

УГЛЕВОДОРОДНЫЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

УДК 504.06:911.3(571.53)

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ И ОХРАНА ПОЧВ ПРИ БУРЕНИИ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ

©2010 А.Д. Абалаков

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

Поступила в редакцию 23.04.2010

Дается оценка техногенного воздействия на почвенный покров при бурении нефтегазовых скважин на Левобережном газоконденсатном месторождении, расположенном на Лено-Ангарском плато в пределах Сибирской платформы. Рассматриваются факторы воздействия, дается прогноз негативных последствий, предлагаются природоохранные мероприятия. По критериям устойчивости и значимости почв оценивается и отображается на карте экологический риск техногенного воздействия.

Ключевые слова: *почвенный покров, нефтегазовые скважины, оценка техногенного воздействия, экологический риск*

Техногенное воздействие на окружающую природную среду создает угрозу необратимого изменения экосистем. Это вызывает необходимость проведения исследований, **целью** которых является оценка воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду, предупреждение, либо минимизация неблагоприятных экологических последствий [1]. В представленных материалах эти вопросы рассматриваются на примере строительства и бурения поисково-разведочной скважины на нефть и газ на Левобережном газоконденсатном месторождении в Восточной Сибири. В связи со спецификой данного вида хозяйственной деятельности одним из наиболее важных вопросов экологической безопасности является охрана и рациональное использование почв. Оценка воздействия на почвы предполагает изучение современного состояния почвенного покрова, его устойчивости к техногенному воздействию и потенциала самоочищения.

Поисково-разведочная скважина №8 находится в западной части Усть-Удинского района Иркутской области на восточном побережье Братского водохранилища (рис. 1). Буровая площадка занимает площадь 3 га, площадка гидроскважины – 0,3 га. Площадь вертолетной площадки 7 га. Для их устройства предполагается рубка деревьев и корчевка пней, планировка и перемещение грунта. Общая площадь отводимого участка составляет 10,3 га.

Почвенный покров. Согласно схеме почвенно-географического районирования, территория

относится к Средне-Ангарскому южнотаежному округу дерново-подзолистых, подзолистых и дерново-карбонатных оподзоленных холодных почв предгорий и высоких плато Средне-Сибирской провинции. Она расположена в подтаежной, южнотаежной и среднетаежной подзонах Европейско-Сибирской таежно-лесной почвенно-биоклиматической области [2]. В соответствии с картой агропочвенного районирования Иркутской области степные и лесостепные районы Верхоленья относятся к сельскохозяйственным землям [3]. Региональные особенности почвенного покрова в значительной мере определяются климатом, гидроклиматическими и ботаническими характеристиками территории, но не меньшее значение имеет состав подстилающих материнских пород. Совокупное влияние геологических, гидрологических, климатических, биотических характеристик ландшафта существенным образом проявляются в геохимической миграции вещества.

Почвенный покров рассматриваемой территории имеет черты, обусловленные сочетанием типичных таежных процессов почвообразования - слабого торфонакопления, обусловленного низкой интенсивностью биологического круговорота – продуктивностью фитомассы и ее химическим составом. Также этот процесс характеризуется поверхностным заболачиванием в почвах на длительно-сезонномерзлых почвообразующих породах, подзолообразованием в легких почвах. Почти все почвы имеют короткий профиль, облегченный гранулометрический состав, обнаруживает четкую высотную дифференциацию.

*Абалаков Александр Дмитриевич, доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник.
E-mail: abalakovirk@mail.ru*

