

По заключениям Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН и ОАО «Российский институт титана и магния» за счет использования инновационных технологий подтверждена возможность использования сырья Ярегского месторождения для производства металлического титана и другой продукции с высокой добавленной стоимостью.

Третий фактор — проект создания высокотехнологичного производства на базе ресурсов Ярегского месторождения в полной мере соответствует критериям Программы модернизации экономики России, в частности одного из ее ключевых направлений — «Инновационные материалы и глубокая переработка сырья».

Потенциальная значимость месторождения обусловлена не только его огромными запасами, но и уникальным минералогическим составом сырья, способным обеспечить производство целого ряда высокотехнологичных продуктов, востребованных рынком, позволяющих будущему предприятию занять лидирующие позиции в своем сегменте (рисунок).

Перспективы развития титанового потенциала месторождения связаны с реализацией крупного инновационного проекта строительства современного высокотехнологичного предприятия, обеспечивающего максимальное использование природных ресурсов Яреги. Реализация такого проекта будет иметь важное социально-экономическое значение в развитии Республики Коми, который окажет наиболее значительное влияние на темпы экономического роста, повышение степени диверсификации экономики республики и усиление ее интеграции в экономику Российской Федерации. В рамках реализации проекта в регионе будут созданы более 2000 новых, высокотехнологичных рабочих мест.

Природный потенциал Ярегского месторождения и реализация проекта строительства современного, высокотехнологичного производства титанового кон-

центра, диоксида титана и тонкодисперсного диоксида кремния в полной мере способствуют решению государственных задач в области импортозамещения, комплексного освоения природных ресурсов и глубокой переработки сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гос.НИИПИ редкоземельной промышленности «РЕДМЕТПРО-ЕКТ», Академия Наук СССР институт металлургии им. А.А. Байкова, Гос.НИИПИ лакокрасочной промышленности. — Челябинский филиал. — Отчет о проведении опытных и научно-исследовательских работ по получению пигментной двуокиси титана хлорным методом на Ярегской опытно-промышленной установке. — Ухта, 1973.
2. Ильичев, В.А. Разработка технологии хлорирования ярегских концентратов в кипящем слое (опытно-промышленное испытание) / В.А. Ильичев. — Ленинград: ВАМИ, 1964.
3. Ильичев, В.А. Оработка технологии и усовершенствование аппаратурного оформления процесса хлорирования ярегских концентратов и титановых шлаков в кипящем слое на опытно-промышленной установке / В.А. Ильичев и др. — ВАМИ, Березниковский титаномагниевого комбинат, 1966–1967.
4. Левин, Г.П. Отчет по подсчету запасов титана Ярегского месторождения (Коми АССР) на 1.01.1975 года / Г.П. Левин, В.Н. Мишаков, И.А. Ку克林. — Ухта, 1975.
5. Мачкасов, Е.И. Исследования процесса хлорирования гранулированных ярегских концентратов в «кипящем слое» / Е.И. Мачкасов и др. — АН Каз. ССР, 1964.
6. Молчанов, П.И. Разработка технологии хлорирования ярегского концентрата в кипящем слое на БТМК / П.И. Молчанов — Ленинград: ВАМИ, 1965.
7. Протокол заседания Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых «...об утверждении подсчета запасов титана Ярегского месторождения от 17.09.1976 г». — Москва, 1976.
8. Печорский Государственный научно-исследовательский и проектный институт (ПечорНИПИнефть). Отчет о научно-исследовательской работе «Технологическая схема разработки третьего шахтного поля Ярегского месторождения на нефть и титан». — Ухта, 1984.
9. Чуприк, В.Ф. Получение пигментной двуокиси титана из Ярегского рутилового концентрата серноокислотным методом / В.Ф. Чуприк, В.Н. Кузмин. — Ленинград: ГИМП, 1970.

© Леонтьев Л.И., 2021

Леонтьев Леопольд Игоревич // leo@presidium.ras.ru

ОХРАНА НЕДР И ЭКОЛОГИЯ

УДК 550.4.02

Криночкина О.К. (НИУ МГСУ), Криночкин Л.А. (ФГБУ «ИМГРЭ»), Стулов В.Г. (ООО «Лабвэа»)

ХИМИЧЕСКОЕ И РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СРЕД ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ

Статья посвящена оценке химического и радиоактивно-го загрязнения природных сред при добыче углеводородов (УВ). При этом основной акцент сделан на загрязнение подземных и поверхностных вод, донных отложений и почв. В данной статье рассматриваются малоизвест-

