

Воздействие разработки Кумжинского газоконденсатного месторождения на компоненты экосистем дельты Печоры (Ненецкий автономный округ)

Институт географии Российской академии наук, м. Москва
e-mail: an.ni.nikonova@gmail.com

Аннотация. Долгая история мониторинга после аварии, произошедшей более 30 лет назад, уникальность методов ее устранения и создание заповедника на территории Кумжинского газоконденсатного месторождения делают его интереснейшим объектом для наблюдения за реакцией пойменных экосистем тундровой зоны на техногенную нагрузку. В настоящей работе описаны основные локальные источники загрязнения в дельте Печоры, естественное состояние почв и растительного покрова, перечислены их морфологические изменения в результате механического и геохимического воздействия после аварии 1980 года. Описаны эколого-геохимические последствия загрязнения нефтепродуктами почв и донных отложений, как в зоне аварии, так и поблизости безаварийно функционировавших скважин.

Ключевые слова: загрязнение, углеводороды, Печора, тундра, газоконденсат, авария на промысле, пойменные почвы

Введение

Уже многие годы технические средства позволяют вести добычу углеводородов в циркумполярной области, оказавшейся крайне богатой ими, как показали многочисленные оценки [15]. Однако, аварии на промысле неизбежны, особенно в столь сложных природных условиях, также как и существенное воздействие на ландшафты на всех этапах от разведки до консервации месторождения. Экосистемы тундровой зоны отличаются большой чувствительностью к антропогенному воздействию и низкой способностью к самовосстановлению, что не раз обсуждалось в литературе [12]. Таким же признанным фактом является их трансформация под воздействием глобального изменения климата, особенно заметная на южной границе тундровой зоны [13,17]. В связи с этим большой интерес представляют исследования *in situ*, посвященные изучению отклика различных компонентов экосистем на сопряженные с ведением промысла виды воздействия, в том числе и на импактное воздействие в результате аварий. Важной представляется также задача мониторинга уже загрязненных участков, что поможет в будущем выбирать наиболее удачные комбинации мер по рекультивации в сходных условиях.

Огромное разнообразие работ, посвященных экологическим проблемам, связанными с промыслом углеводородов в тундровой зоне, можно разделить на несколько групп: во-первых, работы, написанные с использованием исключительно полученного *in situ* материала и те, при создании которых использовались также данные лабораторных моделей [14, 18]. Во-вторых, несмотря на желание многих авторов охватить широкий спектр изменений, это не всегда получается. Поэтому одна часть работ концентрирует внимание на геохимических изменениях почв, донных отложений и вод, отборе проб атмосферного воздуха, тогда как другая изучает последствия промысла для биоты, в том числе и с целью разработки методик биоиндикации. Различны и изучаемые типы источников воздействия: наиболее часто предметом становятся разливы нефти, хотя достаточное число работ изучает воздействие трубопроводов и площадок, функционирующих в фоновом режиме.

Настоящая работа может представлять интерес по причине уникальности источника воздействия: авария 1980 года на Кумжинском газоконденсатном месторождении была локализована посредством подземного ядерного взрыва на глубине 1.5 км спустя 7 лет, в 1987 году, но углеводороды, пусть и в существенно меньших объемах, поступают из образовавшихся в результате аварии грифонов и сейчас [7]. После аварии месторождение было законсервировано, а в 1997 году был образован Ненецкий государственный природный заповедник, одной из задач которого является послеаварийный мониторинг состояния экосистем дельты Печоры. Для этого заповедник сотрудничает со сторонними организациями, такими как Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геолого-разведочный институт (ВНИГРИ), Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, Институт криосферы Земли СО РАН, местные компании, специализирующиеся на проведении рекультивационных работ, а также Норвежский полярный Институт (г. Тромсё). Многие годы на территории заповедника проходят летнюю практику студенты географического факультета МГУ им. Ломоносова.