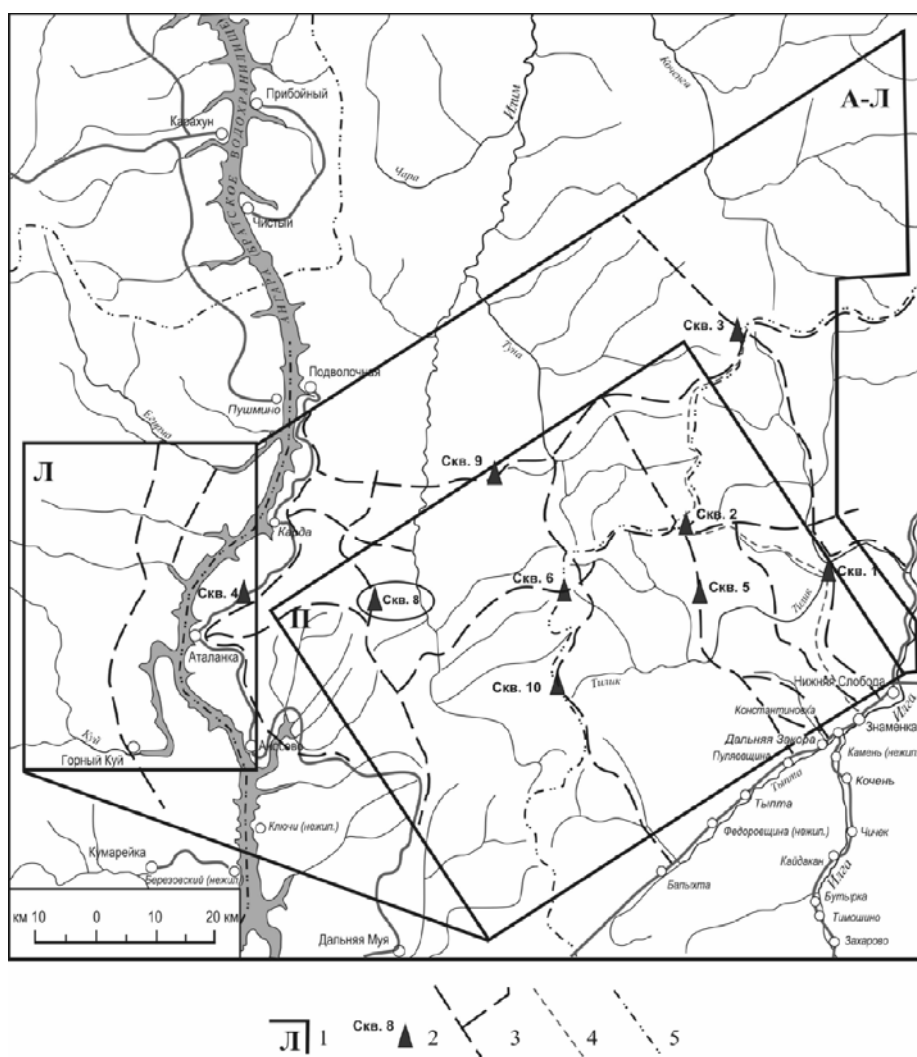


Рис. 1. Обзорная картосхема района работ:

1 – лицензионные отводы Левобережного газоконденсатного месторождения (Л – Левобережный; П – Правобережный, А-Л – Ангаро-Ленский); 2 – поисково-разведочные скважины и их номера; 3 – основные геофизические профили; 4 – подъездные пути; 5 – границы административных районов

В основу выделения геохимических ландшафтов следует положить не отдельные типы горных пород, а геологические системы [4]. Пестроту элементарных ландшафтов и почв, связанную с различием горных пород в условиях одного местоположения, объясняет литологическая комплексность [5]. Так, в отложениях ордовика, представленных в районе буровой площадки, наблюдается переслаивание песчаников, аргиллитов, известняков и доломитов. Чередование отложений разного состава и окраски позволило отнести их к пестроцветной формации. Сочетание карбонатных и бескарбонатных пород – одна из причин неоднородности почвенного покрова. Обескарбонирование зависит от интенсивности водопроницаемости, почвенной температуры, характера растительного опада. Для начальной стадии почвообразования характерны дерново-карбонатные почвы. По мере выщелачивания карбонатов из верхних горизонтов возникают подтипы выщелоченные и оподзоленные. Вследствие сказанного, можно наблюдать

на бескарбонатных продуктах разрушения ордовикских песчаников дерново-лесные, дерново-подзолистые почвы, на элювио-делювии карбонатных пород кембрия и ордовика, дерново-карбонатные почвы. На отложениях верхнего кембрия часто развиты дерново-лесные почвы своеобразной красновато-коричневой окраски, с тяжелым механическим составом. В днищах долин встречаются луговые, болотно-луговые, лугово-болотно-перегонные почвы. Сложным геологическим строением территории, разновозрастностью отложений объясняется дифференциация почвенного покрова и характера почвообразования. В районе проектируемой буровой площадки распространены почвы предгорий и высоких плато – это разновидности горно-таежных, дерново-лесных, дерново-карбонатных, лугово-болотных почв.