ные факты прямого и косвенного воздействия добычи УВ с отдаленными последствиями для природной среды. Радиоактивное загрязнение прослежено в почвах, подземных и поверхностных водах, а по Республике Башкортостан также и в питьевых водах. Установлено, что в зонах воздействия нефтедобычи к аспектам химического загрязнения относятся: ухудшение качества подземных вод в результате попадания попутных вод и нефтепродуктов в водоносные горизонты при нарушении технологии бурения нефтяных и газовых скважин (НГС), засоление почв в результате частых порывов при эксплуатации технологического оборудования. К аспектам радиационного загрязнения природных сред при нефтедобыче относятся: поступление радионуклидов с попутными водами,

а иногда и с тяжелыми фракциями УГ (смолы, асфальтены и пр.); последствия подземных ядерных взрывов на нефтяных месторождениях, в результате которых территория в зоне их воздействия имеет повышенный радиоактивный фон. **Ключевые слова:** химическое и радиоактивное загрязнение, нефтедобыча, попутные воды, радионуклиды, последствия подземных взрывов, радий, отложения питьевых вод.

Krinochkina O.K. (NIU MGSU), Krinochkin L.A. (IMGRE), Stulov V.G. (Labware LLC)

CHEMICAL AND RADIOACTIVE CONTAMINATION OF NATURAL ENVIRONMENTS DURING OIL PRODUCTION

*The article is devoted to the assessment of chemical and radioactive contamination of natural environments during the production of hydrocarbons (HC). At the same time, the main emphasis is placed on the pollution of ground and surface water, bottom sediments and soils. This article examines little-known facts of direct and indirect impact of hydrocarbon production with long-term consequences for the natural environment. Radioactive contamination was traced in soils, ground and surface waters, and in the Republic of Bashkortostan also in drinking waters. It has been established that in the areas affected by oil production, the aspects of chemical pollution include: deterioration of the quality of groundwater as a result of the ingress of associated water and oil products into aquifers in violation of the technology of drilling oil and gas wells, soil salinization as a result of frequent gusts during the operation of technological equipment. Aspects of radiation pollution of natural environments during oil production include the intake of radionuclides with associated waters, and sometimes with heavy HC fractions (resins, asphaltenes, etc.); the consequences of underground nuclear explosions at oil fields, as a result of which the territory in the zone of their influence has an increased radioactive background. **Keywords:** chemical and radioactive pollution, oil production, associated waters, radionuclides, consequences of underground explosions, radium, deposits of drinking water.*

Введение

С разведкой и добычей углеводородов связано такое негативное воздействие на природные среды (ПС), как химическое и радиоактивное загрязнения. В этой статье в составе химического загрязнения будет рассмотрено только загрязнение тяжелыми металлами.

Вопросами воздействия нефтедобычи на окружающую среду (ОС) занимались и занимаются многие исследователи как отечественные, так и зарубежные. Среди них А.Р. Кинзикеев, В.С. Горелов, А.К. Мазитова, Г.К. Аминова, А.В. Шамраев и Т.С. Шорина, Р.Р. Сулейманов и Ф.И. Назырова и др. Эта группа ученых занималась в основном химическим загрязнением компонентов ПС; Р.Ф. Абдрахманов, Р.М. Ахметов, Д.Г. Тараборин, Н.С. Минигазинов, С.А. Арбузов, Л.П. Рихванов, Л.Н. Белан, В.Н. Никонов изучали радиоактивное воздействие нефтедобычи. В их работах дается анализ основных закономерностей радиоактивного заражения нефтепромыслов Башкортостана и

Татарстана (Ахметов, Абдрахманов, 2005; Минигазинов, 2000). В работах С.А. Захарчука охарактеризована радиационная обстановка в нефтедобывающих районах Азербайджана и Ставрополя (Захарчук, 1998). В работе Д.Г. Тараборина (Тараборин, 2003) на обширном материале показано, что проведение эксплуатационных работ на нефть и газ в Оренбургской области также сопровождается появлением радиоактивных загрязнений на нефтепромыслах с образованием на поверхности аномальных полей радиоактивности.

Собственно повышенная радиоактивность УВ и глубоко залегающих пластовых вод была известна очень давно. О ней писали в своих трудах В.И. Вернадский (1954), А.И. Перельман (1962, 1965), В.В. Иванов (1997) и другие, а также некоторые зарубежные ученые [11]. Еще в 1926 г. А.А. Черепенниковым была установлена чрезвычайно высокая радиоактивность пластовых вод Ухтинского месторождения. В 1927 г. Л.Н. Богоявленским было показано, что радиоактивность обусловлена необычайно высоким содержанием Ra-226, а именно — $7,6 \times 10^{-9}$ г/литр (в среднем), что соответствует удельной активности 281 Бк/кг [3].