Целью настоящей работы является выявление основных направлений поставарийной трансформации некоторых компонентов пойменных экосистем в дельте Печоры. Для этого были поставлены следующие задачи:

- описание основных локальных источников воздействия

- описание фонового состояния ландшафтов дельты с использованием литературных данных, фондовых материалов, а также данных автора.
 - выявление морфологических изменений почв и растительного покрова в результате механического и геохимического воздействия, нарушения физико-химических свойств почв и донных отложений.
 - описание эколого-геохимических последствий загрязнения нефтепродуктами почв и донных отложений, сравнение результатов с литературными данными.
- Полученный материал может иметь практическую значимость при дальнейшем выборе рекультивационных мероприятий на исследуемом объекте.

Материалы и методика

Работа основана на данных полевых и лабораторных исследований, проведенных в 2011-2013 годах автором совместно со студентами географического факультета МГУ им. Ломоносова. Предметом исследований являлись изменения физико-химических свойств почв и донных отложений, а также вод (по данным фондовых материалов) и характера растительности в пределах месторождения и факторы, на них влияющие. Было выделено два основных комплекса в районе работ: пойменный и тундровый, занимающий останцы речных и морских террас. Они принципиально различаются по составу материнских пород и формирующихся на них почвах и растительности. Для каждого из комплексов был изучен ряд из трех ключевых участков, различающихся по степени нарушенности: условно-фоновый, трансформированного в результате безаварийного функционирования скважин и аварийного. Их расположение относительно границ заповедника и месторождения отображено на карте фактического материала (рис. 1).



Условные обозначения

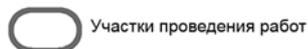


Рис. 1. Карта района исследований: I – границы Ненецкого государственного природного заповедника, II – границы Кумжинского газоконденсатного месторождения. Участки проведения работ: 1 – фоновый тундровый, 2 – фоновый пойменный, 3 – безаварийный пойменный, 4 – безаварийный тундровый, 5 – аварийный.

На всех участках закладывались почвенные разрезы, на аварийном отбирались поверхностные пробы почв до глубины 20 см. Также отбирались донные отложения и выполнялись описания растительного покрова (видовой состав, проективное покрытие, наличие видимых морфологических изменений, позже давался название растительной ассоциации). В 2011 году было отобрано 58 проб почв и донных отложений, в 2013 – 83 пробы. Во всех пробах определялось общее содержание солей (в водной вытяжке) по TDS, актуальная кислотность (потенциометрическим методом), а также остаточное содержание нефтепродуктов и их групповой состав флуориметрическим методом.

Фоновый пойменный участок. Описание фонового состояния почв и растительного покрова низкой и средней поймы проводилось на расстоянии около 4 км от границ Кумжинского лицензионного участка недр, выше по течению от аварийной скважины. На средней пойме под ивняком вейниковым с сомкнутостью кустарникового яруса 0,7 и проективным покрытием травянистого яруса около 30% на легкосуглинистых аллювиальных отложениях формируются аллювиальные дерновые глееватые почвы с общим видом профиля A1 - A1Cg - G_{Fe}. Почвы низкой поймы представлены маломощными аллювиальными иловато-перегнойно-глеевыми почвами. Они формируются на легко- и среднесуглинистом с прослоями алевритов аллювии под монодоминантными осоковыми сообществами и под осоково-разнотравными сообществами с высоким проективным покрытием. Все они отличаются кислой реакцией среды (pH = 4,5-5,0) и пренебрежимо малым количеством водорастворимых солей. Содержание нефтепродуктов в почвах фонового участка составляет 8-20 мг/кг и находится в пределах установленных в 2011 году для территории Ненецкого автономного округа фоновых концентраций. Наблюдаемое состояние почвенного и растительного покрова близко к описанному в литературных источниках [3, 5, 6].

Фоновый тундровый участок. По причине того, что часть безаварийно функционировавших скважин располагается на останцах террас, был заложен фоновый участок на полуострове Костяной нос. Фоновые почвы тундры представлены подбурами иллювиально-железистыми, занимающими наиболее возвышенные части останцов террас. Они формируются под мелкоерниковыми голубично-сфагновыми и багульниково-мелкоерниково-сфагновыми тундрами, на песках морского и речного происхождения. Также были описаны профиль подзола торфянистого на погребенном подзоле криотурбированном, сформировавшийся на морских песках. Щелочно-кислотные условия близки к литературным данным [5], pH колеблется в пределах 3.5 – 4.5, тогда как содержание нефтепродуктов пусть и находится в пределах нормативов, достигая почти 100 мг/кг в органогенном и погребенном органогенном горизонтах, но все равно достаточно велико.