Непосредственно на буровой площадке представлены горно-таежные слабо оподзоленные почвы суглинистого состава. Площадка находится на уплотненной вершине водораздельного

гребня. Ее рельеф ровный, с едва заметным уклоном на запад и на восток в сторону Братского водохранилища и р. Илим. Почвы слаборазвитые, мощность гумусового слоя не превышает 3–5 см. Современное состояние естественное, не нарушенное.

Воздействие на почвы и прогнозируемые изменения. Основными видами техногенного воздействия на почвы при буровых работах являются механические нарушения почвенного покрова и химическое загрязнение. Наибольшее механическое воздействие на почвенный покров оказывают строительные (возведение буровых установок, их инфраструктуры и коммуникаций) и рекультивационные (снятие плодородного слоя почв, засыпка траншей, планировка амбаров и др.) работы. Они сопровождаются удалением плодородных горизонтов и педотурбациями

(перемешиванием субстрата почвенных генетических горизонтов), ухудшающими экологические свойства нарушенных почв в ландшафте [6]. Химическое загрязнение почв, связанное с влиянием автотранспорта, бытовых отходов, а также возможного разлива углеводородов и бурового раствора, и приводящее к негативным изменениям физических, химических, ионообменных свойств почв и их биологической активности [7] в принципе не является обязательным следствием буровых работ. К тому же, в зависимости от свойств конкретных почв, проявление этого вида воздействия будет сильно различаться. Факторы и виды воздействия, а также основные прогнозируемые изменения почвенного покрова при освоении буровой скважины приведены в табл. 1.

Таблица 1. Факторы воздействия и основные прогнозируемые изменения почвенного покрова при освоении разведочной скважины

Факторы воздействия	Виды воздействия	Прогнозируемые изменения
подготовительные работы: рубка леса, очистка площадки, планировка территории, рытье котлованов, дренажных траншей, отсыпка площадки, строительство коммуникаций и т.п.	преимущественно механическое	повреждение и уничтожение подстилки, линейные и площадные деформации верхних горизонтов, перестройка почвенного профиля, частичное и полное уничтожение или снятие почвенного покрова, погребение исходных почв
строительно-монтажные работы: возведение вышечно-лебедочного блока, котельной, строительство шламового амбара и других объектов инфраструктуры, гидроизоляция фундаментов, крепление конструкций, узлов, механизмов и др.	преимущественно механическое	повреждение и уничтожение подстилки, линейные и площадные деформации верхних горизонтов, уплотнение и перестройка почвенного профиля, частичное или полное уничтожение почвенного покрова, химическое загрязнение почв
бурение и опробование скважин: поступление нефти и газа, возможны притоки пластовых минерализованных вод (рассолов)	механическое и химическое	линейные и площадные деформации почв, химическое загрязнение почв

Механические нарушения почвенного покрова вызывают ухудшение физических свойств почв, развитие или усиление процессов оглеения и тиксотропности, замедление окислительно-восстановительных ферментативных реакций, ухудшение количественных показателей водного стока, его стабильности, ухудшения качества грунтовых вод и т.д. Уничтожение или повреждение органогенных горизонтов почв (A_0 , A_1) в условиях таежного ландшафта ведет к изменению кислотно-щелочного равновесия и, соответственно, условий миграции и аккумуляции химических элементов. Нарушение почвенно-растительного покрова способствуют активизации плоскостной и линейной эрозии.