Материалы и методы исследования

Для анализа влияния нефтедобычи (НД) на природные среды использовались собственные полевые и лабораторные исследования авторов, проведенные в рамках составления геохимических основ ГХО м-ба 1 : 1 000 000 по Республике Башкортостан (РБ) и в Ухто-Ижемском нефтегазоносном районе (Республика Коми), а также литературные источники, информационные ресурсы, фондовые материалы.

Методами лабораторных исследований были: для проб почв и донных отложений — масс-спектрометрический метод с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS), для подземных и поверхностных вод — атомно-эмиссионная спектрометрия (ICP-AMS).

Исследование содержания урана в питьевых водах было проведено методом ИНАА (инструментальный нейтронный активационный анализ). Пробы отбирались группой башкирских ученых на территории Республики Башкортостан, анализировались в ядерно-геохимической лаборатории Томского политехнического университета (ТПУ).

Обработка данных полевых и лабораторных исследований проводилась с использованием программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel. Обработка картографического материала проводилась с помощью программного пакета Argis-10.2.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что в пределах западной части Республики в зоне воздействия НД практически все источники засолены (Кинзикеев, 2001). Это связано с нарушением технологии при бурении НГС. При их проходке необходимо было проводить строгую изоляцию всех водоносных горизонтов. По образовавшимся каналам затрубного пространства скважин поднимались пластовые воды с минерализацией в среднем 20–40 г/л и более, что и явилось причиной засоления почв в зоне нефтедобычи (НД).

Другой причиной осолонения природных вод и почв являлись частые порывы водоводов, возвращающих пластовые воды в нагнетательные скважины. По данным В.С. Горелова ежегодно по Республике Башкортостан (РБ) происходило до 10 тыс. порывов в целом (Горелов, 2006). Сейчас попутные воды в основном используются для поддержания пластового давления и повышения нефтеотдачи пласта при добыче нефти. Этим одновременно решается и проблема их утилизации. В отдельных случаях для повышения нефтеотдачи пласта используют и более прогрессивную технологию закачивания попутного нефтяного газа. Это, одновременно, буквально спасает огромные территории, ведь при его сжигании площадь нефтедобывающих комплексов и зона их воздействия испытывали непомерную техногенную нагрузку.

По данным авторов в результате геохимического опробования по листу N-40 (Уфа) в ходе составления геохимических основ (ГХО) м-ба 1:1 000 000 выявлено большое количество аномалий урана, ртути, цинка, кадмия, молибдена, никеля и других тяжелых металлов (ТМ) в почвах, донных отложениях непосредственно в контурах нефтегазоносных площадей Башкортостана.

В рамках составления ГХО м-ба 1:1 000 000 в Ухто-Ижемском нефтегазоносном районе были выявлены зоны с очень высоким уровнем загрязнения почв и донных отложений тяжелыми металлами, в том числе ураном. На рис. 1 выделяются их линейные и площадные аномальные поля. Для линейных аномалий характерна приуроченность к надвиговым зонам. Площадное аномальное геохимическое поле приурочено к территории локализации нефтегазовых месторождений. Здесь разрабатывается крупное Ярегское месторождение нефти (малые месторождения выработаны). Ярегское месторождение включает в себя несколько залежей. Размер единого контура нефтеносности 37×6 км. Нефть нефтено-ароматическая относится к классу сернистых (до 1,4 %), малопарафинистых (0,41 %), смолистых (20 %), т.е. тяжелая.

Для Ухто-Ижемского нефтегазоносного района характерны аномалии V, Ni, Co, Cu, U, Mn, Zn, элементов активно концентрирующихся в почвах нефтегазоносных провинций. Полная ассоциация элементов загрязнителей почв района имеет следующий вид — $Cd_{1,7,1}^{355}$, $Zn_{8,7}^{323}$, $Sr_{8,6}^{239}$, $Ni_{8,5}^{270}$, $V_{6,0}^{316}$, $U_{4,0}^{247}$, $Cu_{3,1}^{217}$, $Th_{2,9}^{186}$, $Be_{2,1}^{126}$, $Co_{2,1}^{114}$, $Mn_{2,1}^{120}$, $Ag_{2,0}^{105}$ (подстрочный индекс — коэффициент накопления (Кс), надстрочный индекс — коэффициент вариации — (V)).

