

## **СВОЙСТВА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ПОСЛЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЬЮ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

**Проведены полевые и лабораторные исследования физических и химических свойств рекультивированных разными методами тундрово-глеевых почв республики Коми в сравнительном анализе с фоновыми почвами. Показано, что главным итогом рекультивации является коренное изменение свойств почв, обусловленное целым рядом причин в зависимости от типа рекультивации: изменением рельефа, воднофизических свойств почв, формированием иного режима функционирования и другой направленности эволюции данных почв.**

**Ключевые слова:** загрязнение почв нефтью, рекультивация почв, тундрово-глеевые почвы, физические свойства почв, содержание нефтепродуктов в почве.

В последнее время наблюдается увеличение объемов добычи нефти в северных районах нашей страны и, как следствие, участились аварии в местах добычи и транспортировки нефти. Разливы нефти ведут к сильнейшей деградации растительного и почвенного покровов, загрязнению поверхностных вод. Трофимов С.Я., Розанова М.С. (2002) отмечают, что загрязнение почв нефтью – особый вид загрязнения, приводящий к глубокому изменению всех основных характеристик почвы, формированию новых свойств, не характерных для исходной незагрязненной почвы. Активно разрабатываются и применяются на практике различные способы рекультивации нефтезагрязненных ландшафтов. Однако для условий северных областей России имеются свои особенности, ведущие к снижению хорошо зарекомендовавших себя способов биоремедиации, – низкие температуры воздуха и почвы, короткий период вегетации, высокая обводненность территорий. Поэтому основные способы очистки в данных районах – механические, физико-химические и биологические, преимущественно фиторемедиация. Нефтезагрязненные территории, включая рекультивированные территории, сохранившие в почвенном покрове остаточные количества нефти, занимают все большие площади. В настоящее время существующие методы очистки территорий, рекультивации почв направлены в первую очередь на снижение токсичности почв до величин, принятых как безопасные для окружающей среды, и на создание растительного, как правило, травянистого покрова. За рамками остаются и вопросы дальнейшего развития, трансформации и эволюции почв.

Целью нашей работы явилось исследование свойств тундрово-глеевых почв, подвергнутых различным способам рекультивации. Были поставлены следующие задачи:

- 1) Исследовать основные физические и химические свойства рекультивированных почв
- 2) Провести сравнительный анализ остаточных количеств нефтепродуктов в исследованных почвах.

### **Объекты и методы исследования**

Объектом исследования послужил почвенный покров участка, подвергнувшегося нефтяному загрязнению, площадью 76,55 га, расположенный вблизи нефтепровода «Возей – Головные сооружения» (66°25'с.ш., 57°18'в.д.) в Усинском районе на севере Республики Коми. Участок находится на 55 км федеральной трассы Усинск – Нарьян-Мар в 5 км от русла реки Колва, на ее левом берегу. Рельеф изучаемой территории представлен холмистой мореной равниной, гидрографическая сеть сильно развита. Средняя годовая температура с 1940 по 2004 г. -3,1 °С, средняя температура в июне +10 °С, средняя температура в январе -18,8 °С.

После того, как в 1994 году произошла крупная авария, в окружающую среду попало, по разным оценкам, от 60 до 150 тыс. тонн сырой нефти. В период с 1994 г. по 2010 г. проводились работы по рекультивации данной территории пятью способами. (1) Промывка загрязненной почвы на специализированной установке для твердых нефтешламов и размещение ее на исходное место; (2) сбор нефти и запахивание оставшейся; (3) замена загрязненного слоя песчаным с размещением на его поверхности почвы, обогащенной осадками сточных вод, слоем мощ-

ностью 15–30 см; (4) сбор нефти; (5) сжигание нефти; размещение на поверхности незагрязненного грунта. Причем для вариантов 1, 2, 3, и 5, кроме того, были проведены агротехнические мероприятия: боронование, внесение минеральных удобрений, высев злаков. Каждая рекультивированная площадка была обрамлена вром глубиной 0,5–1 м с целью снижения уровня почвенно-грунтовых вод и вытеснения нефтесодержащей жидкости при минусовых температурах. Второй и четвертый способы рекультивации активно применяются в настоящее время как методы быстрого сбора разлившейся нефти и отправки ее в транспортный нефтепровод. Очевидным минусом является невозможность удовлетворительной очистки почв и необходимость запахивания несобранных нефтепродуктов. Наиболее подробно нами был исследован 3-й способ рекультивации, имеющий преимущество в виде наиболее полной очистки почвенного покрова, однако сильно меняющий почвенно-гидрологические, а зачастую и литологические и геоморфологические условия. Сжигание нефти (способ 5) в настоящее время не используется.

