

УДК 504.054: 631.416
AGRIS P01

<http://doi.org/10.5281/zenodo.2538823>

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЕПЛАНТОЗЕМА В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННОМ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОМ УЧАСТКЕ

©Иванова Н. А., канд. биол. наук, Нижневартковский государственный университет,
г. Нижневартовск, Россия, ivanovanina96@mail.ru

©Мальгина С. П., Нижневартковский государственный университет,
г. Нижневартовск, Россия, malginasp@gmail.com

©Александрова А. А., Нижневартковский государственный университет,
г. Нижневартовск, Россия

©Шаяхметова Р. И., Нижневартковский государственный университет,
г. Нижневартовск, Россия, 19raj83@rambler.ru

THE CHEMICAL COMPOSITION OF REPLANTOZEM IN THE RECOVERY PROCESS IN THE RECULTIVATED AREA

©Ivanova N., Ph.D., Nizhnevartovsk State University,
Nizhnevartovsk, Russia, ivanovanina96@mail.ru

©Malgina S., Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia, malginasp@gmail.com

©Aleksandrova A., Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia

©Shayakhmetova R., Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia, 19raj83@rambler.ru

Аннотация. Изучен химический состав реплантозема в процессе восстановления на рекультивированном нефтезагрязненном участке: pH почвенного раствора, содержание нефтепродуктов, хлорид ионов, фосфора, марганца, кальция, железа, алюминия, аммония и магния, а также органики. Определена активность протеолитических ферментов протеазы и целлюлазы в субстратах почвы. Целью работы являлось наблюдение за изменением химического состава реплантоземов в процессе их самовосстановления. Пробы отбирались на территории Советского месторождения. Методы исследований: pH водный — кондуктометром inoLab 740, количество органического углерода — методом определения органического вещества фотометрическим методом Тюрина по ЦИНАО для минеральных почв, общее Fe₂O₃, валовое содержание Al₂O₃, MnO₂, подвижные формы фосфора P₂O₃. Результаты показали уменьшение концентрации нефтепродуктов, показатель pH сдвигается в нейтральную сторону, уменьшение хлоридов. По данным результатам нельзя сделать вывод о процессе восстановления участка. Содержание хлоридов и углеводов уменьшилось, но другие показатели не восстановились, концентрации их ниже контроля вдвое и более. Определили активность протеолитического фермента протеазы и целлюлазы в субстратах почвы. Проведена математическая и статистическая обработка материала. Выявлена корреляционная зависимость активности ферментов к химическим показателям. Выявлена необходимость дополнить мелиоративные мероприятия к современным этапам рекультивации.

Abstract. The chemical composition of the replantozem in the recovery process on the reclaimed oil-polluted area was studied: pH of the soil solution, the content of oil products, chloride of ions, phosphorus, manganese, calcium, calcium, iron, aluminium, ammonium and magnesium, as well as organic matter. The activity of the proteolytic enzyme protease and cellulase

in soil substrates was determined. The aim of the work was to monitor changes in the chemical composition of replantozem in the process of their self-healing. Research methods: pH of water — by inoLab 740 conductometer, organic carbon amount — by the method of determining the organic matter by the photometric method of Tyurin according to TsINAO for mineral soils, total Fe₂O₃, total Al₂O₃, MnO₂, mobile forms of P₂O₃ phosphorus. the results showed a decrease in the concentration of petroleum products, the pH shifts in a neutral direction, a decrease in chlorides. According to these results, it is impossible to conclude the process of restoration of the site. The content of chlorides and hydrocarbons has decreased, but other indicators have not recovered, their concentrations are lower than control by half and more. Determined the activity of proteolytic enzyme protease and cellulase in soil substrates. Mathematical and statistical processing of the material. Revealed a correlation dependence of the activity of enzymes to chemical indicators. The need to add reclamation measures to the modern stages of reclamation was identified.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, нефтепродукты, почва, реплантоземы, самовосстановление, рекультивация, элементный состав, химические показатели.

Keywords: oil pollution, oil products, soil, replantozems, self-healing, recultivation, elemental composition, chemical indicators.

Развитие нефтяной и газовой добывающей промышленности на территории Среднего Приобья началось с середины 60-х годов прошлого столетия. Нефтегазодобывающая промышленность в пределах Нижневартовского района занимает 31,2% от всей его площади [1]. Изучение вопросов восстановления рекультивированных нефтезагрязненных земель весьма актуально для данной территории. Проблемы с восстановлением нарушенных земель многообразны, одни и те же мероприятия в различных условиях приводят к разным результатам, причины — незнание природных особенностей рекультивируемых биотопов [2–4].