Ассоциацию образуют элементы, которые объединяет способность концентрироваться в нефти и, особенно, в ее тяжелых фракциях. Для этих элементов характерен высокий уровень накопления и очень высокая дифференциация содержаний в почвах и донных отложениях, что указывает на их связь с мощным концентрированным источником, которым могут быть как сами залежи углеводородов, так и попутные воды, а также объекты переработки УВ.

Не исключено, что с обогащением нефти вышеуказанными элементами связано их накопление в подземных водах. Об этих уникальных геохимических условиях Ухтинского нефтегазоносного района писал В.И. Вернадский еще в 1932 г. [4].

Минерализованные воды верхнепротерозойского метаморфического комплекса имеют повышенную радиоактивность и концентрацию солей радия ($3 \times 10^{-10} - 7,6 \times 10^{-8}$ мг/л). Они используются для добычи радиоактивных элементов и в лечебных целях. Воды слабощелочные. Содержание в них J до 25 мг/л (в среднем 10 мг/л), Br до 230 мг/л (в среднем 100 — 130 мг/л).

Аналогичные подземные воды локализуются в среднедевонском водоносном комплексе и содержат

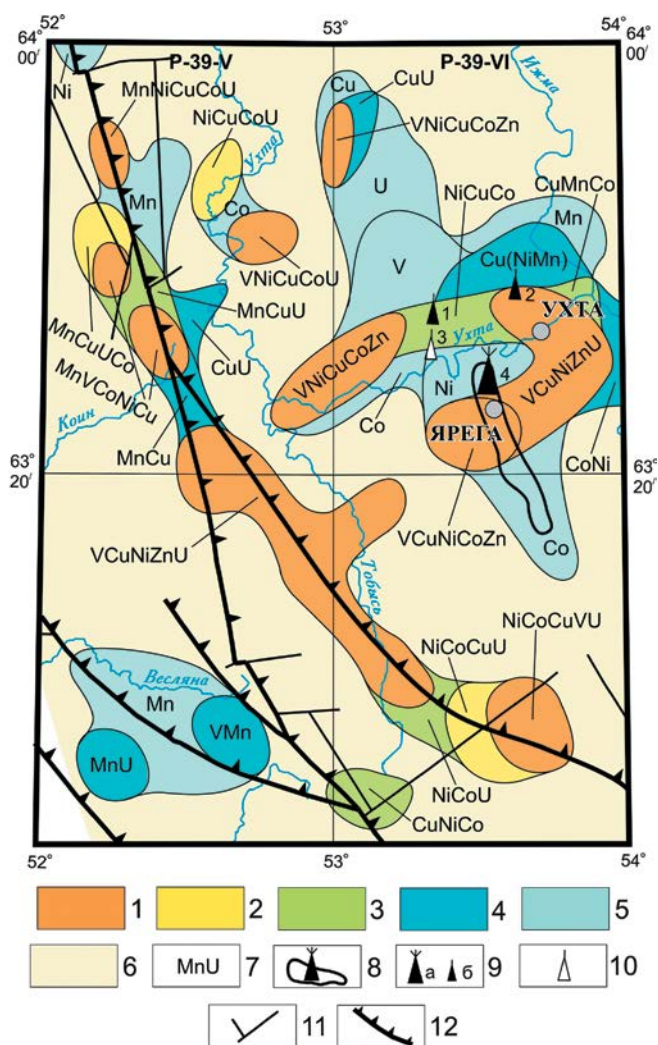


Рис. 1. Карта аномальных геохимических полей Cu, Ni, V, Co, Zn, U, Mn в почвах Ухто-Ижемского нефтегазоносного района: 1–6. Комплексность геохимических аномалий: 1 — пять и более элементов, 2 — четыре элемента, 3 — три элемента, 5 — один-два элемента; 6 — фоновые площади; 7 — состав геохимических ассоциаций; 8 — крупное нефтяное Ярегское (4) месторождение и контур залежи; 9 — нефтяные месторождения: а) крупное, б) малые — нефтяные Нижнечутинское (1) и Чибьюсское (2); 10 — малое газоконденсатное месторождение Водный промысел (3); 11 — разрывные нарушения; 12 — крупные шарьяжно-надвиговые зоны

Относительные уровни эмиссии некоторых радионуклидов, пересчитанные на поток ионизирующей энергии (Дж/с)