При строительстве, обустройстве и эксплуатации скважины почвы подвергаются химическому загрязнению промышленными и хозяйственно-бытовыми выбросами и отходами. Основными источниками загрязнения являются: 1) буровые и тампонажные растворы; 2) шлам – выбуренные горные породы; 3) буровые сточные

воды (БСВ); 4) пластовые минерализованные воды; 5) продукты сгорания топлива при работе двигателей внутреннего сгорания и котельной; 6) горюче-смазочные материалы; 7) материалы для утяжеления и обработки буровых и тампонажных растворов; 8) хозяйственно-бытовые сточные воды и твердые бытовые отходы. Под воздействием агентов химического загрязнения происходят качественные и количественные изменения физико-химического состояния почв: трансформация отдельных морфологических признаков (цементация, растрескивание почвенных горизонтов и т.п.); перестройка морфологии всего профиля; смена кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных условий; временное или постоянное засоление с последующим осолонцеванием, осолодением; снижение биохимической активности почв. Обобщенные результаты по оценке экологического риска нарушения почвенного покрова в районе буровой площадки представлены на рис. 2 и в табл. 2.

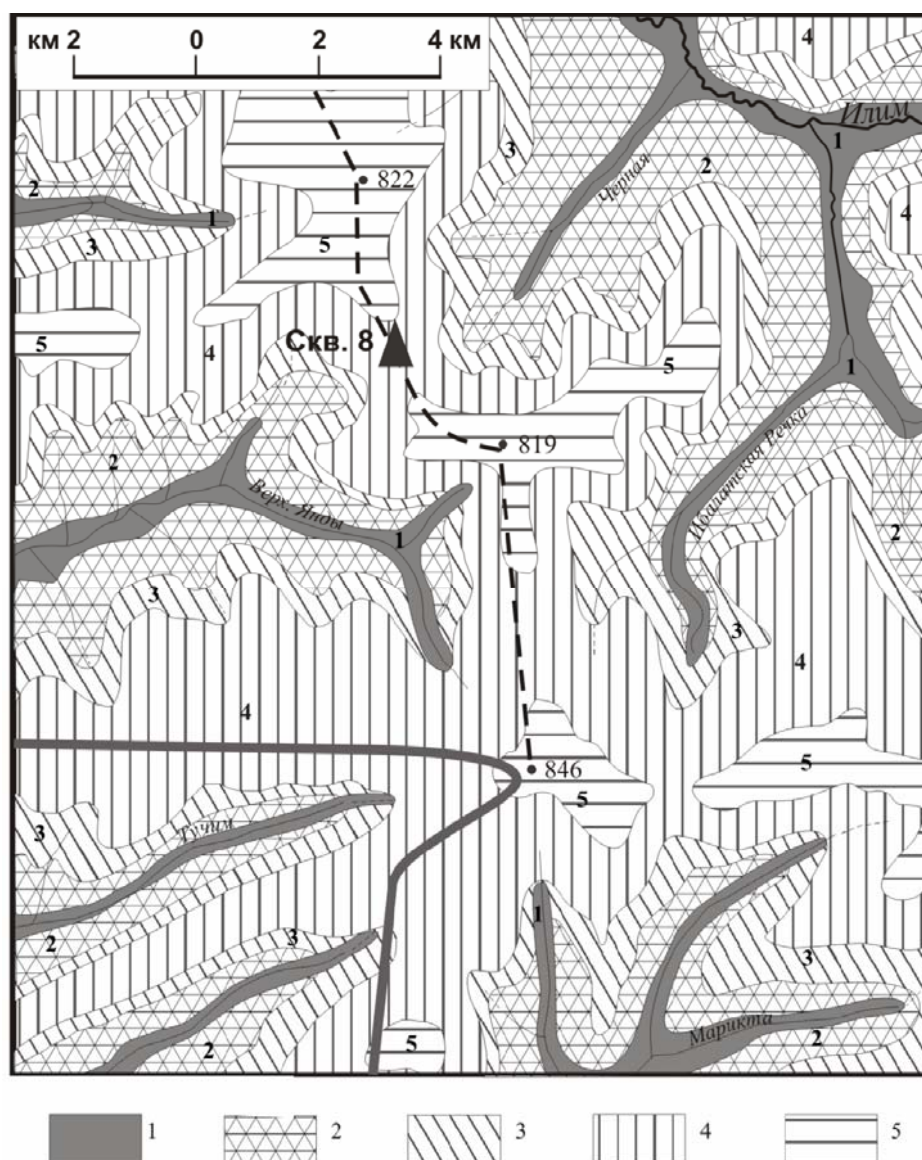


Рис. 2. Почвы в зоне техногенного воздействия буровой площадки

Уровень (балл) экологического риска:

1 – наиболее высокий уровень экологического риска – I балл. Трансэлювиально-аккумулятивный и супераккумулятивный тип ландшафта, сочетание аллювиальных лугово-болотных, аллювиально-лугово-болотных перегнойных и дерново-луговых типичных почв на дне долин, сложенных отложениями нижнего ордовика, верхнего кембрия и рыхлыми современными четвертичными отложениями – ТЭА, Saq [Ал^{лб}, Ал^{лбп}, ЛБ^{лп}, Дл^{лп}] O₁+Cm₃+Q₄.