Работы были проведены в августе 2011 года и июле 2012 г. Всего было заложено 12 разрезов с учетом способов рекультивации почв, проведено их морфологическое описание, описание растительного покрова. Было проведено послойное определение плотности почв и коэффициента фильтрации, отобраны образцы почв [2]. В лабораторных условиях были получены профильные распределения содержания основ-

ных питательных элементов (азота, фосфора, калия, органического углерода), нефтепродуктов, гранулометрического состава почв.

### Результаты и обсуждение

Исследования плотности почв показало, что во всех вариантах верхняя часть профиля имеет низкие значения, что обусловлено высоким содержанием органических веществ (рис. 1 а). Причем в вариантах, в которых не было произведено перемещения почвенных масс (варианты 2, 4) плотность почвы меньше единицы, что соответствует фоновым значениям. Сильное уплотнение почвы с глубины 20 см в третьем варианте обусловлено подстиланием песчаного слоя.

Коэффициент фильтрации верхнего слоя во всех вариантах имеет высокие значения, причем в 4 и 5 вариантах избыточно высокие на фоне сильного варьирования абсолютных величин. Обращает на себя внимание вариант 3, в котором на глубине 10–20 см происходит резкое падение влагопроводности до почти нулевых значений, и постепенный рост фильтрации с глубиной в песчаном слое.

В профиле фоновой почве величины рН находятся в диапазоне 6,0–6,5, что представляет собой типичные значения для данных почв. Такие же значения к настоящему времени обнаружены во первом варианте. Наибольшие величины (в среднем от 6,63 на поверхности и до 7,57 на глубине 30 см) в 3-м варианте рекультивированных почв обусловлены сильными начальными изменениями свойств почв, включая вещественный состав. В остальных вариантах про-

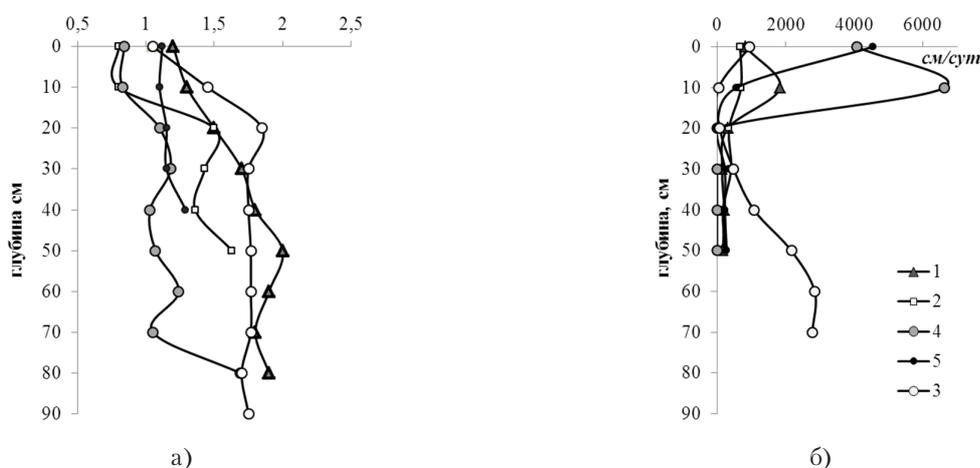


Рисунок 1. Профильные распределения физических свойств почв (средние значения): а) плотность почв, г/см<sup>3</sup>; б) коэффициент фильтрации, см/сут.

фильные распределения рН приобрели дифференцированный характер, и значения колеблются в диапазоне 5,3–6,67. В исследуемых почвах наблюдаются закономерно низкие содержания питательных элементов – азота, фосфора и калия.

Методом капиллярной газожидкостной хроматографии была определена остаточная загрязненность рекультивированных почв техногенными углеводородами по следующим показателям: суммарному содержанию углеводородов, содержанию среднекипящей (С14–С23) и высококипящей (С24–С34) фракций (рис.2). Наиболее загрязнен к настоящему времени участок 2, на котором был осуществлен поверхностный сбор нефти и запахивание оставшейся. К настоящему времени суммарное содержание углеводородов в поверхностном слое продолжает оставаться очень высоким и достигает 340000 мг/кг. Высокие значения обнаружены и для участка 2.

Суммарное содержание углеводородов в фоновых почвах не превышает 580 мг/кг. Близкие значения наблюдаются в третьем варианте рекультивированных почв, что свидетельствует о хорошем удалении нефтезагрязнения при данном способе очистке почв. Участок 4 имел видимую пространственную неоднородность загрязнения нефтепродуктами, поэтому образцы были отобраны их двух точек – с визуализированного загрязненного пятна и с периферийного участка. Разница между ними в суммарном содержании нефтепродуктов превысила 30%.