Радионуклиды	Ядерная энергетика, включая добычу руд	Сжигание угля	Добыча нефти и природного газа	Глобальная природная эмиссия
Rn	53000	3000	75000	120 000 000
Ra	0,22	10	20	1100

(мг/л): Вг — 30–230, Сl — 8–25, Ва — 10–60, J — 8–20, Ra — $1-9 \times 10^{-10}$ (Государственная геологическая карта РФ — новая серия, м-б 1:1 000 000, лист Р-38, 39, Сыктывкар. Объяснительная записка ВСЕГЕИ, 1999 г.). Вовлечение подземных вод, обогащенных редкими и радиоактивными элементами в технологический процесс нефтедобычи, по-видимому, и ведет к радиоактивному и химическому загрязнению территорий НД. Кроме того, тяжелая нефть также обычно имеет повышенный уровень радиоактивности.

Проблему радиоактивного загрязнения ПС при добыче УВ следует разбить на 2 составляющие: одна связана с естественной повышенной радиоактивностью некоторых УВ и попутных вод, а другая — с последствиями ядерных взрывов на нефтяных месторождениях. Последние проводились во второй половине прошлого столетия в нефтегазоносных районах СССР и США. Целью их было повышение нефтеотдачи пластов и создание хранилищ для утилизации токсичных промышленных отходов. Тогда считалось, что подобные взрывы безопасны для окружающей среды и только в 1990-е годы появились данные об осложнениях радиационной обстановки в районах их воздействия.

Остановимся на первой части этой проблемы. Как показано выше, при нефтедобыче в технологический круговорот вовлекаются, т.н. попутные или пластовые воды, которые усиливают природные процессы восходящей миграции радионуклидов и ТМ. По некоторым данным при добыче нефти и природного газа эмиссия радия и радона превосходит таковую при сжигании угля и в ядерной энергетике. В таблице сопоставляются уровни эмиссии этих производных распада урана [9].

Миграция и депонирование урана, радия и других щелочноземельных металлов во многом определяются их химическими свойствами. Депонированию радия, например, способствуют сульфатные барьеры в зоне окисления [4]. Поднимающиеся снизу сероводородные радийсодержащие воды в зоне окисления становятся сульфатными, выщелачивают и переотлагают рассеянные металлы из вмещающих толщ. В результате радий осаждается совместно с $BaSO_4$, а иногда и с $CaSO_4$, где он становится практически нерастворимым постоянным источником эмиссий радона.

Для накопления урана нужны восстановительные геохимические барьеры. На них чрезвычайно подвижный в водных растворах U^{6+} переходит в U^{4+} . При бурении происходит, по-видимому, следующее: градиенты значений Eh в зонах влияния углеводородных контак-

тов создают контрастные геохимические барьеры, на которых растворенный уран в шестивалентной форме восстанавливается до малоподвижного четырехвалентного состояния и [1] сорбируется на буровом оборудовании в различных шламонакопителях, нефтешламных амбарах. Там же накапливаются соли тория, радиоактивные изотопы калия, стронция, которые обуславливают дозы гамма-излучения до нескольких тысяч мкР/час.

С 1980-х годов на Ромашкинском (Татарстан) и Шкаповском (Башкортостан) месторождениях УВ были известны факты отложения солей радиоактивных металлов на технологическом оборудовании. В пределах горных отводов этих месторождений мощность дозы гамма-излучения в местах очистки технологического оборудования по данным В.Н. Никонова [8] достигала 3000 мкР/час. Н.С. Минигазимовым отмечалось, что радиоактивное загрязнение фиксировалось также в зонах многочисленных порывов нефтепроводов и водоводов [7].

Еще А.И. Перельманом (1962, 1965) отмечалось, что повышенная радиоактивность свойственна наиболее тяжелым фракциям углеводородов. Предполагается, что носителями радиоактивности нефти являются металлорганические комплексы, высшие ароматические углеводороды и сернистые соединения (рис. 2).

Как следует из вышеприведенного графика [6] тренд радиоактивности нефти когерентен тренду сернистых соединений в ее составе, а также сумме смол и асфальтенов.

