УДК 504.53.054

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ И АЗОТА В ГРУНТАХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НЕМУ ТЕРРИТОРИЙ

[1]Кочетова Ж.Ю., [1]Базарский О.В., [2]Маслова Н.В.

[1]ФГКВОУ ВПО ВВС ВВА «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж;

[2]ФГБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии № 97 ФМБА России Федерального медико-биологического агентства», Воронеж, e-mail: zk_vva@mail.ru

В статье представлены результаты многолетнего систематического наблюдения за содержанием нефтепродуктов, соединений азота (нитратов и нитритов), значением pH в различных грунтах экологически опасного объекта (испытательного комплекса ракетоносителей) и прилегающих к нему территорий (в том числе жилых и рекреационных зон). Проведена корреляция между содержанием нефтяных углеводородов, соединений азота и кислотностью грунтов. Установлено, что концентрация нитратного азота увеличивается в условиях средне- и сильнозагрязненных грунтов нефтепродуктами, причем соотношения содержания нефтяных углеводородов и нитратного азота различны для индивидуальных типов грунтов. Наиболее высокий коэффициент корреляции между содержанием нефтяных углеводородов и нитратов характерен для суглинков. На территориях с преобладающим лессовым типом грунтов и черноземом коэффициент корреляции снижается в большей мере при низком уровне загрязнения грунтов нефтепродуктами. Минимальное количество нитратов и нитритов отмечалось для территорий с песками и супесью, где сумма пылеватых и глинистых частиц не превышает 25%. В статье показана динамика увеличения кислотности грунтов на территориях испытательных площадок ракетных двигателей, металлургического производства и жилых районов. Для всех точек отбора проб характерно закономерное снижение pH грунтов при увеличении концентрации нефтяных углеводородов и нитратов. В среднем pH за 11 лет изменился на (18 ± 4)%. Исключение составляет территория металлургического комплекса, грунты которой имеют повышенное содержание металлов и характеризуются мало изменяющимся во времени значением щелочной среды. Показано влияние pH грунтов на тесноту связи между содержанием нитратного и нитритного азота. Полученные закономерности между содержанием нефтепродуктов, соединениями азота и изменением кислотности в разных типах грунтов могут быть использованы для оценки экологической опасности аналогичных объектов.

Ключевые слова: мониторинг грунтов, загрязнение грунтов нефтепродуктами, нитраты в грунтах, нитриты в грунтах, pH грунтов

CONTENT MONITORING OF OIL AND NITROGEN IN THE SOIL OF ECOLOGICALLY DANGEROUS OBJECT AND THE SURROUNDING REGIONS

[1]Kochetova Zh.Yu., [1]Bazarskiy O.V., [2]Maslova N.V.

[1]Military educational and scientific center air force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh;

[2]Hygiene and Epidemiology № 97 FMBA of Russia Federal Medical Biological Agency, Voronezh, e-mail: zk_vva@mail.ru

In this paper presented the results of multiyear systematic monitoring for the petroleum products content, nitrogen compounds (nitrates and nitrites), the pH value in the different soils of eco-dangerous objects(test complex of missile-carrying aircrafts) and its surrounding areas(the living and recreation areas). We are implement the correlation between the content of petroleum hydrocarbons, nitrogen compounds and acidity of soils. We are establish that the concentration of nitrate nitrogen increases under conditions of medium and heavily polluted soils by the oil product. The ratios of the petroleum hydrocarbons content and the nitrate nitrogen content are different for individual types of soils. The highest correlation coefficient between the petroleum hydrocarbons content and nitrates content is characterized for loams. The correlation coefficient decreases in the conditions of low level of soil pollution by petroleum products in areas with a predominant forest type of soils and chernozemic type of soils. The minimum quantity of nitrates and nitrites was noted on the territories with sand and sandy clay: the sum of pulverescent particles and clay particles does not exceed 25%. In this paper presented the dynamic of increasing the acidity of soils on the territories of test sites for rocket engines, metallurgical production and residential areas. For the all points of sampling are characterized the regular decreasing of the pH value with increasing of the concentration of petroleum hydrocarbons and nitrates. The average pH value over 11 years has changed by (18 ± 4)%. The territory of the metallurgical complex is an exception. It's soils are characterized by an elevated level of metal content and by the value of alkaline condition that little change in time. In this paper presented the soil's pH value that influence on linkage between the content of nitrate and nitrite nitrogen. We are obtained the consistent pattern between the content of petroleum products, nitrogen compounds and acidity change in different types of soils. It's all can be used for estimating the ecological hazard of similar objects.