Воздействие на пойменные экосистемы оказывалось как в результате безаварийного функционирования промысла и аварийного выброса, так и в результате мероприятий по ликвидации аварии, рекультивационных работ поблизости скважин.

Изменения рельефа на безаварийных и аварийном участках. Непосредственно в результате аварии образовались просадки грунта и два грифона у устья скважин № 10 и №134, расположенных на левом берегу протоки Малый Гусинец. Они оказались затоплены водами протоки, и вскоре этот участок был отделен дамбами и обваловкой. На 2004 год площадь большого зеркала изолированного участка акватории составляла 88356 м²[7], но она ежегодно растет в результате размыва дамб.

Заметно увеличилась глубина протоки: если до аварии она составляла не более 3,5 м, то теперь согласно выполненным сотрудниками заповедника замерам местами она достигает 15 м. Обваловка и дамбы регулярно подновляются, поблизости заметны следы гусеничной техники, до 2012 года выше по течению находился отвал песчано-гравийной смеси для этих целей. Ширина насыпей колеблется от одного до 20 метров, высота обваловки достигает местами 2 метров, а дамбы – 12м.

Появление этих положительных форм рельефа приводит к перераспределению снежного покрова в зимнее время, а, следовательно, поверхностного и подземного стока весной, заболачиванию и подтоплению соседних территорий. Так, по левому берегу отмечаются просадочные деформации, вызванные, по всей видимости, протаиванием мерзлых грунтов: на субгоризонтальной поверхности в 100-150 метрах от вала и ближе наблюдаются микропонижения округлой и овальной формы, зачастую с увеличением доли зеленых мхов в растительном покрове. Определенное влияние на рельеф оказывает и угнетенное состояние растительности на аварийном участке: снежный покров на участках освоения уплотняется и сходит раньше обычного времени, что еще больше способствует протаиванию мерзлых грунтов [11].

Техногенные формы рельефа на безаварийных участках представлены временными дорогами, буровыми площадками, шламовыми амбарами и отвалами использовавшегося при проведении рекультивационных мероприятий песка. Наиболее старые колеи на тундровом безаварийном участке имеют глубину до 20 см, а технические насыпные площадки имеют диаметр около 60 м. Важно отметить то, что регулярное подновление насыпи на аварийном участке мешает естественному ходу растительной сукцессии, а частичное снятие органогенного горизонта и пересыпка реагентами и техногенным субстратом (на глубину до полуметра) на тундровом безаварийном участке привело к нарушениям растительного покрова.

Изменения морфологических свойств почв вызваны как геохимическим, так и механическим воздействием. Наиболее широко заметно последнее: техногенный субстрат отличается по механическому составу и физико-химическим свойствам от речного аллювия. Формирующиеся на нем дерновые почвы и почвы с двучленным профилем, включающим наложенный профиль молодой дерновой почвы и профиль погребенной почвы, встречаются и на аварийном, и на безаварийных

участках. Как правило, техногенный субстрат представлен крупнозернистым песком, тогда как аллювий имеет более тяжелый механический состав. Это вызывает изменение водно-воздушных свойств почв, интенсивности процесса оглеения. В почве, образовавшейся на техногенном субстрате в пределах кустовой площадки на безаварийном пойменном участке, признаки оглеения в виде сизых и охристых пятен появляются только в самом нижнем горизонте, на глубине 23-50 см, тогда как в почвах, развивающихся на аллювии в 25-45 м от нее, уже на глубине 35-45 см формируется глеевый горизонт. Изменение перераспределения влаги, подтопление и изменение температурного режима почв поблизости насыпных сооружений приводит в конечном счете к формированию новых генетических горизонтов [2].