Под термином «самовосстановление» подразумевается естественное восстановление природного объекта без какого-либо вмешательства человека, при котором происходит смена растительного и микробного сообщества [5]. Самовосстановление почв начинается с участия почвообразовательного биогенно-аккумулятивного процесса и трансформации органического вещества [6]. С восстановлением биотической компоненты экосистемы (растительные сообщества, животные и микроорганизмы) начинается процесс регенерации почв, что способствует накоплению и преобразованию органического вещества [6–8]. В природных условиях существует баланс между процессами синтеза и распада органических веществ, благодаря которому вещественный состав, структурное состояние и плодородие почв поддерживается на оптимальном уровне в экосистеме [9]. Изучению трансформации почв таежной зоны Западной Сибири посвящено немного работ. Наиболее крупные исследования в области геохимии ландшафтов, в которых рассмотрены вопросы миграции и аккумуляции нефтяных загрязнений в ландшафтах таежной зоны Западной Сибири, проведены сотрудниками кафедры географии почв и геохимии ландшафтов МГУ в 1980-1990 гг. [10–11].

Реплантоземы конструируются в ходе рекультивационных мероприятий, проводимых на нефтезагрязненных участках земель. Искусственно сконструированные почвоподобные тела в виде реплантозем являются основой для самовосстановления растительного покрова [12].

Целью работы являлось наблюдение за изменением химического состава реплантоземов в процессе их самовосстановления.

Материал и методика

Пробы отбирали на территории Советского месторождения, в течение четырех лет (2014-2018 гг.). В лаборатории физикохимических исследований НВГУ получены данные: рН водный — кондуктометром inoLab 740, количество органического углерода — методом определения органического вещества фотометрическим методом Тюрина по ЦИНАО для минеральных почв, общее Fe_2O_3 , валовое содержание Al_2O_3 , MnO_2 , подвижные формы фосфора P_2O_3 [13–14].

Месторождение Советское НМ (ХМАО) находится в Нижневартовском районе Тюменской области (Рисунок 1). Участок располагается в смешанном лесу. Зональная принадлежность — таежная природная зона, подзона средней тайги. В пределах нарушенной площадки растительный покров, занимает около 70% общей площади, и представлен окраиной смешанного леса. Почва дерново-подзолистая.



Рисунок 1. Схема расположения и границы лесного участка Советского нефтяного месторождения, ХМАО-Югра.

Климат данного региона резко континентальный. Зима суровая, холодная, продолжительная. Лето короткое, теплое. Короткие прохладные сезоны — осень, весна. Характерны поздние весенние, ранние осенние заморозки. Безморозный период очень короткий. Резкие колебания температуры происходят в течение года и даже суток.

Среднегодовая температура воздуха — $-3,6^{\circ}C$. Продолжительность периода с отрицательными температурами — 200 дней.

Осадков в районе выпадает много, особенно в теплый период — с апреля по октябрь — 467 мм. Соответственно держится высокая влажность воздуха, средняя относительная влажность меняется от 70% до 79% [15]. В геолого-литологическом строении участка изысканий принимают участие грунты поздне-четвертичного возраста, аллювиального и озерно-аллювиального происхождения. Представлены суглинки от полутвердой до текучей консистенции, болотного и техногенного происхождения. Присутствуют торф и техногенными насыпи. Территория находится в условиях избыточного увлажнения, где преобладают процессы болотообразования [16].

На исследуемой территории произошла авария в конце мая 2015 г. с разливом нефти с подтоварной водой. В том же году проведены мероприятия по ликвидации ее последствий:

обвалование и отсыпка минеральным грунтом (песком). В середине июня 2015 г. на участке были отобраны пробы для изучения минерального состава реплантоземов с глубины 0-20 см.

Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования выявили загрязнение минеральных грунтов высокоминерализованной водой и нефтепродуктами. Содержание нефти в местах загрязнения почвы составило 10626 ± 2656 мг/кг. Оно превысило региональные нормативы ДОСНП (допустимое остаточное содержание нефти в почве — 5 г/кг) в 2,125. Степень загрязнения участка (в соответствии с типовыми проектами на рекультивацию загрязненных земель) была поставлена — слабая. Водородный показатель составил $6,5 \pm 0,3$, хлориды (водная вытяжка) $55,5 \pm 11,1$ мг/кг. В 2016 г. был проведен биологический этап рекультивации, участок засыпали торфом.