Коэффициент отношения низкокипящей фракции к высококипящей характеризует интенсивность миграции нефтепродуктов [1]. Повышенное значение параметра свидетельствует об относительном накоплении более миграционно активных углеводородов, а пониженное – о доминировании выноса этих веществ над накоплением. Это соотношение оказалось равным 0,25 (вар.1), 0,5 (вар.2), 0,26 (вар.3), 0,6 (вар.4 – нефтяное пятно), 0,3 (вар.4 – периметр). Таким образом, в варианте 2 и на загрязненных пятнах варианта 4, количество миграционно активных фракций составило более половины, в остальных вариантах – менее трети от общего количества. Это свидетельствует о том, что территории, на которых был произведен сбор нефти без ее удаления на специализированных установках,

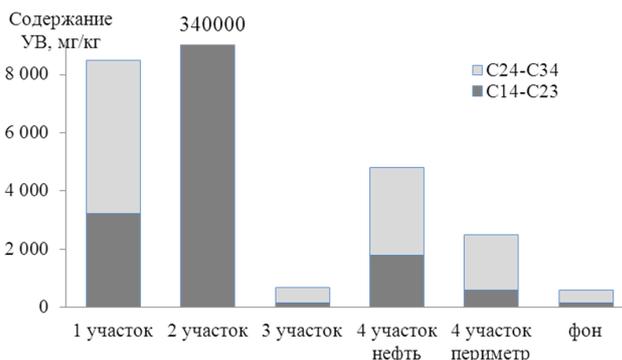


Рисунок 2. Распределение фракций углеводородов в поверхностных горизонтах участков, рекультивированных разными способами

продолжают содержать фракции, которые способны к активной миграции при соответствующих условиях. Сохранение этих фракций в профиле рекультивированных почв связано не только с их низкой биологической активностью, но обусловлено и спецификой гидрологического режима данных почв. Именно эти варианты являются наиболее обводненными, а рельеф имеет замкнутые контуры, и возможности для латеральной миграции очень ограничены.

### Заключение

Таким образом, полевые и лабораторные исследования показали чрезвычайно высокую пестроту физических и химических свойств почв, сохранившуюся к настоящему времени и обусловленную, в первую очередь, спецификой проведенных мероприятий при очистке почвенного покрова.

Анализ содержания остаточных количеств нефтепродуктов в почвах показал, что наибольшее загрязнение с присутствием фракций нефти, способных к миграции, содержится в тех вариантах почв, в которых был применен сбор нефти с поверхности. Консервация нефтепродуктов на данных участках, по видимому, обусловлена спецификой водного режима почв и особенностями рельефа. Участки, на которых было произведено срезка загрязненного слоя, его очистка и дальнейшее возвращение на исходное место, преобладают высококипящие наиболее инертные фракции нефтепродуктов.

30.08.2013

**Список литературы:**

1. Ермолкин В.И., Керимов В.Ю. Геология и геохимия нефти и газа. М.:Недра, 2012. 460 с.
2. Трофимов С.Я., Розанова М.С. Изменение свойств почв под влиянием нефтяного загрязнения // Деградация и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 2002. С. 359-373.

Сведения об авторах:

**Ежелев Захар Сергеевич**, аспирант кафедры физики и мелиорации почв Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, e-mail: ejelevsoil@gmail.com

**Умарова Аминат Батальбиевна**, профессор кафедры физики и мелиорации почв Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, доктор биологических наук, e-mail: a.umarova@gmail.com

**Гончарук Надежда Юрьевна**, доцент кафедры земельных ресурсов и оценки почв Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, кандидат биологических наук, e-mail: n\_goncharuk@mail.ru

**Завгородняя Юлия Анатольевна**, научный сотрудник Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, кандидат биологических наук, e-mail: Zyu99@mail.ru

**Ежелева Александра Сергеевна**, аспирант кафедры земельных ресурсов и оценки почв Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, e-mail: a.ezheleva@mail.ru

**UDC 631.43**

**Ezhelev Z.S., Umarova A.B., Goncharuk N. Y., Zavgorodnyaya J.A., Ezheleva A.S.**

Lomonosov Moscow State University, Faculty of soil science, e-mail: ejelevsoil@gmail.com

**PROPERTIES TUNDRA SOILS IN THE NORTH OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA REMEDIATED AFTER OIL POLLUTION**

Conducted field and laboratory studies of physical and chemical properties of remediated different methods tundra-gley soils of the Republic of Komi in the comparative analysis with background soils. It is show the main outcome of reclamation is the radical change of the properties of soils due to a number of reasons depending on the type of reclamation: change in topography, water-physical properties of soils, formation of a regime of functioning and other direction of the evolution of data soils.

Key words: oil pollution of soils, soil remediation, tundra-gley soils, soil physical properties, the content of oil products in the soil.

**Bibliography:**

1. Ermolkin V.I., Kerimov V.Y. Geology and Geochemistry of oil and gas. M: Nedra.2012. 460 p.
2. Trofimov S.J., Rozanova M.S. Change the properties of soils under the influence of oil pollution // Degradation and soil protection. M:MSU Publishing house, 2002. Pp. 359-373.