На аварийном участке существенна роль геохимического воздействия в изменении морфологии почвенного профиля. Даже на существенном, до 70 м, расстоянии от обваловки встречаются прослойки коллоидного вещества серо-бурого цвета в нижних частях профиля, битуминозные пленки в профиле, приуроченные к характерной для аллювия слоистости, изменение характера окраски и границ горизонтов, приобретающих крупно-языковатую и кармановидную форму, усиление процессов оглеения. В пределах обваловки поблизости от уреза воды поверхность грунта покрыта пленкой нефтепродуктов от бурого до почти черного цвета. Также в прибрежной полосе водохранилища в профиле почв повсеместно наблюдается наличие с глубины от 1 до 7 см оглеенного, пахнущего углеводородами, горизонта различных оттенков сизого цвета. Впрочем, уже в ста метрах ниже по течению морфологических изменений почв на средней пойме не наблюдается.

Изменения физико-химических свойств почв и донных отложений на безаварийных участках. Для всех участков характерно подщелачивание профиля по сравнению с фоновыми значениями и его большая дифференциация в этом отношении (рис. 2).

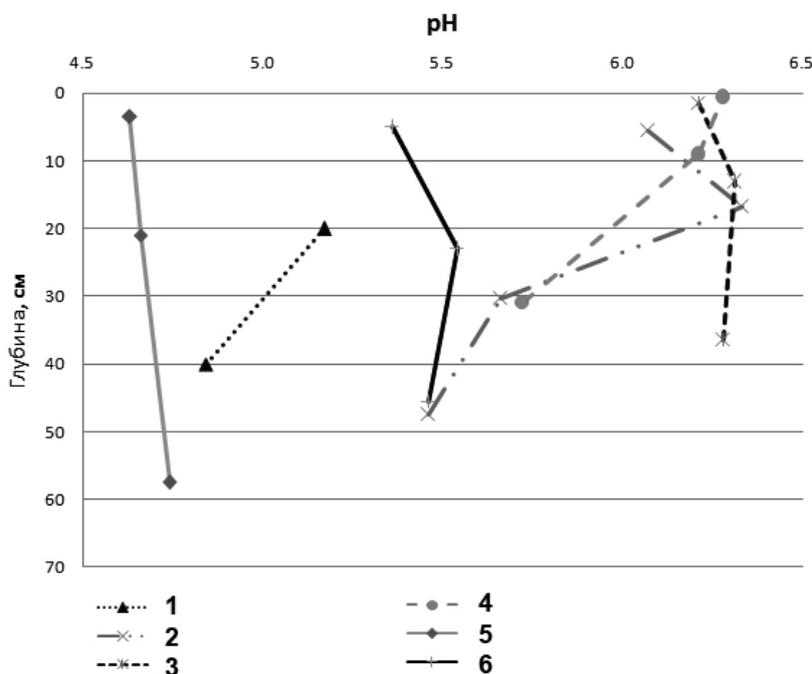


Рис. 2. Щелочно-кислотные условия. Фоновый пойменный и безаварийный пойменный участки. Почвы, в скобках – номера разрезов: 1 – аллювиальная дерновая глееватая (14-1), 2 – аллювиальная дерновая глееватая (14-2), 3 – дерновая глееватая на техногенном наносе (14-3), 4 – дерновая глееватая на техногенном наносе (14-4), 5 – аллювиальная иловато-торфянисто-глееватая (14-6), 6 – фоновая аллювиальная темно-гумусовая.

Наиболее это заметно в верхних горизонтах, по мере удаления от скважин значения pH приближаются к фоновым. Эту закономерность можно связать как с загрязнением углеводородами, так и с карбонатностью песка, использовавшегося при создании технологических площадок. Как отмечалось выше, также отличия техногенного субстрата по механическому составу приводят к уменьшению интенсивности процесса оглеения в профиле почв.

Остаточное содержание нефтепродуктов имеет наиболее высокие значения в верхнем, органическом горизонте. Широко известна их способность к аккумуляции в нем, что подтверждает и поверхностно-аккумулятивный характер перераспределения углеводородов, видный на рис. 3.