На протяжении четырех лет проведены исследования данного участка по содержанию нефтепродуктов, хлорид-ионов и водородному показателю. Результаты показали значительное уменьшение концентрации нефтепродуктов в период 2015-2017 гг. [17]. В 2018 г. их содержание составляло от 84 до 433 мг/кг (Рисунок 2).

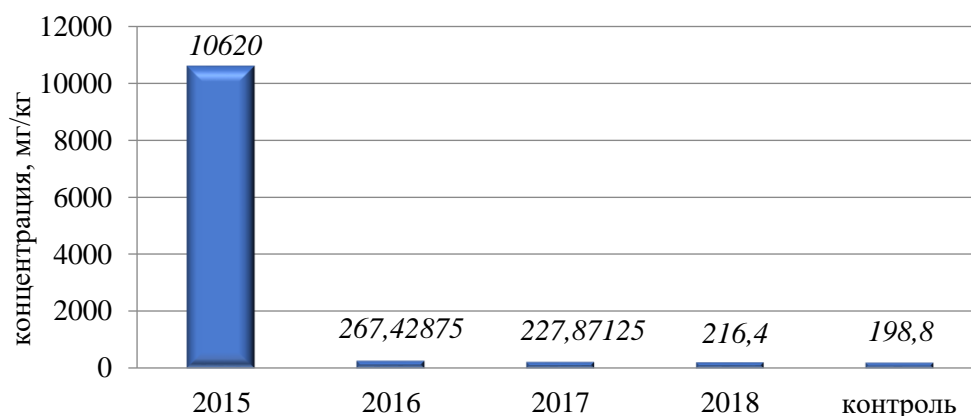


Рисунок 2. Содержание нефтепродуктов в реплантоземе изученных участков.

Закономерностей миграции нефти и нефтепродуктов в почве не выявлено, кроме резкого уменьшения в 2016 г. Можно предположить, что на их концентрацию влияют различные факторы: вымывание, взаимоотношения с почвенной массой, растворимость компонентов нефти, плотность и вязкость нефтепродуктов, уклон местности и др. На подвижность и доступность растениями практически всех элементов питания оказывает значительное влияние величина рН почвенного раствора. Например, усвояемость фосфора максимальна при рН 6,5 и снижается как в более кислой, так и в щелочной среде. В кислых почвах повышается растворимость соединений железа, марганца, алюминия, бора, меди, цинка; при избытке этих элементов продуктивность растений снижается [3, 11].

Фоновые почвы гумидных ландшафтов имеют кислую реакцию среды, по литературным источникам от 3,1 до 5,4 значения рН водных растворов. При больших техногенных нагрузках, в том числе нефтяном загрязнении почв, данный показатель может сдвигаться в слабо-кислую и нейтральную сторону. За изученный период в верхнем горизонте реплантозема наблюдалась такая же закономерность. В 2015 г. рН почвенного раствора приближалась к нейтральной, в 2016 г. данный показатель сместился в кислую сторону, в 2017-2018 гг. в слабо-кислую (Рисунок 3). Эти процессы, по литературным источникам, могут длиться в зависимости от конкретных условий от 4 до 10 лет [3].

Спутником нефти всегда бывает минерализованная вода, которая интенсивно воздействует на почву. В ее составе значительную роль играют водорастворимые хлориды. Вымывание из загрязненных почв наиболее подвижных соединений приводит к уменьшению в растворах хлоридов. Происходит освобождение поверхностных горизонтов почв за счет частичного перемещения солей в нижнюю часть профиля или вымывания за края ареала [3].