Вторую часть проблемы радиоактивного загрязнения при нефтедобыче, а именно последствия подземных ядерных взрывов на нефтяных месторождениях рассмотрим на примере Республики Башкортостан. На территории РБ с 1965 по 1984 гг., по данным [10],

Вторую часть проблемы радиоактивного загрязнения при нефтедобыче, а именно последствия подземных ядерных взрывов на нефтяных месторождениях рассмотрим на примере Республики Башкортостан. На территории РБ с 1965 по 1984 гг., по данным [10],

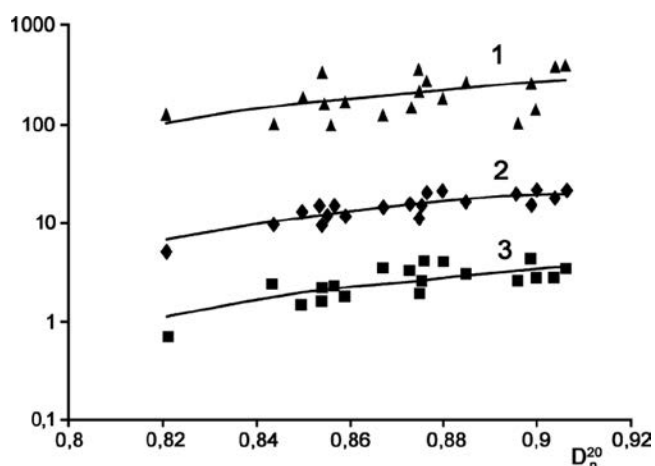


Рис. 2. Корреляция плотности нефти с ее различными характеристиками: 1 — радиоактивность нефти (имп/мин), 2 — сумма смол и асфальтенов (%), 3 — содержание серы (%)