В пространственном отношении максимумы приурочены либо собственно к технологическим площадкам, либо к понижениям поблизости от них. Так, в верхнем горизонте аллювиальной дерновой глееватой почвы поблизости от площадки скважины №14 концентрация нефтепродуктов достигает 27560 мг/кг, тогда как в пределах самой площадки максимальное остаточное содержание углеводородов составляет 1650 мг/кг. На тундровом безаварийном участке также заметно загрязнение донных отложений: донные пески отличаются содержанием нефтепродуктов, в 10 раз

превышающим нормативные значения – 1020мг/кг. Впрочем, на расположенном на большем отдалении от аварийного участка и ниже по течению безаварийном пойменном участке загрязнения донных отложений выявлено не было.

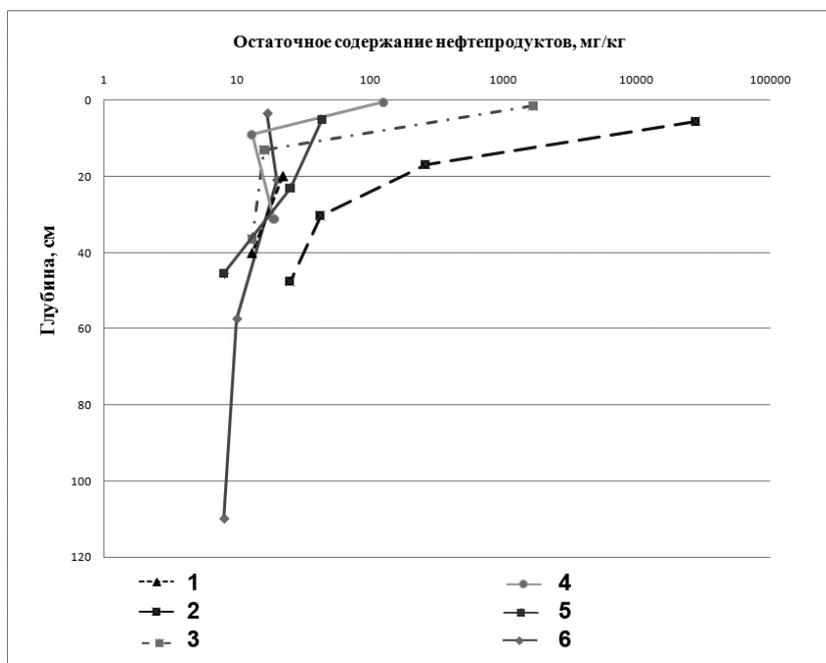


Рис. 3. Остаточное содержание нефтепродуктов. Фоновый пойменный и безаварийный пойменный участки. Обозначения те же, что и на рис. 2

Изменения физико-химических свойств почв и донных отложений на аварийном участке. Аварийный участок отличается резкой пространственной дифференциацией щелочно-кислотных условий и содержания нефтепродуктов. Так, в отобранных поблизости Малого грифона пробах концентрация нефтепродуктов почти 25г/кг, тогда как в 100 м ниже по течению от отгороженного дамбой участка протоки – не более 18 мг/кг почвы (рис.4).

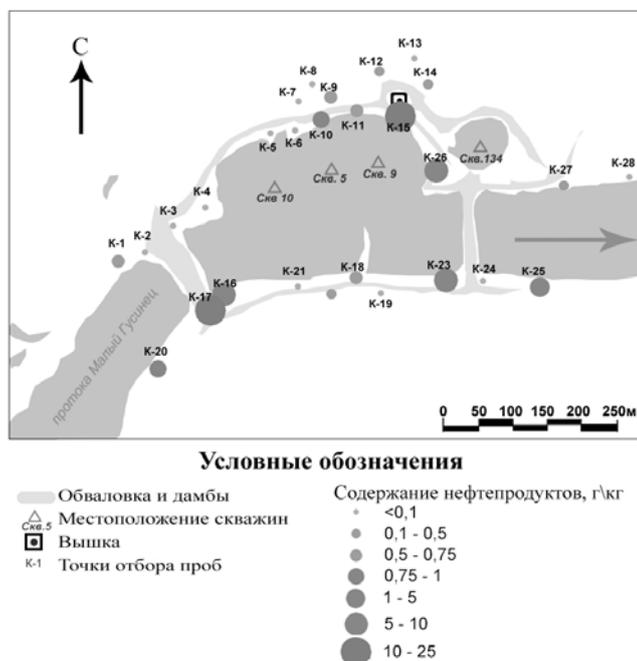


Рис. 4 Остаточное содержание нефтепродуктов, аварийный участок.