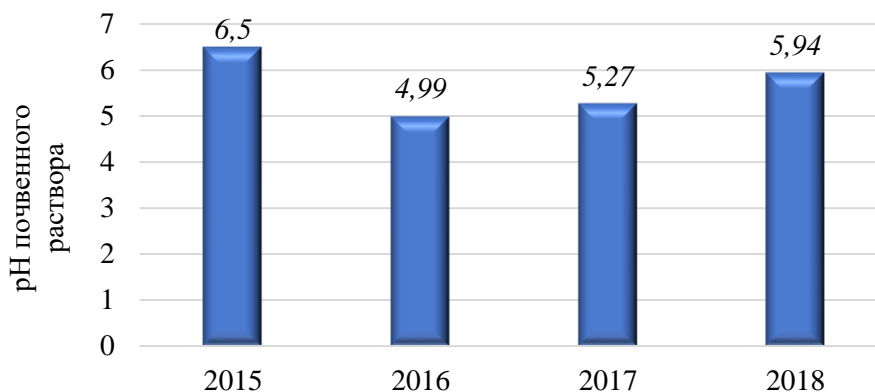


Рисунок 3. Особенности pH почвенного раствора на изученных опытных площадках.

Изучение динамики хлорид-ионов в водном растворе реплантозема выявило следующую закономерность: в 2015 г. их содержание было низкое, в 2016 г. — возросло почти в пять раз, в 2017 г. и 2018 г. — снижалось ниже уровня 2015 г. (Рисунок 4).

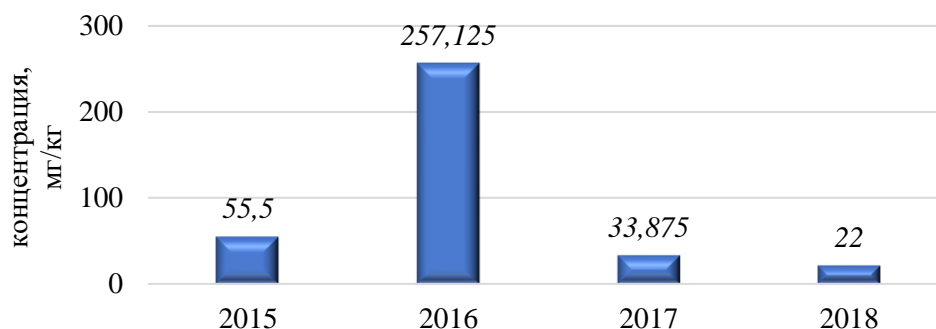


Рисунок 4. Содержание хлорид-ионов в водном растворе реплантозема.

Элементный состав в химии почв и в почвоведении – важнейший показатель химического состояния почв, их свойств и генезиса. Он используется для оценки потенциального плодородия почв [18]. Нами изучены изменения в содержании некоторых химических элементов: фосфора, марганца, кальция и магния, железа, аммония, алюминия (Таблица 1).

За время исследования зафиксированы определенные изменения валового состава трансформированных почв. Значительным изменениям подвергалось содержание некоторых химических элементов: фосфора, кальция, железа, аммония. Практически все изученные элементы изменяли в течение периода исследований свое содержание. При загрязнении, как правило, наиболее резко меняется содержание ионов, определяющих кислотность почв: катионов водорода и алюминия. Происходит их активное вытеснение. Повышенное содержание подвижных соединений алюминия оказывает негативное влияние на растения; в их присутствии образуются труднорастворимые фосфаты алюминия, фосфор которых при старении и кристаллизации осадков становится малодоступным растениям.

Таблица 1.

СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
 В ПОЧВЕННОМ РАСТВОРЕ ПРОБ РЕПЛАНТОЗЕМА (массовые доли)

Параметры	2016	2017	2018
Фосфор	133,19±25,15	31,29±12,76	23,59±11,65
Марганец	27,66±14,29	9,55±4,51	2,44±1,25
Кальций	0,0022	0,0129	0,0344
Магний	0,0038	0,0000	0,0219
Железо	0,835±0,26	0,781±0,206	0,605±0,209
Аммоний	0,173±0,05	5,68±1,18	6,62±2,95
Алюминий	0,76±0,23	0,62±0,33	0,66±0,32

С повышением щелочности концентрация алюминия понижается, за счет образования труднорастворимых соединений. В исследуемых пробах имеется тенденция уменьшения содержания алюминия с 0,76 мг/кг до 0,66 мг/кг. Концентрация марганца также уменьшается, так как происходит активный вынос этого элемента за счет образования легкорастворимых соединений. Содержание железа за исследуемый период уменьшается. Железо и марганец необходимы растениям, и от подвижности их соединений зависит продуктивность почвы. Железо входит в состав ферментов и участвует в образовании хлорофилла [19].

Недостаток доступного железа влечет за собой хлороз растений. Марганец также входит в состав ряда ферментов; он стимулирует образование аскорбиновой кислоты, синтез хлорофилла, активирует ферменты белкового обмена [1].

