

УДК 550.81502.3

Т.П. Яковлева

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ
НА ТЕРРИТОРИИ БАЙКИТСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ**

В статье рассмотрено существующее состояние минерально-сырьевой базы Красноярского региона. Оценено влияние поисковых работ на компоненты окружающей среды на территории Байкитской антеклизы. Выявлены закономерности между скоростью реверсии почв и почво-грунтов и типом элементарных ландшафтов, во многом предопределяющих экологическую емкость экосистемы и ее способность к самовосстановлению.

Ключевые слова: углеводороды, месторождение, геологоразведочные работы, поисковые работы, окружающая среда, бурение, поисковая скважина, ландшафт, экологический мониторинг, почвы, концентрация, химический элемент, самовосстановление.

В последние годы в России активно осуществляется добыча полезных ископаемых, в первую очередь тех их видов, которые легко могут быть экспортированы, преимущественно углеводородов – нефти, газа и конденсата. В связи с истощением запасов старых нефтедобывающих районов воспроизводство сырьевой базы в объемах, обеспечивающих уровни добычи нефти, предусмотренные Энергетической стратегией России, следует связывать с освоением нефтегазового потенциала новых районов страны. В частности, необходимый прирост запасов нефти для достижения оптимальных уровней добычи в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке оценивается в 1,8 млрд т к 2020 г. и свыше 3 млрд т – к 2030 г., что потребует существенного прироста запасов, в том числе за пределами зоны нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан. На весь период до 2030 г. главными районами прироста запасов нефти и газа будут Западно-Сибирская, Лено-Тунгусская (Якутия, Красноярск, Иркутск) и Ти-

мано-Печорская (республика Коми и Ненецкий АО) нефтегазоносные провинции.

По имеющимся оценкам, около 20% неразведанных ресурсов нефти сосредоточено в Восточной Сибири. Восточная Сибирь включает азиатскую территории России от Енисея на западе до водораздельных хребтов, идущих вдоль Тихого океана на востоке. В ее состав входят Красноярский край, Иркутская и Читинская области, республики – Хакасия, Тува, Бурятия и автономные округа – Таймырский, Эвенкийский, Усть-Ордынский, Бурятский, Агинский. Восточная Сибирь расположена между Западно-Сибирским и Дальневосточным экономическими районами, в глубине российской территории, на значительном удалении от развитых Центральных районов.

По прогнозным ресурсам нефти, природного газа и конденсата Красноярский регион (который с 01.01.2007 г. объединяет Таймыр, Эвенкию и Красноярский край) занимает второе место в России после

Тюменской области. В недрах края сосредоточены геологические ресурсы в количестве 55,8 млрд т условных углеводородов. Установленные извлекаемые ресурсы нефти превышают 5 млрд т, свободного газа – 23,6 трлн м³, растворенных нефти и газа – 637,7 млрд м³ и конденсата – 1,6 млрд т. Это половина углеводородных ресурсов восточных районов России. В территорию края входят Пур-Тазовская нефтегазоносная область (НГО) Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НПП) и западная часть Лено-Тунгусской НПП. Особенностью месторождений, выявленных в Лено-Тунгусской НГО, является высокое содержание гелия. В свободном газе Собинского месторождения среднее значение гелия составляет 0,58%, Агалеевского месторождения – 0,43%, в попутном газе Юрубчено-Тохомского и Куюмбинского месторождений – 0,17%. Сибирская платформа в целом представляет собой один из четырех мировых бассейнов гелийсодержащих газов. Два из них находятся в США (бассейны Мидконтинента и Скалистых Гор), третий – Сахаро-Ливийский бассейн в Алжире [1].

Развитие нефтегазодобывающей промышленности региона связано в ближайшей перспективе с созданием центра нефтедобычи на юге Эвенкии. Начало промышленной добычи нефти и газа в Нижнем Приангарье даст колоссальный импульс развитию экономики региона.