Загрязнение нефтепродуктами и пересыпка субстратом привели к тому, что значения рН также имеют существенный разброс. Наиболее часто встречается кислая и слабо-кислая реакция среды (рН = 4,7 – 5,8), эти значения несколько выше фоновых для почв средней и низкой поймы. Однако, встречаются как более низкие, так и значительно более высокие значения. Так, дерновые глеевые

маломощные почвы за пределами обваловки отличает рН около 3,8, а дерновые маломощные почвы в пределах обваловки – максимальные для аварийного участка значения рН: 7.4 – 8.2.

Подобная контрастность значений говорит о высокой степени нарушенности почвенного покрова.

Изменения растительного покрова на аварийном и безаварийных участках. Механические воздействия на растительный покров, вызванные движением транспорта, рытьем траншей, воздействием насыпей, вертикальной планировкой поверхности, горными работами зачастую приводят к полной гибели естественного растительного покрова. В результате пересыпки техногенным субстратом, зачастую со снятием органо-минерального горизонта, на техногенных площадках, части дорог, а также на обваловке и дамбе на аварийном участке процесс почвообразования начался заново. Образовавшиеся пионерные группировки отличаются бедностью видового состава и малым проективным покрытием. На аварийном участке ситуация осложняется тем, что насыпные сооружения регулярно подновляются, а также их площадь растет в результате склоновых процессов.

На песках дамбы встречаются монодоминантные, образованные овсяницей Ричардсона (*Festuca richardssonii*) с низким проективным покрытием растительные группировки, отдельные группы накипных лишайников. Сходная ситуация отмечается на поверхности обваловки, но здесь отмечается карликовость растений, доминирование душистого колоска альпийского (*Poaeseae-Anthoxanthum alpinum*), наличие (фрагментарно) напочвенного яруса, представленного зелеными мхами. В пределах обваловки можно условно выделить три преобладающие типа сообществ: это разнотравно-осоковые и осоко-пушицевые, имеющие достаточно высокое проективное покрытие (до 90%) и тяготеющие к переувлажненным участкам и занимающие более возвышенные участки группировки с низким, до 30% проективным покрытием. Они представлены накипными лишайниками и редко встречающимися белозором болотным (*Parnássia palústris*), овсяницей Ричардсона и кустиками ивы арктической (*Salix arctica*). В пределах обваловки отмечаются случаи некроза ивы сизой (*Salix glauca*), включение такого инвазивного вида, как борщевик Сосновского (*Heracléum sosnóvskyi*), однако ниже по течению от обваловки видовое богатство растительных сообществ быстро возрастает.

На аварийном участке отмечается нарушение пространственной структуры растительного покрова: появление таких линейных объектов, как дамба и обваловка, приводят к перераспределению влаги и влияю на очертания площадей, занимаемых каждым из фитоценозов: они изменяются в согласии с их очертаниями. Из-за увеличения контрастности в перераспределении влаги поблизости от насыпей и обваловок отмечается уменьшение занимаемых растительными сообществами площадей и большая мозаичность растительного покрова, выраженная в смене сообществ по мере удаления от насыпи. Заметно большие площади, чем на фоновом пойменном участке, занимают осочки с пушицей влагалищной. Устойчивость этих видов к загрязнению не раз отмечалась в литературе [10] и, по всей видимости, они могут играть роль фитоиндикаторов загрязнения [4, 16].

Участок поблизости расположенной на надпойменной террасе безаварийной скважины отличается несколькими чертами: во-первых, пересыпка песком и нарушения естественного растительного покрова привели к увеличению площади песчаных раздувов. Этот вопрос уже обсуждался в литературе [8], однако необходимо отметить то, что в пионерных группировках на песках встречается кипрей узколистный (*Epilóbium angustifolium*) и мелкоцветковый (*Epilobium parviflorum*), а также разнообразие злаки. Значительно возрастает видовое богатство растительных сообществ при удалении от технических площадок: увеличивается число видов сосудистых растений, встречаются виды, занесенные в Красную книгу округа [9], например лядьян трехнадрезный (*Corallorhiza trifida*), кощачья лапка ворсоносная (*Antennaria villifera*), жирянка альпийская (*Pinguicula alpina*).