По литературным данным [3] субстраты, применяемые при отсыпке, характеризуются геохимической бедностью. Наши результаты подтверждают эти данные.

При анализе содержания органики можно увидеть увеличение массовой доли по сравнению с контролем (Рисунок 5). Данный факт можно объяснить проведенным вторым этапом рекультивации, засыпкой торфом.

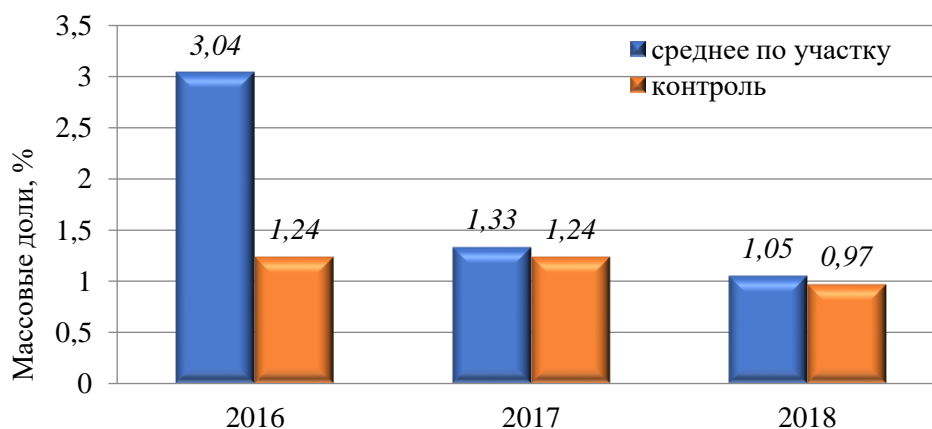


Рисунок. 5. Содержание органики в почвенном растворе проб реплантозема.

Толщина засыпки минерального грунта составляет около 20 см. В 2017 г. пробы брали на глубине до 40 см, для анализа содержания химических показателей в естественной почве и реплантоземе (Таблица 2).

По данным результатам нельзя сделать вывод о процессе восстановления данного участка. Содержание хлоридов и углеводов уменьшилось, но другие показатели не восстановились, концентрации их ниже контроля в двое и более. Содержание фосфора и

марганца несколько превышает контроль. Содержание органики на глубине более 20 см в 30-40 раз превышает этот показатель в минерализованном грунте.

Таблица 2.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
 ПОЧВЕННЫХ ВЫТЯЖЕК (массовые доли) в 2018 г.

<i>Показатели</i>	<i>на глубине 0-20 см</i>	<i>на глубине 20-40 см</i>	<i>Контроль</i>
Фосфор	23,59	21,56	16,6
Марганец	2,44	1,437	0,31
Кальций	0,0343	0,0625	0,88
Магний	0,0218	0,03	0,038
Железо	0,605	0,6	1,38
Аммоний	6,62	2,855	6,35
Алюминий	0,66	0,51	1,08

Определяли активность протеолитического фермента протеазы и целлюлазы в субстратах почвы. При анализе протеазной активности была выявлена следующая закономерность, активность данного фермента изменялась от 7,14% до 17,89%, в контрольном варианте составляла 18%. Выявлено, что целлюлозоразлагающая активность исследуемых вариантов почв варьировала от 14% до 22%, самой высокой была на контроле — 30%. Провели корреляцию активности протеаз и целлюлаз к химическим показателям почвенных проб (Таблица 3).

Таблица 3.

КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ ПРОТЕИНАЗНОЙ И ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗЛАГАЮЩЕЙ
 АКТИВНОСТИ К ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

	<i>Протеиназа</i>	<i>Целлюлозоразлагающая</i>
Cl ⁻	-0,77	-0,25
PO ₄ ⁻³	-0,28	-0,41
pH	-0,16	-0,41
органика	0,06	0,06
нефтепродукты	-0,18	-0,01
Mn	-0,49	0,13
Ca ⁺²	-0,29	-0,56
Fe	0,31	0,20
NH ₄ ⁺	-0,33	0,16
Al ⁺³	-0,03	-0,13

По шкале Чеддока, протеиназная активность имеет высокую отрицательную связь к содержанию хлоридов в почве. Умеренная связь существует к железу, умеренная отрицательная — к аммонии и марганцу. Слабая отрицательная — к содержанию фосфора, нефтепродуктов, кальция и значению pH. С другими показателями связь отсутствует. Активность целлюлаз коррелирует в умеренной степени с содержанием в почве ионов кальция и фосфат-ионов. По данным результатам можно сделать вывод, что высокое содержание хлорид-ионов отрицательно воздействует на протеиназную активность почв.