Процессу собственно добычи углеводородного сырья предшествует этап поисковых работ, который является совокупностью работ по открытию месторождений и оценке их для последующей разработки. В настоящее время именно этап поисковых работ активно осуществляется на большей территории Красноярского края. Геологоразведочные работы на

нефть и газ в зависимости от стоящих перед ним задач, состояния изученности нефтегазоносности недр подразделяются на региональные, поисково-оценочные и разведочные этапы. Воздействие каждого из перечисленных этапов на окружающую среду имеет свою специфику, но в целом на стадии поисковых работ основными источниками воздействия на окружающую среду являются скважины, амбары, циркуляционные системы жидкостей, тяжелая техника. Особо опасными являются аварийные выбросы пластовой жидкости, низкая герметичность оборудования, плохое цементирование, прорывы и переполнение амбаров [2]. Но даже при безаварийном осуществлении геологоразведочных работ, при соблюдении требований в части экологической безопасности, негативное их воздействие на окружающую среду исключить полностью невозможно. В той или иной степени экосистемы все равно подвергаются изменению. Таким образом, геологоразведочные работы на нефть и газ всегда несут в себе потенциальную угрозу для окружающей природной среды.

Можно было бы предположить, что влияние поисковых работ на окружающую среду является менее агрессивным, чем влияние, оказываемое на окружающую среду, при добыче углеводородного сырья. С одной стороны это так, вследствие того, что в процессе геологоразведочных работ еще не имеют места накопления углеводородов в больших резервуарах, многолетнее угнетение почв, растительности и пр. С другой же стороны, поисковые работы проводятся на больших площадях, которые существенно превышают площади открываемых впоследствии месторождений (так площадь опосредованного Шушукского участка, расположенного в пределах Эвенкии составляла 2100 км², а пло-

щадь открытого в его пределах нефтегазоконденсатного (НГК) месторождения – 450 км², площадь Боршевского НГ месторождения 420 км² из опойсковываемой площади в 1370 км²), вследствие чего и нарушению подвергаются большие территории. Помимо этого, технология проведения некоторых видов геологоразведочных работ на нефть и газ и используемые при этом химические реагенты (такие как эмульсионные растворы на углеводородной основе и пр.) по степени вредности не только не уступают негативному воздействию сырой нефти на окружающую среду (особенно на почвы и воды) но и зачастую существенно превышают ее.

К тому же не всегда в результате поисковых работ удается обнаружить залежи нефти и газа, т.е. открыть месторождение. К сожалению, в случаях геологических неудач зачастую недобросовестный пользователь недр просто бросает участок, на котором проводились геологоразведочные работы, без проведения консервационных, ликвидационных, рекультивационных и прочих работ (что для выработанных месторождений предусматривается в обязательном порядке). Вследствие вышеизложенного необходимо предусматривать обязательное соблюдение экологических требований не только в процессе добычи углеводородного сырья, но и в процессе поисков нефти и газа. Общеизвестно, что нефтепромыслы (и площади поисков на нефтеперспективных землях) занимают десятки, а иногда сотни квадратных километров, так как данный вид промышленности относится к наиболее землеемким отраслям. Существует два основных вида пространственного проявления техногенных процессов и, соответственно, возникают два блока проблем: 1) техногенез недр (с комплексом проблем загрязнения вод); 2) техногенез ландшафтов (ино-

гда с отчуждением земель). На территориях нефтепромыслов различаются два основных направления техногенеза: 1) механическое разрушение ландшафтов в связи с работой средств физического воздействия; 2) геохимическая трансформация и последующее разрушение природных систем при сбросе в них чужеродных и, как правило, химически активных веществ.

Широкий спектр характерных для поисковых работ вариантов техногенного воздействия предопределяет разнообразные изменения в ландшафтах и составляющих их компонентов. Интенсивность и формы изменения ландшафтов определяются не только тем, «что», но и «сколько» загрязняющих веществ в них вводится. Опубликованные в научной литературе материалы свидетельствуют, что каждой группе технических объектов или технических процессов соответствуют определенные сочетания первичных (собственно техногенные экологические изменения ландшафтов) и отсроченных во времени (вторичные экологические) изменений. При этом, количество и опасность вторичных процессов может значительно превосходить первичные изменения ландшафта.