Изменения видового состава, снижение его разнообразия и увеличение роли бореальных видов, появление инвазивных видов растений, а также такого синантропного вида, как подорожник ланцетолистный (*Plantágo lanceoláta*) говорят о том, что, несмотря на большие темпы сукцессии, пойменные фитоценозы испытывают не меньшую нагрузку, чем фитоценозы надпойменных террас.

Выводы

Наибольшие изменения морфологических свойств почв характерны для аварийного участка, где отмечается: изменение цвета органо-минеральных горизонтов (преобладание темно-серых, черных и темно-коричневых тонов в окраске вследствие загрязнения нефтепродуктами), усиление признаков оглеения (сизых и охристых пятен), изменение формы границ почвенных горизонтов (появление крупно-языковых и кармановидных границ), появление специфического запаха нефтепродуктов и корки нефтепродуктов на поверхности дерновых глеевых почв в прибрежной полосе водохранилища. В меньшей степени подобные изменения наблюдаются на безаварийных участках.

Выявлены изменения щелочно-кислотных условий в почвах на аварийном участке, выражающиеся в подщелачивании верхних горизонтов (рН = 8.2) и увеличении пространственной дифференциации почв по данному параметру, с изменением реакции от кислой до слабощелочной. Смещение реакции в сторону нейтральной и слабощелочной характерно также для верхних горизонтов дерновых почв на техногенных наносах и в пределах площадок безаварийных скважин.

Наблюдается аккумуляция нефтепродуктов в органо-минеральном горизонте почв, занимающих понижения поблизости безаварийных скважин, а также в донных отложениях. На аварийном участке максимальные концентрации нефтепродуктов приурочены к источникам их поступления в почвы.

Перераспределение влаги и снежного покрова зимой, появление таких линейных объектов, как обваловка, приводят к увеличению мозаичности почвенного покрова и подтоплению.

Изменения пространственной структуры растительного покрова и видового разнообразия, появление значительных площадей, занятых пионерными группировками отмечаются повсеместно поблизости от источников воздействия. На аварийном участке также заметны морфологические изменения у ивы сизой (*Salix glauca*). В зоне воздействия безаварийных скважин произрастают виды, включенные в Красную книгу округа.

В целом, направления трансформации почв и растительного покрова сходны с описанными в литературе. Рекультивационные мероприятия рано считать окончательными, так как например, на аварийном участке, содержание нефтепродуктов в 25 раз превышает нормативы для рекультивируемых земель, принятые в округе.