Выводы

Техногенные нарушения почвенного покрова происходят на всех этапах производства нефтегазодобывающей промышленности. На песчаных грунтах самовосстановление растительного покрова невозможно без микробиологической рекультивации и посева трав. Природные условия территории Нижневартовского района весьма суровы, следовательно, короткий вегетативный период растений. Можно предположить необходимость дополнительных мелиоративных мероприятий к применяемым этапам рекультивации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства ХМАО-Югры в рамках научного проекта №18-44-860005.

Список литературы:

1. Усманов И. Ю., Юмагулова Э. Р., Иванов В. Б., Коркина Е. А., Щербаков А. В., Иванов И. А., Рябуха А. В. Адаптация экосистем Среднего Приобья в зоне нефтедобычи: иерархия и длительность процессов // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2016. №2. С. 87-94.
2. Зубайдулин А. А. К вопросу рекультивации нефтезагрязненных земель на верховых болотах // Биологические ресурсы и природопользования. Нижневартовск 1998. Вып. 2. С. 106-116.
3. Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М. 1998.
4. Лихачев А. Н., Лопатин К. И., Юсупов И. А., Овечкин Ф. Ю., Крупинин Н. Я. Ландшафтно-экологические аспекты освоения и эксплуатации нефтяных месторождений Среднего Приобья // Седьмая научно-практическая конференция «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО» (Ханты-Мансийск, 02-05 декабря 2003 г.): труды конференции. Екатеринбург: Издательский дом «ИздатНаукаСервис», 2004. С. 354-358.
5. Баландина А. В., Кузнецов Д. Б., Бурдова Л. В. Самовосстановление нефтезагрязненных почв // Успехи современного естествознания. 2014. № 4. С. 85-88.
6. Абакумов Е. В., Гагарина Э. И. Почвообразование в посттехногенных экосистемах карьеров на Северо-Западе Русской равнины. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2006. 206 с.
7. Андроханов В. А., Куляпина Е. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск, 2004. 151 с.
8. Федорец И. Г., Антипина Г. С., Германова Н. И., Крышень А. М., Соколов В. И. Естественное зарастание и начальные этапы почвообразования на техногенных землях // Экология и география почв Карелии. Петрозаводск, 1995. С. 35-36.
9. Смагин А. В. Теория и практика конструирования почв. М., 2012. 544 с.
10. Пиковский Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: МГУ, 1993. 207 с.
11. Солнцева Н. П. Общие закономерности трансформации почв в районах добычи нефти (формы проявления, основные процессы, модели). // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. С. 23-42.
12. Коркина Е. А. Самовосстановление нарушенных техногенезом почв Среднего Приобья. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2015. 158 с.
13. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 487 с.

14. Воробьева Л. А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС. 2006. 400 с.
15. Ходжаева Г. К. Оценка риска аварийности нефтепроводных систем в аспекте геодинамических процессов. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2016. С. 48-61.
16. Гаджиев И. М., Овчинников С. М. Почвы средней тайги Западной Сибири. Новосибирск, 1977. 150 с.
17. Александрова А. А., Мальгина С. П. Динамика изменений химических показателей реплантозема на участке Советского месторождения // XX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета сборник статей. 2018. С. 160-165.
18. Орлов Д. С. Химия почв. М.: МГУ, 1985. 376 с.
19. Бойченко Е. А. Значение металлов в окислительно-восстановительных реакциях растений // Успехи современной биологии. 1966. Вып. 62. № 1. С. 23.