2 – высокий уровень экологического риска – II балла. Трансэлювиальный тип ландшафта, дерновые лесные литогенные почвы крутых придолинных склонов на отложениях нижнего ордовика нижней подсвиты усть-кутской свиты, верхнего кембрия илгинской свиты и верхоленской свиты верхней подсвиты – ТЭ [Дл^{лп}] O₁uk₁+Cm₃il+Cm₃vl₃.

3 – средний уровень экологического риска – III балла. Трансэлювиальные и элювиальные ландшафты, сочетание дерновых лесных подзолистых и остаточных карбонатных почв пологих придолинных склонов плато на отложениях нижнего ордовика верхней подсвиты усть-кутской свиты – ТЭ, Э [Дл^{лп}, Дл^{лп}] O₁uk₂.

4 – низкий уровень экологического риска – IV балла. Трансэлювиальный и элювиальный тип ландшафта, сочетание дерновых лесных оподзоленных и дерново-лесных карбонатных почв на выположенных боковых гребнях плато и пологих привершинных склонах, сложенных отложениями нижнего ордовика нижней подсвиты ийской свиты – Э, ТЭ [Дл^{лп}, Дл^{лп}] O₁is₁.

5 – наиболее низкий уровень экологического риска – V баллов. Элювиальный тип геохимического ландшафта, горно-таежные слабоподзолистые почвы на уплощенных вершинных поверхностях и останцах, сложенных отложениями нижнего ордовика средней подсвиты ийской свиты – Э [Гт^{лп}] O₁is₂.

Формула ландшафта: ТЭА, Saq [Ал^{лб}, Ал^{лбп}, ЛБ^{лп}, Дл^{лп}] O₁+Cm₃+Q₄.

Геологические системы (комплексы): Q₄ – четвертичная система. Современные аллювиальные отложения. Галечники, пески, илы, глины; O₁is₂ – ордовикская система. Ийская свита. Средняя подсвита. Песчаники, алевролиты; O₁is₁ – ордовикская система. Ийская свита. Нижняя подсвита. Песчаники, аргиллиты; O₁uk₂ – ор-

довикская система. Усть-кутская свита. Верхняя подсвита. Песчаники, оолитовые и водорослевые доломиты; O_1uk_1 – ордовикская система. Усть-кутская свита. Нижняя подсвита. Доломиты, песчаники; Cm_3il – кембрийская система. Илгинская свита. Песчаники, известняки, аргиллиты; Cm_3vl_3 – кембрийская система. Верхолесная свита. Верхняя подсвита. Мергели, алевролиты, песчаники, аргиллиты.

Тип ландшафта: Элювиальный (Э) – вершинные поверхности, пологие склоны вершинных поверхностей, пологие придолинные склоны; трансэлювиальный (ТЭ) – верхняя часть привершинных и придолинных склонов; трансэлювиально-аккумулятивный (ТЭА) – нижняя часть придолинных склонов, надпойменные террасы; супераккумулятивные (Saq) – заболоченные днища речных долин и ручьев.

Типы почв: $ГТ^{сн}$ – горно-таежные слабо подзолистые; $Дл^{кр}$ – дерновые лесные карбонатные; $Дл^{оп}$ – дерновые лесные оподзоленные; $Дл^{пз}$ – дерновые лесные подзолистые; $Дл^{окр}$ – дерновые лесные остаточнокорбонатные; $Дл^{тп}$ – дерновые лесные литогенные; $Ал^{лбп}$ – алювиальные лугово-болотные перегнойные; $Ал^{лб}$ – аллювиальные лугово-болотные; $ЛБ^{лп}$ – лугово-болотные перегнойные; $Дл^{тп}$ – дерново-луговые типичные.