Накопленные сведения показали, что своеобразие поведения загрязнителей в ландшафтах связано и с особенностями техногенных воздействий и со спецификой исходных свойств почв – «стартовых эталонов». Разнообразие «ответов», характерных для основных типов почвенных тел, обусловлено биоклиматическим и ландшафтно-геохимическими условиями среды – экзогенным потенциалом среды. Каких-то общих правил, описывающих миграцию нефти и нефтепродуктов в почвах пока не выявлено, особенно в диапазоне реального времени. При этом практически не известна ни радиальная, ни латераль-

ная структура техногенных ореолов, особенности вторичного (посттехногенного) перераспределения загрязнителей в пространстве и времени. Многочисленные эмпирические исследования показывают значительную вариабельность возможностей проницаемости нефти и нефтепродуктов. Кроме того не выявлено таких закономерностей для буровых растворов и промывочных жидкостей, которые порой представляют собой сложные многокомпонентные смеси и активно применяются при бурении параметрических, поисковых, разведочных скважин.

Так например, содержание нефтяных компонентов в «фоновых» почвах участков, на которых осуществляются геологоразведочные и впоследствии добычные работы, составляет десятые-тысячные доли грамма на 1 кг почвы. Но, если почвы, находятся вблизи технических систем, то содержание углеводородов в них увеличивается и может достигать 0,5–1,5 г/кг почвы, а в редких случаях до 2,0 г/кг даже вне морфологически видимых техногенных потоков. При этом уровни концентраций углеводородов неодинаковы для почв различных комплексов.

Необходимо отметить, что характерной особенностью района (практически всей Восточной Сибири) является сочетание молодых и древних форм рельефа, что обуславливает развитие различных процессов. Вне зависимости от представлений о ландшафтообразующей роли литогенных факторов очевидно, что геохимические особенности пород различных геологических комплексов в первую очередь будут проявляться в фоновых показателях почв и растительности и предопределяют их разнообразие и вариабельность. Как упоминалось выше, при исследованиях влияния геологоразведочных работ на почвы различных комплексов необходимо

оценивать и учитывать показатели их устойчивости к техногенному воздействию, за которыми негативные изменения в природных комплексах становятся необратимыми.

Для оценки геохимической и геодинамической устойчивости природно-территориального комплекса необходимо выполнять ландшафтное районирование (под природно-территориальным комплексом следует понимать закономерное сочетание географических компонентов или комплексов низшего ранга, находящихся в сложном взаимодействии и образующих единую неразрывную систему разных уровней), основоположником учения о котором является Б.Б. Польнов (1953). В основу ландшафтного районирования положен принцип выделения естественных природных единиц ландшафтов. Ландшафты характеризуются спецификой рельефа, состава субстрата и четвертичных образований, природных вод, почв, растительности, проявления экзогенных процессов, определяющих однородность условий миграции химического вещества.

Рассмотрим более детально степень негативного влияния буровых работ на почвы и почво-грунты, как наиболее уязвимые компоненты природной среды.

В летний период 2007 г. на территории Богучанского района Красноярского края и Эвенкийского района были проведены исследования по экологическому мониторингу четырех участков, на которых осуществлялось строительство поисковых скважин на нефть и газ. В 2006 г. на этих же участках были выполнены работы по оценке исходного («фонового») состояния окружающей среды до начала их интенсивного опоскования, которые выполнялись методом тестовых участков с применением элементов ландшафтного районирования (тестовые

участки располагались в пределах каждого элементарного ландшафта и в дальнейшем при необходимости экстраполировались).

Работы по экологическому мониторингу представляли собой регулярные наблюдения за текущим состоянием компонентов природной среды на всех участках в целом и в пределах буровых площадок, и сравнение полученных показателей с фоновыми концентрациями (полученными в 2006 г. до начала производства буровых работ). Буровые площадки находятся на достаточном расстоянии друг от друга (более 80 км), что исключает возможность оперативного переноса химических элементов между ними.