Литература

1. Региональные нормативы допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах и донных отложениях водных объектов после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ненецкого автономного округа. – Нарьян-Мар, 2011. – 28с.
2. Анисимова Н. П. Криогидрогеохимические особенности мерзлой зоны / Н. П. Анисимова. – Новосибирск: Наука, 1981. – 153с.
3. Белов Н. П. Почвы Мурманской области. / Н.П. Белов, А. В. Барановская. – Л.: Наука, 1969. – 99 с.
4. Иванова Н.А. Особенности фотосинтетической активности и пигментного аппарата растений в условиях нефтяного загрязнения на территории Среднего Приобья / Н.А. Иванова, Л. Е. Корчагина // Естеств. науки, 2012. т.№ 1.- С.37-46
5. Игнатенко И.В. Почвы восточно-европейской тундры и лесотундры. / Игнатенко И. В. – М.: Наука, 1979.– 278 с.
6. Карта растительности европейской части СССР. М 1: 2 500 000. БИН АН СССР. М.: ГУГК, 1974.
7. Комплексная оценка воздействия всех планируемых работ по разработке Кумжинского месторождения на природные экосистемы ГПЗ «Ненецкий» и в целом р. Печора, Коровинской и Печорских губ. отв. исп. В.Н. Макаревич, – М.: 2009 – 308 с.
8. Кулюгина Е. Е. Флора и растительность песчаных обнажений Припечерских тундр: Автореф. дис. к.б.н. / Е.Е. Кулюгина– Сыктывкар, 2004. 26 с
9. Лавриненко О.В. Красная книга Ненецкого автономного округа / О.В. Лавриненко, И.А. Лавриненко. – Нарьян-Мар: ГУП НАО "Ненецкий информационно-аналитический центр", 2006. — 450 с: ил.
10. Воздействие изменений климата и антропогенной нагрузки на экосистемы острова Вайгач / М. С. Стишов, О. Н. Липка, А. И. Постнова, и др. // Вестник Пермского университета. Сер.: Биология. - 2013. - Вып. 2. - С. 53-58.
11. Суходровский В.Л. Экзогенное рельефообразование в криолитозоне. / Суходровский В.Л - М., Наука, 1979. - 277 с.
12. Тишков А.А. Экологическая реставрация нарушенных экосистем Севера. / Тишков А.А. – М. Изд-во УРАО, 1996. – 116 с.
13. Feedbacks from arctic and boreal ecosystems to climate / Chapin, F. S., III, McGuire, A. D., Randerson, J., et al // Global Change Biol. – 2000. – No 6. – P. 211–223.
14. Chuvilin E. M. An experimental investigation of the influence of salinity and cryogenic structure on the dispersion of oil and oil products in frozen soils / E. M. Chuvilin, E. S. Miklyaeva // Cold Reg. Sci. Technol. 2003. – No 37. – P. 89–95.
15. Assessment of undiscovered oil and gas in the Arctic / D. L. Gautier, K. J. Bird, R. R. Charpentier, et al // Science 29 May. – 2009. – Vol. 324, No. 5931. – 1175-1179 pp.
16. Wiecek M. Water mites as potential long-term bioindicators in formerly drained and rewetted raised bogs / M. Wiecek, P. Martin, A. Lipinski // Ecological Indicators. – Vol 34, November 2013. – 332–335 pp.
17. Williams P. J. Permafrost and climate change: geotechnical implications / P. J. Williams // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – 1995. – 352. – 347–358 pp.
18. Biodegradation of petroleum hydrocarbons in contaminated clayey soils from a sub-arctic site: The role of aggregate size and microstructure / Wonjae Chang, Ali Akbari, Jessica Snelgrove, Dominic Frigon, Subhasis Ghoshal // Chemosphere. – Volume 91, Issue 11. – June 2013. – 1620–1626 pp.

Анотація. Никонова А.Н. Вплив розробки Кумжинського газоконденсатного родовища на компоненти екосистем дельти Печори (Ненецький автономний округ) Довга історія моніторингу після аварії, що сталася більше 30 років тому, унікальність методів її усунення і створення заповідника на території Кумжинського газоконденсатного родовища роблять його найцікавішим об'єктом для спостереження за реакцією заплавної екосистем тундрової зони на техногенне навантаження. У даній роботі описані основні локальні джерела забруднення в дельті Печори, природний стан ґрунтів і рослинного покриву, перераховані їх морфологічні зміни в результаті механічного та геохімічного впливу після аварії 1980 року. Описано еколого-геохімічні наслідки забруднення нафтопродуктами ґрунтів і донних відкладень, як в зоні аварії, так і поблизу безаварійно функціонуваних свердловин.

Ключові слова: забруднення, вуглеводні, Печора, тундра, газоконденсат, аварія на промислі, заплавні ґрунти

Abstract. Consequences of accident on Kumzhinskoye gas field have more than 30 years of monitoring history. Unique methods were used to stop the hydrocarbon inflow and establishing of Nenetsky nature reserve made this site very interesting for observing the reaction of the floodplain ecosystems of the tundra zone on human impact. Main local sources of hydrocarbon contamination are listed down, the natural state of soils and vegetation is described, as well as their morphological changes due to mechanical and geochemical influence after the accident in 1980. The consequences of hydrocarbon contamination in floodplain ecosystems of high latitudes are described as a comparison of changes of soils, bottom sediments and plant communities near the accident site and trouble-free wells.

Keywords: hydrocarbons, contamination, soil sampling, tundra, Pechora, gas condensate, oil spill, gelsols.

Поступила в редакцію 31.01.2014 г.