Критерием экологической оценки почв является их значимость и устойчивость к техногенному воздействию, в соответствии со значениями которых выделяются зоны пяти уровней ограничений по экологическому риску – от наиболее высокого – (I балл), до наиболее низкого – (V баллов). Степень риска определяется устойчивостью почв к физическим и химическим нагрузкам, экологической и ресурсной значимостью. Для оценки этих показателей

используются арабские цифры трехбалльной шкалы, обозначающие экологические условия: 1 – наиболее неблагоприятные, 2 – удовлетворительные, 3 – благоприятные. В таблице приводятся суммарные значения простых баллов, по которым рассчитываются сложные баллы, представленные римскими цифрами. Они определяют интегральную оценку экологического риска, которая дается по пятибалльной шкале.

Таблица 2. Оценка экологического риска

№ на карте	Формула ландшафта	Устойчивость				Значимость		Экологическая оценка в баллах	
		физическая		химическая		экологическая	ресурсная	суммарное значение	экологический риск
		чувствительность	восстановимость	чувствительность	восстановимость				
1	ТЭА, Saq [Ал ^{лб} , Ал ^{лбп} , ЛБ ^{лп} , Дл ^{тп}] $O_1 + Cm_3 + Q_4$	1	1	1	1	3	1	8	I
2	ТЭ [Дл ^{тп}] $O_1 uk_1 + Cm_3 il + Cm_3 vl_3$	1	2	2	1	3	2	11	II
3	ТЭ, Э [Дл ^{пз} , Дл ^{окр}] $O_1 uk_2$	2	2	2	2	3	3	14	III
4	Э, ТЭ [Дл ^{оп} , Дл ^{кр}] $O_1 is_1$	2	2	3	3	3	3	16	IV
5	Э [ГТ ^{сн}] $O_1 is_2$	3	3	3	3	3	3	18	V

Степень геохимической и биохимической устойчивости почв зависит от скорости, характера превращения веществ и интенсивности выноса продуктов метаболизма. В почвах, в поверхностных водах и в глубоких водоносных горизонтах живые организмы разлагают органическое вещество. Миграция химических элементов осуществляется посредством биологического круговорота. Эти процессы и явления зависят от водного и термического режима, наличия мерзлоты, окислительно-восстановительных условий, сорбционной способности и биогенности почв. Взаимодействие почв и форм рельефа связано с выявлением процессов, приводящих к почвенным разновидностям. Определенной форме склона соответствует определенная

почвенная разновидность (катена). Чувствительность почв к эрозионным процессам зависит от физико-химических свойств (гранулометрического состава, содержания гумуса, катионов Са и Mg, водопроницаемости, связности, структуры и т.д.), определяющих податливость почв к смыву. Рассматривается ресурсная и экологическая значимость. При этом ресурсная значимость почв понимается как обеспечение биопродуктивности лесов с позиций их хозяйственного использования. Экологическая значимость почв связана с эдафическими, средообразующими, средозащитными и другими функциями развития экосистем. Эти показатели легли в основу определения уровня экологического риска.

Таблица 3. Основные этапы освоения поисковой скважины

Этапы	Основные виды работ	Воздействие на почвенный покров	Природоохранные мероприятия
подготовительные работы	подготовка, планировка и отсыпка площадки и т.п.	преимущественно механическое воздействие на почвы	строительные нормы и правила по подготовке и планировке площадки, снятие и складирование плодородного слоя почв
строительно-монтажные работы	возведение объектов инфраструктуры, гидроизоляция фундаментов, крепление конструкций, узлов	преимущественно механическое воздействие на почвы	специальный регламент работы строительных бригад и техники, соблюдение норм строительства
бурение и освоение скважины	бурение до проектного горизонта с необходимым комплексом работ	химическое и частично механическое воздействие, наибольший риск химического загрязнения почв в связи с возможными авариями, разливом нефтепродуктов, буровых растворов, накоплением шлама	использование специальных буровых растворов, выполнение технологических норм обустройства площадок, замкнутая система водоснабжения, система противоаварийных мероприятий
испытание скважины	извлечение углеводородов. Возможно поступление пластовых минерализованных вод (рассолов)	преимущественно химическое воздействие, риск загрязнения почв связан только с вероятностью аварии	выполнение технологического регламента эксплуатации, мониторинг состояния почвенного покрова
консервация	установка запорного и контрольного оборудования с необходимым комплексом работ	возможно небольшое механическое воздействие на почвы, связанное с работой техники	рекультивация земель, мониторинг
ликвидация	заливка ствола буровым раствором, заглушка устья скважины, демонтаж всех технологических узлов и т.д.	возможно небольшое механическое воздействие на почвы, связанное с работой техники	рекультивация земель, мониторинг