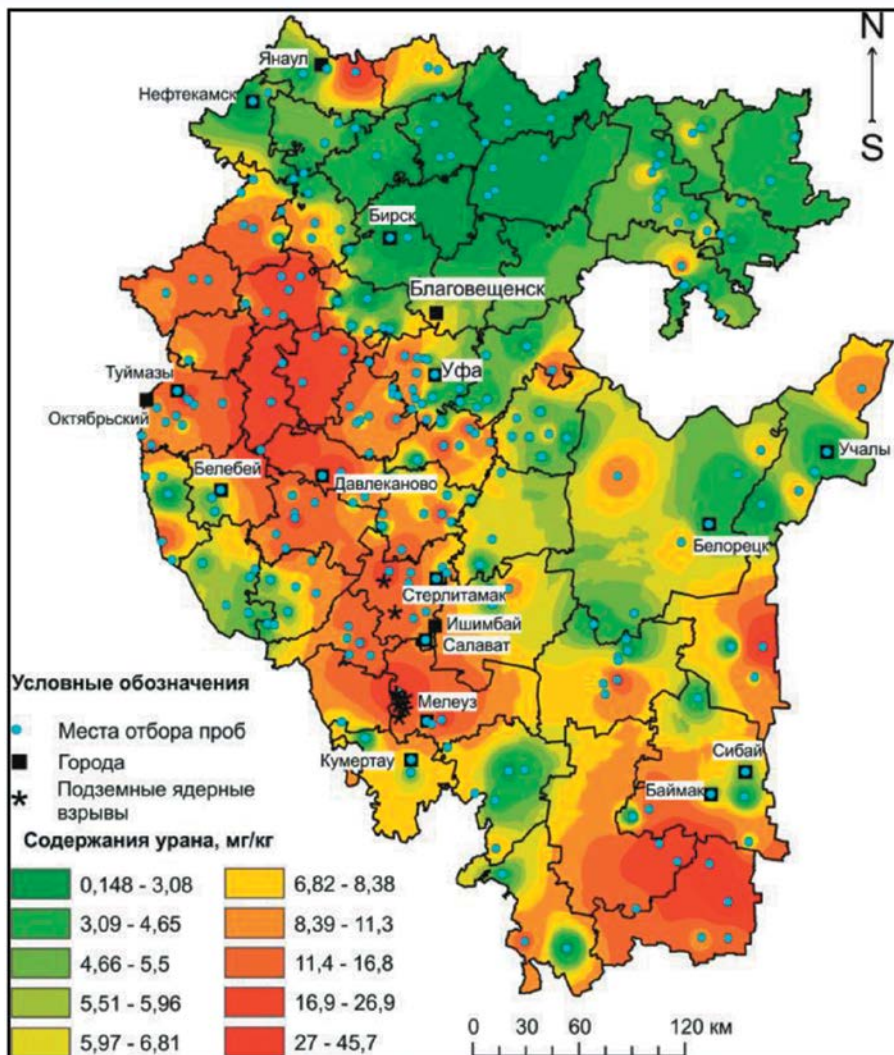


Рис. 3. Содержание урана в солевых отложениях питьевых вод

было произведено два взрыва в районе г. Стерлитамак с целью создания подземных емкостей для захоронения промышленных отходов, а также 5 взрывов западнее г. Мелеуз для интенсификации добычи нефти и газа. В 2004 г. максимальная мощность радиационного фона в районе их воздействия достигала 250 мкР/ч [5]. На рис. 3 представлена карта пространственного распределения урана в солевых отложениях питьевых вод на территории РБ [10]. Анализируя данный картографический материал, видим, что наиболее контрастные аномалии урана приурочены к местам подземных взрывов, максимум которых приходится на Мелеузский район РБ. Аномалии почти такие же по интенсивности (27,0 — 45,7 мг/кг) приходятся на территории нефтедобычи, где она длится уже более 60 лет — Белебейский, Туймазинский и отчасти, Давлекановский районы. Меньшие по площади, но с такой же интенсивностью отмечаются аномалии в центрах горнодобывающих районов — Учалы, Бурибай, Баймак.

Следует отметить, что территория РБ имеет участки, где уровень радиационного фона по данным гамма-съемки приближается к предельно допустимым

значениям, а иногда и превышает его [8]. Это связано с природными проявлениями урановой и ториевой минерализации. Этим явлением и обусловлена группа аномалий в Белорецком и Бурзянском районе. Интенсивность проявления этих аномалий хотя и меньше (6,8–11,3 мг/кг), но площадь их более обширна.

Следует отметить, что превышения содержания урана в солевых накоплениях питьевых вод в населенных пунктах Мелеуз, Салават, Стерлитамак согласуется с данными о повышенном содержании данного элемента в почвах этих районов (Асылбаев, 2016). Однако однозначное доказательство факта воздействия подземных ядерных взрывов на повышенные содержания урана в питьевых водах требует дальнейшего изучения.

Выводы

Итак, мы рассмотрели некоторые аспекты химического и радиационного воздействия нефтедобычи на природные среды. К аспектам химического загрязнения относятся:

- ухудшение качества подземных вод, в частности их засоление при попадании попутных вод в водоносные горизонты в результате нарушения технологии бурения нефтяных и газовых скважин;

- ухудшение качества подземных и поверхностных вод, а также засоление почв в результате частых порывов при эксплуатации технологического оборудования при нефтедобыче.

К аспектам радиационного загрязнения относятся:

- усиление природных процессов восходящей миграции радионуклидов попутными водами при бурении нефтяных и газовых скважин;

- тяжелые фракции УВ и производственные отходы, при их добыче часто имеющие повышенный радиоактивный фон, что ведет к радиоактивному загрязнению территории нефтедобычи;

- последствия подземных ядерных взрывов на нефтяных месторождениях, в результате которых территория в зоне их воздействия имеет местами превышение норм радиационной безопасности. На этих же территориях отмечаются интенсивные аномалии урана в отложениях питьевых вод и по данным почвенной съемки — в почвах.

Учитывая выше приведенные факты, территории нефтедобычи следует относить к площадям потенциального радиоактивного и химического загрязнения и принимать меры для их ремедиации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арбузов, С.А. Геохимия радиоактивных элементов / С.А. Арбузов, Л.П. Рихванов. — Изд-во Томского политех. ун-та, 2010. — 299 с.
2. Ваньшин, Ю.В. Проблемы связи сульфидов с залежами углеводородов / Ю.В. Ваньшин, О.А. Лихоман // Разведка и охрана недр. — 2009. — № 12. — С. 33–37.
3. Вернадский, В.И. Избранные сочинения. Т. 1 / В.И. Вернадский. — М.: Изд-во АН СССР, 1954. — С. 629–636.
4. Вернадский, В.И. Об исследовании на радий нефтяных месторождений Союза / В.И. Вернадский, В.Г. Хлопин // Доклады АН СССР, (А). — № 3. — 1932. — С. 55–59.
5. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2004 г. — Уфа: Министерство природных ресурсов, 2004. — 306 с.
6. Зуфарова, Н.А. Органическое вещество и нефтегазосность верхнепротерозойских образований Башкирии / Н.А. Зуфарова. — М.: Наука, 1976. — 107 с.
7. Минигазимов, Н.С. Охрана и рациональное использование водных ресурсов в нефтяной промышленности: Автореф. дисс. д-ра техн. наук / Н.С. Минигазимов. — Екатеринбург, 2000. — 45 с.