Одна из исследуемых буровых площадок расположена в бореальной ландшафтной зоне среднетаежной подзоны. Вид элементарного ландшафта определен как элювиальный (холмисто-увалистое плато с выходами коренных пород, перекрываемых маломощными щебенистыми-суглинистыми осадками; дерновыми и дерново-подзолистыми почвами). Литогенная основа исследуемой площадки участка представлена отложениями каменноугольной системы и прорвана телами долеритов.

Особое внимание было уделено исследованию почв, так как их способность к аккумуляции загрязняющих веществ очень высока. Фоновые локальные геохимические концентрации химических элементов в почвогрунтах, зафиксированные на элювиальном типе ландшафта в 2006 г., были сопоставимы с региональным уровнем, рассчитанным в 2004 г. ФГУНПП «Аэрогеология» для южной части Эвенкии. Были выявлены некоторые превышения регионального геохимического фона по таким элементам как кобальт (1,7), титан (2,13), стронций (1,6). Но это, по нашему мнению, являлось нормой для элю-

виального типа элементарного ландшафта в данном регионе. Концентрации других химических элементов в почво-грунтах находились в пределах регионального уровня. По уровню потенциальной экологической опасности ($ПЭО < 6$) почво-грунты были классифицированы нами как природно-безопасные [3].

В апреле 2007 г. на исследуемой площади началось бурение поисковой скважины. Необходимо заметить, что в ходе строительства скважины исполнитель буровых работ не допускал серьезных нарушений природоохранных норм и правил; аварии, разливы, аварийные выбросы также отсутствовали. В июле 2007 г. был проведен анализ загрязнения почво-грунтов в пределах буровой площадки. Расчеты производились через коэффициент концентрации, который является показателем кратности превышения содержания химических элементов в точке опробования (C_i) над его средним фоновым содержанием (C_ϕ): $K_c = C_i/C_\phi$, где C_i – концентрации элементов в почво-грунтах или донных образованиях; C_ϕ – фоновые концентрации элементов). В районе амбара для сжигания газа и склада химических реагентов были зафиксированы хлориды и нефтепродукты, содержание которых превышало фоновые концентрации в 4,1 и 7,5 раз соответственно. Загрязнение грунтов образовывало аномалию, расположенную почти в центральной части буровой площадки (в пределах аномалии содержание кобальта превышало фоновую концентрацию в 2,7 раз, меди – в 2,6 раз, свинца – в 7,5 раз, хлора в 4,1 раз). Концентрация нефтепродуктов в районе промышленной площадки и склада ГСМ превышала фоновый показатель в 7,5 раз (900 мг/кг). Опробование почво-грунтов, которое было осуществлено в сентябре 2007 г., выявило следующее. Максимальная кон-

центрация нефтепродуктов достигала 160 мг/кг, что было ниже показателя зафиксированного в июле в 5,6 раз. Содержание кобальта, меди, свинца в почво-грунтах снизилось практически до фоновых показателей. Аномалия, образованная загрязняющими химическими элементами, на порядок уменьшилась в размерах и сдвинулась к складу ГСМ. При этом основными элементами, образующим аномалию, являлись нефтепродукты (склад ГСМ), и стронций (около дизельной установки), что легко объяснимо. Анализ эколого-геохимических построений за оба периода наблюдений позволяет с уверенностью констатировать, что суммарное загрязнение металлами, солями и нефтепродуктами в почво-грунтах в период с июля по сентябрь существенно снизилось. Весной 2008 г. концентрации загрязняющих веществ снизились практически до фоновых показателей. При этом никаких изменений в технологии работ и ужесточении требований к экологической безопасности не предпринималось (рекультивация не проводилась). Таким образом, снижение концентраций загрязняющих веществ можно объяснить только естественной реверсией почво-грунтов, приуроченных к элювиальному типу элементарного ландшафта.