Keywords: soil monitoring, soil contaminated with oil products, nitrates in the soil, nitrite in soils, pH-soils

При возрастающем негативном воздействии нефтяных загрязнений на объекты окружающей среды важной задачей экологических исследований является точная оценка и прогнозирование состояния почвенного покрова. Процессы распространения, превращения, аккумуляции нефти и нефтепродуктов (НП) в грунтах зависят от многих факторов: объема и природы поллютантов, типа грунтов, климатических и ландшафтных условий [1].

Вопросам загрязнения грунтов нефтью и НП посвящено немало трудов: установлено влияние нефтеуглеводородов на морфологию, водопроницаемость, влагоемкость почв [2], гумусное состояние [3], комплекс почвенных микроорганизмов [4], азотный режим [5, 6], кислотность [7]. Известно, что при разливах нефти и НП в первую очередь повышается содержание органического углерода в грунтах, что приводит к увеличению соотношения C:N. При этом подавляется процесс нитрификации, снижается концентрация подвижных форм калия и фосфора, ухудшается плодородие грунтов [5]. Однако на сегодняшний день в литературе недостаточно освещена зависимость содержания нитратного и нитритного азота от степени нефтезагрязнения разных типов грунтов.

Цель работы – мониторинг содержания нефтепродуктов, соединений азота, изменения pH в различных грунтах экологически опасного объекта и прилегающих к нему территорий, установление тесноты связи между их значениями на основе многолетних систематических наблюдений в период с 2007 по 2016 г.

Материалы и методы исследования

В Воронеже к экологически опасным объектам относится АО «Конструкторское бюро химавтоматики» (АО «КБХА»), на территории которого находятся испытательные стенды для двигателей ракетоносителей, работающих на углеводородных топливах, в том числе I класса опасности и керосине. Ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) нефтяных топлив для земель промышленности, транспорта, связи, обороны составляет 100 мг/кг. Незагрязненными считаются грунты с содержанием НП < 5 мг/кг, слабо загрязненными – от 5 до 50, средне загрязненными – от 51 до 500 и сильно загрязненными – от 501 до 10000 мг/кг. Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов в грунтах составляет 130 мг/кг, нитритов – не установлена (ГН 2.1.7.2041-06) [1].

Изучено загрязнение почв нефтепродуктами санитарно-защитной и селитебной зон (СЗЗ и СЗ) АО «КБХА» (рис. 1). Размер и границы СЗЗ отличаются от расчетных вследствие близкого расположения испытательного комплекса к дачным участкам с жилой застройкой и зоной рекреации. Испытательный комплекс находится на 14 км южнее СЗ Советского района г. Воронеж. С севера СЗ ограничена автомагистралью, коллективными садами и военным аэродромом «Балтимор»; с востока на расстоянии 400 м расположено Федеральное государственное унитарное предприятие; с юга – лесной массив; с востока – сельскохозяйственные угодья.

Зона жилой застройки (точки отбора проб Т. 1–3), территория Шиловского леса (Т. 7, 8) и промплощадки испытательного комплекса (Т. 11–15) находятся под дополнительным загрязняющим нефтепродуктами воздействием со стороны военного аэродрома, интенсивность работы которого увеличивалась в 2010 и 2014 гг. [8]. Кроме того, на территории Шиловского леса расположен комплекс металлургического производства, являющийся источником поступления в грунты тяжелых металлов. С 2008 г. возросли объемы выбросов НП в объекты окружающей среды в связи с увеличением количества проводимых испытаний в АО «КБХА». С 2012 г. увеличилась доля использования керосина в качестве топлива ракетных двигателей.

С каждой площадки (10×10 м^2) на глубине 0–15 см отбирали 5–10 индивидуальных образцов с массами 0,6–0,8 кг методом случайной выборки. Отбор грунтов проводили два раза в год (весной и осенью); образцы консервировали, транспортировали, хранили и анализировали в соответствии с действующими документами (ПНДФ 16.1:2.2.22-98; 16.1:2:2.2:3.67-10; 16.1:2:2.2:3.51-08).

Результаты исследования и их обсуждение

Предварительно устанавливали характерный для точек отбора проб тип грунта [9]: чернозем (ЧЗ) – Т. 1, 2; урбанизированный грунт (УГ) – Т. 3, 4; суглинок (СГ) – Т. 5, 6, 11 – 15; лесс (Л) – Т. 7, 8; супесь (СП) – Т. 9, 11.