Мероприятия по охране земельных ресурсов, почв и рекультивация. Отработка скважины включает в себя несколько этапов. На каждом этапе технический цикл работ имеет свою специфику. На всех этапах освоения скважины главное внимание следует уделять проведению природоохранных мероприятий и соблюдению технологического цикла работ (табл. 3).

На нарушенных участках будут проведены работы по сбору и нейтрализации загрязненных почв и грунтов с последующей рекультивацией. Для предотвращения смыва с площадки возможных загрязнителей на сопряженные территории предусмотрена ее обваловка.

Выводы: на почвы будет оказано механическое и химическое воздействие. Механическое воздействие выразится в нарушении почв при строительстве площадки и факельного амбара. Для защиты от механического воздействия предусмотрены технические мероприятия по предотвращению развития эрозии почв и почвенная рекультивация. Проектом исключены какие-

либо сбросы загрязнителей на рельеф; поступление их в почвенные слои возможно только в случае аварии. Химическое воздействие может быть связано с нарушением правил хранения химреактивов, складирования и сохранения отходов, разливом ГСМ. Соблюдение требований технической безопасности исключает химическое загрязнение почв. Почвы в районе строительства маломощные, мощность плодородного слоя менее 10 см, поэтому снятие и складирование почвенного покрова не предусматривается в соответствии с ГОСТами. Создание системы обеспечения экологической безопасности и управления охраной окружающей среды осуществляется на основе производственного экологического мониторинга. Буровая площадка проектируется на землях, ранее не используемых в промышленных целях. Поэтому техногенное воздействие на неизменные человеком ландшафты будет более ощутимым. Его снижению способствуют используемые технологии бурения скважины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Кравченко, В.В.* Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза: российско-германское методическое пособие / *В.В. Кравченко, А. Май, А.В. Игнатов* и др. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2008. – 199 с.
2. Почвенная карта Иркутской области М 1:1500000. – Москва-Иркутск: ГУГК СССР, 1988. – 2 л.
3. Агрохимическая характеристика почв СССР (Восточная Сибирь). – М.: Наука, 1969. – 335 с.
4. *Джеррард, А. Дж.* Почвы и формы рельефа. Комплексное геоморфолого-почвенное исследование. – Л.: Недра, 1984. – 208 с.
5. *Фридланд, В.М.* Структура почвенного покрова. – М.: Мысль, 1972. – 423 с.
6. *Гриценко, А.И.* Экология. Нефть и газ / *А.И. Гриценко, Г.С. Аكوпова, В.М. Максимов*. – М.: Наука, 1997. – 598 с.
7. *Сидорова, Е.В.* Охрана почв на объектах газовой промышленности / *Е.В. Сидорова, Н.С. Аكوпова, Н.С. Немкова*. – М.: ИРЦ Газпрома, 1994. – 50 с.

**INFLUENCE ESTIMATION AND SOILS PROTECTION AT
DRILLING EXPLORATIVE HOLES ON OIL AND GAS**

© 2010 A.D. Abalakov

Institute of Geography named after V.B.Sochava SB RAS, Irkutsk

The estimation of technogenic influence on soil mantle is given at drilling oil-and-gas holes on Left-bank gas condensate field deposit had on Leno-Angarsk plateau within the limits of Siberian platform. Factors of influence are considered, forecast of negative consequences is given, nature protection actions are offered. By criteria of stability and the importance of soils the ecological risk of technogenic influence is estimated and displayed on the map.

Key words: *soil mantle, oil-and-gas holes, estimation of technogenic influence, ecological risk*