8. Никонов, В.Н. Природная и техногенная радиоактивность Республики Башкортостан / В.Н. Никонов // Башкирский экологический вестник. — № 2 (31). — 2012. — С. 23–30. — ISSN: 2221–7495.
9. Очкин, А.В. Введение в радиоэкологию / А.В. Очкин, Н.С. Бабаев, Э.П. Магомедбеков. — ИздАТ, 2003. — 199 с.
10. Фархутдинов, И.М. Влияние геологических факторов на распределение урана и тория в солевых отложениях питьевых вод (Республика Башкортостан) / И.М. Фархутдинов, Б.Р. Соколов, Л.П. Рихванов, А.М. Фархутдинов, А.Н. Злобина, Р.А. Исмагилов, В.Н. Никонов, Л.Н. Белан // Изв. Томского политехнического ун-та. Инжиниринг георесурсов. — 2020. — Т. 331. — № 4. — С. 16–27. DOI 10.18799/24131830/2020/4/2590.
11. http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/58650/1/bulletin_tpu-2020-v331-i4-02.pdf (WoS)
12. M. *Herculano de Carvalho*, Comptes Rendus Acad. — Sci. Paris. — 191, № 2. — 95, 1930.

© Криночкина О.К., Криночкин Л.А., Стулов В.Г., 2021

Криночкина Ольга Константиновна // KrinochkinaOK@mgsu.ru
Криночкин Лев Алексеевич // lkrinochkin@mail.ru
Стулов Владислав Геннадьевич // vladstulov@yandex.ru.ru

ИСТОРИОГРАФИЯ

УДК 539.16 (091)

Печенкин И.Г. (ФГБУ «ВИМС»)

ОБ ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ РАДИОАКТИВНОСТИ

*Считалось, что Нобелевская премия 1903 г. по физике была заслуженно присуждена Анри Беккерелю, «случайно» открывшему ранее неизвестные лучи, и супругам Кюри, которые самоотверженно прокладывали путь будущим поколениям исследователей, открывающих секреты радиоактивности. Более чем за 40 лет до этого, изучая различные вещества для получения стабильной фотозмульсии, Ньепс де Сен-Виктор установил, что действие солей урана на фотопластинку вызвано невидимым излучением материи, а не связано с их флуоресценцией. Он более правильно описал этот процесс еще в 1857–1867 гг. В настоящее время многие отдают приоритет открытию радиоактивности Ньепсу де Сен-Виктору. **Ключевые слова:** радиоактивность, Беккерель, Ньепс де Сен-Виктор, Кюри, Браунер.*

Pechenkin I.G. (VIMS)

ABOUT THE HISTORY DISCOVERING OF RADIOACTIVITY

It believed that the 1903 Nobel Prize in physics was deservedly award to Henri Becquerel, who «accidentally» discovered previously unknown rays and to the Curies, who selflessly paved the way systematically for future generations of researchers of the secrets of radioactivity. Almost 40 years earlier, Niepce de Saint-Victor described a more correct understanding of the

*process, ahead of time. Studying various substances to obtain a stable photographic emulsion, he immediately decided that the effect of uranium salts on a photographic plate caused by invisible radiation of matter, not associated with their fluorescence. Nowadays, many give priority in the discovery of radioactivity to Niepce de Saint-Victor. **Keywords:** radioactivity, Becquerel, Niepce de Saint-Victor, Curie, Brauner.*

В 1789 г. немецкий химик Мартин-Генрих Клапрот (*Martin Heinrich Klaproth*) (1743–1817) при исследовании смоляной обманки (*pechblende*), характерной для руд месторождений Богемии (Чехия), открыл, как он считал, новый элемент — уран, ошибочно приняв за чистый металл его диоксид. В металлическом состоянии уран был получен в 1841 г. французским химиком Эженом Мелькьором Пелиго (*Eugène-Melchior Péligo*) (1811–1890). Его изучение хотя и велось, но мало что прибавляло к данным исследований Клапрота. Атомный вес урана принимали равным 116 до тех пор, пока Д.И. Менделеев не пришел к выводу, что его надо удвоить и разместить на соответствующем месте в таблице. После 1896 г. уран вызвал значительный интерес химиков и физиков в связи с началом изучения явления радиоактивности.

В декабре 1903 г. Шведская королевская академия наук присудила Нобелевскую премию по физике, разделив ее между Анри Беккерелем (*Antoine Henri Becquerel*) (1852–1908) и супругами Кюри. А. Беккерель был особо упомянут в знак признания его выдающихся заслуг, выразившихся в открытии самопроизвольной радиоактивности. Новый вид проникающих лучей, испускаемых без внешнего облучения источника, стал известен как лучи Беккереля. Пьеру Кюри (*Pierre Curie*) (1859–1906) и Марии Склодовской-