-

онирования, так и непосредственно на перспективных и разрабатываемых объектах.

В качестве дальнейших исследований рекомендуется также проведение системных в достаточно длительное время наблюдений на одном из разрабатываемых месторождений (локальный радиационно-экологический мониторинг). Объектом исследований может стать, к примеру, Росташинское нефтяное месторождение с широко проявленной в его пределах глубинной естественной аномальной радиоактивностью.

Восточная часть Оренбургской области отличается гетерогенностью площадей аномальной радиоактивности по многим параметрам [10].

Радиогидрохимические, радоновые, породные аномалии, пространственная либо парагенетическая связь скоплений радионуклидов с минеральными месторождениями обуславливают собственные подходы как к изучению радиоэкологии, так и к учету, отслеживанию, нейтрализации радиационной опасности. Различные варианты взаимоотношения аномальной радиоактивности с месторождениями полезных ископаемых, рассмотренные в работе [10], значительные размеры полей развития разнородных скоплений радионуклидов при гетерогенности породных комплексов и геологических структур обосновывают необходимость вести постоянный радиационный контроль, проверять радиационное состояние естественных источников, водопунктов, следить за содержанием радона. В условиях присутствия в регионе участков с глубинной радиоактивностью при вскрытии выработками, скважинами разного назначения не исключается поступление радона, гелия с загрязнением среды.

Наличие парагенетической связи рудной минерализации – золоторудной, медноколчеданной, медно-порфировой, молибденовой со скоплениями радионуклидов подтверждает необходимость при эксплуатации объектов систематического контроля радиоактивности с промерами в горных выработках, с отбором проб воздуха, воды. Обязательным представляется и изучение радиационной обстановки на месторождениях топливно-энергетического, минерально-строительного и агропромышленного сырья. Облицовочные, строительные камни, в первую очередь гранитоиды, песчано-глинистые, гравийно-галечные, угольные месторождения, проявления должны быть охарактеризованы радиометрически, с последующими ревизионными гамма-съемками и промерами.

Наличие в регионе аномально радиоактивных вмещающих пород, высокордиоактивных гранитов, сланцев, углистых глин, продуктов выветривания, радиоактивных кор выветривания, скоплений радиоактивных редкоземельных элементов, повышенной радиоактивности вод, воздуха в рамках выделенных радиационно-опасных разноранговых площадей рекомендовано к учету при развитии промышленных, сельскохозяйственных, городских инфраструктур. При этом должны учитываться не только прямые, но и косвенные факторы неблагоприятного радиоактивного воздействия на окружающую среду.

Созданная информационная база по радиоактивности показала неравномерность и неравноценность изученности радиационной обстановки территории восточного Оренбуржья в целом, а также отдельных ее районов, областей, участков. В связи с этим наметилась необходимость возобновить цикл работ по непосредственному изучению радиоактивности на современном техническом уровне с реализацией серии мероприятий, указанных для нефтегазоносных районов Оренбуржья. Прежде всего с целью дифференциации и уточнения особенностей радиоактивности и радиационной обстановки радиационно-опасных районов целесообразно выполнить:

- проведение ревизионной аэрогаммаспектрометрической съемки;
- пешеходной гамма-съемки на площадях с хорошей обнаженностью, либо с наносами малой мощности;
- системно проводить гамма-картаж и ревизию его ранних результатов с перерасчетами;
- радиометрическое обследование горных выработок, отвалов, отработанных объектов на месторождениях рудного и нерудного сырья;
- первичную и ревизионную эманационную съемку поверхности (с бурением шпуров) и взятие проб на радон в горных выработках;
- сделать обязательным выборочное или системное (в зависимости от степени опасности объекта и его изученности) комплексное определение радионуклидов в породах, водах при проведении геолого-съемочных, поисково-разведочных, гидрогеологических и иных работ.

При проведении эксплуатационных работ на месторождениях с установленным аномальным радиоактивным излучением (Гайское, Барсучий лог, Весенне-Аралчинское и др.) проводить систематический радиационный контроль с оценкой

доз радиоактивного излучения работающих в соответствии с санитарными нормами.