References:

1. Usmanov, Yu., Yumagulova, E. R., Ivanov, V. B., Korkina, E. A., Shcherbakov, A. V., Ivanov, V. N., & Ryabukha, A. V. (2016). Adaptation of ecosystems in the middle ob region exposed to oil production impact: hierarchy and duration of adaptation processes. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University [Vestnik Nizhnevartovskogo Gosudarstvennogo Universiteta]*, (2). 87-94. (in Russian).
2. Zubaidulin, A. A. (1998). К вопросу рекультивации нефтезагрязненных земель на верховьях болот. *In Biologicheskie resursy i prirodoopol'zovaniya. Nizhnevartovsk.* 2. 106-116.
3. Solntseva, N. P. (1998). Oil production and geochemistry of natural landscapes. Moscow.
4. Likhachev, A. N., Lopatin, K. I., Yusupov, I. A., Ovechkin, F. Yu., & Krupinin, N. Ya. (2004). Landshaftno-ekologicheskie aspekty osvoeniya i ekspluatatsii neftyanykh mestorozhdenii Srednego Priob'ya. *In: Sed'maya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Puti realizatsii neftegazovogo potentsiala KhMAO" (Khanty-Mansiisk, 02-05 dekabrya 2003 g.): trudy konferentsii. Ekaterinburg, IzdatNaukaServis, 354-358.* (in Russian).
5. Balandina A. V., Kuznecov D. B., Burdova L. V. (2014). Self-healing contaminated soil. *Advances in current natural sciences*, (4). 85-88.
6. Abakumov, E. V., & Gagarin, E. I. (2006). Soil formation in post-mining ecosystems on the north-west of Russian Plain. St. Petersburg, 206.
7. Androkhanov, V. A., Kulyapina, E. D., & Kurachev, V. M. (2004). Pochvy tekhnogennykh landshaftov: genezis i evolyutsiya. Novosibirsk, 151.
8. Fedorets, I. G., Antipina, G. S., Germanova, N. I., Kryshen, A. M., & Sokolov, V. I. (1995). Estestvennoe zarastanie i nachal'nye etapy pochvoobrazovaniya na tekhnogennykh zemlyakh. *In: Ekologiya i geografiya pochv Karelii. Petrozavodsk, Karel. nauch. tsentr RAN, 35-54.* (in Russian).
9. Smagin, A. V. (2012). Teoriya i praktika konstruirovaniya pochv. Moscow. 544.
10. Pikovskii, Yu. I. (1993). Prirodnye i tekhnogennye potoki uglevodorodov v okruzhayushchei srede. Moscow. MGU, 207.
11. Solntseva, N. P. (1988). Obshchie zakonomernosti transformatsii pochv v raionakh dobychi nefiti (formy proyavleniya, osnovnye protsessy, modeli). Vosstanovlenie neftezagryaznennykh pochvennykh ekosistem, 23-42.
12. Korkina, E. A. (2015). Samovosstanovlenie narushennykh tekhnogenezom pochv Srednego Priob'ya. Nizhnevartovsk. Izd-vo NVGU, 158.
13. Arinushkina, E. V. (1970). Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. Moscow. MGU, 487.

14. Vorobeva, L. A. (2006). *Teoriya i praktika khimicheskogo analiza pochv*. Moscow. GEOS. 400.
15. Khojaev, G. K. (2016). Accident risk assessment of oil pipeline systems in terms of geodynamic processes. *Nizhnevartovsk: Publishing house Nizhnevarte. State University*, 48-61. (in Russian).
16. Gadzhiev, I. M., & Ovchinnikov, S. M 1977. *Pochvy srednei taigi Zapadnoi Sibiri*. Novosibirsk. 150.
17. Aleksandrova, A. A., & Malgina, S. P. (2018). Dinamika izmenenii khimicheskikh pokazatelei replantozema na uchastke Sovetskogo mestorozhdeniya. *In XX Vserossiiskaya studencheskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 160-165.
18. Orlov, D. S. (1985). *Khimiya pochv*. Moscow. MGU, 376.
19. Boichenko, E. A. (1966). Znachenie metallov v okislitel'no-vosstanovitel'nykh reaktsiyakh rastenii. *Uspekhi sovremennoi biologii*, 62(1), 4.

*Работа поступила
в редакцию 20.12.2018 г.*

*Принята к публикации
26.12.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Иванова Н. А., Мальгина С. П., Александрова А. А., Шаяхметова Р. И. Химический состав реплантозема в процессе восстановления на рекультивированном нефтезагрязненном участке // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №1. С. 162-171. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/38-12> (дата обращения 15.01.2019).

Cite as (APA):

Ivanova, N., Malgina, S., Aleksandrova, A., & Shayakhmetova, R. (2019). The chemical composition of replantozem in the recovery process in the recultivated area. *Bulletin of Science and Practice*, 5(1), 162-171. (in Russian).