При обследовании другой буровой площадки, расположенной в пределах трансэлювиального ландшафта (литогенная основа также представлена каменноугольными отложениями) при проведении буровых работ в 2008 г. наблюдалась следующая ситуация. Концентрации хлоридов и нефтепродуктов возросли по сравнению с фоновыми в 6,3 и 8,3 раз соответственно, кобальта в 3 раза, меди

в 1,2 раза, свинца в 8,2 раза, хлора в 3,2 раза. При обследовании участка в летний период 2009 г. концентрации перечисленных загрязняющих веществ также снизились практически до фоновых показателей (за исключением нефтепродуктов, концентрация которых снизилась с 6,3 до 2). Таким образом, снижение концентраций загрязняющих веществ также можно объяснить только естественной реверсией почво-грунтов, приуроченных к трансэлювиальному типу элементарного ландшафта.

При этом при аналогичных исследованиях, приуроченной к аккумулятивному типу элементарного ландшафта (с той же литогенной основой), процесс самоочищения почво-грунтов нами не зафиксирован. Концентрации загрязняющих веществ в период бурения скважины на третьей из обследованных площадок в 2008 г. увеличивались и по сравнению с фоновыми имели следующие показатели: коэффициент концентрации хлоридов составлял 5,4, нефтепродуктов – 5,2, кобальта – 2,8, меди – 1,6, свинца – 2,2, хлора – 3,6 раз. При обследовании этого же участка через год (с учетом промежуточных обследований) коэффициенты концентраций перечисленных загрязняющих веществ практически не снизились (за исключением нефтепродуктов, концентрация которых снизилась почти в два раза).

Уже сейчас уверенно можно говорить о том, что при организации работ, связанных с недропользованием, в обязательном порядке должен быть определен тип элементарного ландшафта (и его литогенной основы), так как он во многом предопределяет экологическую емкость экосистемы и ее способность к самовосстановлению.

1. Специальное информационное аналитическое издание «Природные ресурсы Красноярского края». № 3 июнь 2009.

2. Юдахин Ф.Н., Гибайдуллин М.Г., Коробов В.Б. Экологические проблемы освоения нефтяных месторождений севера Тима-

но-Печорской нефтегазоносной провинции. Екатеринбург, Уро РАН, 2002.

3. Кириченко Ю.В., Яковлева Т.П. Организация и ведение экологического мониторинга при проведении геологоразведочных работ // Геология и разведка. 2008. № 6. **ЦИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Яковлева Т.П. – аспирант, Московский государственный горный университет, e-mail: ud@msmu.ru.

Научный руководитель: Кириченко Ю.В. – доктор технических наук, профессор.

UDC 550.81502.3

LAWS OF CHANGES OF ENVIRONMENT COMPONENTS UNDER THE INFLUENCE OF OIL-AND-GAS RESEARCH DRILLING WORKS IN THE BAIKITSKAYA ANTICYCLISE

Yakovleva T.P., Graduate Student, Moscow State Mining University, e-mail: ud@msmu.ru.

In article the author considers an existing condition of a mineralno-raw-material base of Krasnoyarsk region. For territories Baikitskaya antyclise of oil-and-gas research drilling works on environment components is estimated. Laws between speed of self-restoration of soils and types of elementary landscapes on which they are located are revealed.

Key words: hydrocarbons, oilfield, prospecting works, researching works, environmental, drilling, researching well, landscape, ecological monitoring, soil, concentration, chemical element, reverse.

REFERENCES

1. *Special'noe informacionnoe analiticheskoe izdanie «Prirodnye resursy Krasnojarskogo kraja»* (Special information and analysis publication: natural resources in the Krasnoyarsk Territory), 2009, June, no 3.

2. Judahin F.N., Gibajdullin M.G., Korobov V.B. *Jekologicheskie problemy osvoenija nefjtjanyh mestorozhdenij severa Timano-Pechorskoj neftegazonosnoj provincii* (Environmental challenges in oil recovery on the north of Timano-Pechorsky Oil-and-Gas Province), Ekaterinburg, Uro RAN, 2002.

3. Kirichenko Ju.V., Jakovleva T.P. *Geologija i razvedka*, 2008, no 6.