Присутствие естественных радиоактивных элементов в горных породах, рудах, в воде, почвенном воздухе, донных осадках является постоянно действующим источником ионизирующего излучения, оказывающим негативное влияние на здоровье человека. Выполняемые нами работы по изучению радиационно-экологических условий на территории Оренбургской области показали: осложнение радиационной обстановки за счет естественных радионуклидов – постоянно действующий фактор создания и существования природных и природно-техногенных очагов радиоактивного загрязнения.

Однако не все вопросы освещены достаточно полно имеющимся фактическим материалом, что делает необходимым проводить даль-

нейшие работы с углублением представлений и получением дополнительных сведений по причинам, способам создания опасной радиационной обстановки и ее характеристике в рамках выделенных площадей – потенциальноопасных, опасных I и II категории. Такие работы целесообразно вести как в нефтегазоносных районах, так и в осваиваемых промышленностью районах восточного Оренбуржья, разработав концепцию и программу системы радиационно-геоэкологического мониторинга (регионального, локального, зонального) в едином геоинформационном пространстве, создав сети наблюдения и организовав информационный аналитический центр по сбору данных, их обработке, анализу и прогнозу радиационных ситуаций с целью принятия наиболее оптимальных решений.

Список использованной литературы:

1. Белосенко Н.А., Соловьянов А.А. и др. Состояние и контроль радиационно-экологической безопасности в ТЭК России // Безопасность труда в промышленности, 1997. №3. С. 16-20.
2. Дубинчин П.П. и др. Техногенные радиоактивные загрязнения территорий нефтепромыслов и методика их оперативного обследования (на примере Прикаспийского нефтяного региона) // Геология Казахстана. Алматы, 1998. №2. С. 103-106.
3. Никифоров Ю.А. Радиоактивное загрязнение окружающей среды при нефтедобыче на примере Ставропольских месторождений // Российский геофизический журнал, 1994. №3-4. С. 81-84.
4. Обращение с радиоактивными отходами на нефтегазовых промыслах России (методические указания). М.: Минтопэнерго РФ, 1995. 22 с.
5. Основные задачи радиогеоэкологии в связи с захоронением радиоактивных отходов / Авт.: Лаверов Н.П., Канцель А.В. и др. // Атом. энерг., 1991. – Т. 71.
6. Радиационный контроль и пробоотбор на нефтегазовых промыслах и тепловых электростанциях России (методические указания). М.: Минтопэнерго РФ, 1995. 22 с.
7. Рекомендации по нормализации радиационно-экологической обстановки на объектах нефтегазодобычи топливно-энергетического комплекса России. М.: Минтопэнерго РФ, 1994. 41 с.
8. Самарина В.С., Гаев А.Я. и др. Техногенная метаморфизация химического состава природных вод (на примере эколого-гидрогеохимического картирования бассейна р. Урал, Оренбургская область). Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1999. 444 с.
9. СП 2.6.1. 758-99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. 115 с.
10. Тараборин Д.Г. Аномальная радиоактивность месторождений твердых полезных ископаемых Южного Урала (Оренбургская область) как фактор осложнения радиационной обстановки в регионе // Отечественная геология, 2004. №5. С. 29-34.
11. Тараборин Д.Г., Гацков В.Г., Демина Т.Я. Проблемы радиологии нефтегазодобывающих регионов // Экология: образование, наука, промышленность и здоровье. Материалы II-й Международной научно-практич. конф. Белгород: Белгородский государственный технический университет, Вестник БГТУ 8', часть 2. 2004. С. 97-103.
12. Типовое положение о службе радиационной безопасности предприятий топливно-энергетического комплекса Российской Федерации. М.: Минтопэнерго РФ, 1995. 13 с.
13. Clarker R. Setting new protection standards for radiation / Nuclear engineering international. – 1990. – Vol. 90, N 6.