В течение 2007–2016 гг. во всех пробах отмечалось присутствие НП. На территории СЗЗ (Т. 1–4, 7, 8) их концентрация варьировалась в широких пределах – от 15,0 до 1489,9 мг/кг. Максимальное загрязнение было зафиксировано в 2015 г. в дачном поселке «Сады», что связано с интенсивной деятельностью аэродрома и АО «КБХА». На селитебной (Т. 5, 6, 10) и рекреационной (Т. 9) территориях загрязнение грунтов НП изменялось от 3 до 205,6 мг/кг в различные годы. Высокое и постоянное загрязнение грунтов наблюдалось на территории испытательных площадок (Т. 11–14). Максимальная концентрация НП (878,2 мг/кг) зафиксирована в Т. 14 в 2012 г.

Рис. 1. Точки отбора проб: 1, 2 – зона жилой застройки («Сады» 500 м и «Сады» 1400 м); 3 – ул. Острогоржская (автотранспортный цех); 4 – Воронежская атомная станция теплоснабжения (недействующая); 5 – пос. Шилово; 6 – пос. Малышево; 7, 8 – комплекс металлургического производства (северное и южное направления); 9 – пос. Таврово; 10 – пос. Семилукские выселки; 11–15 – промышленные площадки испытательного комплекса

Значительную долю в загрязнение окружающей среды вносят соединения азота, которые в промышленной части города встречаются в основном в виде нитратов (NO_3^-). Нитраты активно мигрируют в грунтах благодаря высокой растворимости в воде, химической устойчивости и неспособности образовывать почвенные коллоиды. Нитрит-ионы (NO_2^-) – промежуточные продукты восстановления нитратов – так же подвижны и хорошо растворимы в воде, но проявляют реакционную активность и способны образовывать комплексы с металлами [10]. Основное влияние на миграцию соединений азота оказывают климатические условия (в том числе годовая динамика атмосферных осадков, температурный режим), типы грунтов (гранулометрический состав, характер распределения пор, водно-физические свойства). Во влажных почвах нитриты переходят в нитраты вследствие биологического окисления.

Незначительное превышение ПДК нитратов за исследуемый период времени было зафиксировано на территориях металлургического производства (Т. 7, 8); пос. Малышево (Т. 6); промышленных площадок испытательного комплекса (Т. 14, 15). Высокие концентрации азота в грунтах пос. Малышево объясняются расположенной в нем свалкой бытовых отходов – мощного источника поступления азотсодержащих

соединений в грунты. Повышение содержания NO_3^- в грунтах металлургического производства является следствием газовых выбросов доменного, сталеплавильного и других производств, содержащих в больших количествах оксиды азота. Повышение концентраций NO_3^- (так же, как и НП) во всех точках отбора проб зафиксировано после 2010 г. и достигает своего максимума к 2015–2016 гг.

Высокое содержание нитрит-ионов ($C_{NO2}^- \geq 0,5$ мг/кг) наблюдалось во всех точках отбора проб, кроме Т. 3, 5, 9–13. Максимальные значения $C_{NO2}^- > 1$ мг/кг определены на территории дачного поселка «Сады» с преобладающим типом почв – черноземом, в котором интенсивно проходят процессы минерализации и нитрификации органических азотсодержащих соединений с микробиологическим окислением образующегося при этом аммония до нитратов и нитритов. Лессовый состав грунтов (Т. 7, 8) характеризуется щелочным значением pH вследствие повышенного содержания различных солей. Кроме того, металлургический цех является источником металлов, с которыми нитрит-ионы образуют комплексные соединения, что снижает их миграционную способность и вымывание из верхних слоев в нижние горизонты. Минимальное количество нитратов и нитритов за все исследуемое время отмечалось в Т. 9 (пос. Семилукские выселки), для которой характерны пески и СП с суммой пылеватых и глинистых частиц < 25 % [10], что свидетельствует о низкой адсорбционной способности грунта и высокой скорости фильтрации поллютантов в нем.

Изучена взаимосвязь между содержанием в грунтах НП, нитратов, нитритов и изменением pH. Для сопоставления динамики изменения концентраций загрязнителей в грунтах показатели нормировали путем соотношения текущей концентрации к максимальной за изученный период времени (C / C_{max}). В качестве примера выбраны 4 точки отбора проб, отличающиеся по степени загрязнения и типам грунтов (рис. 2).

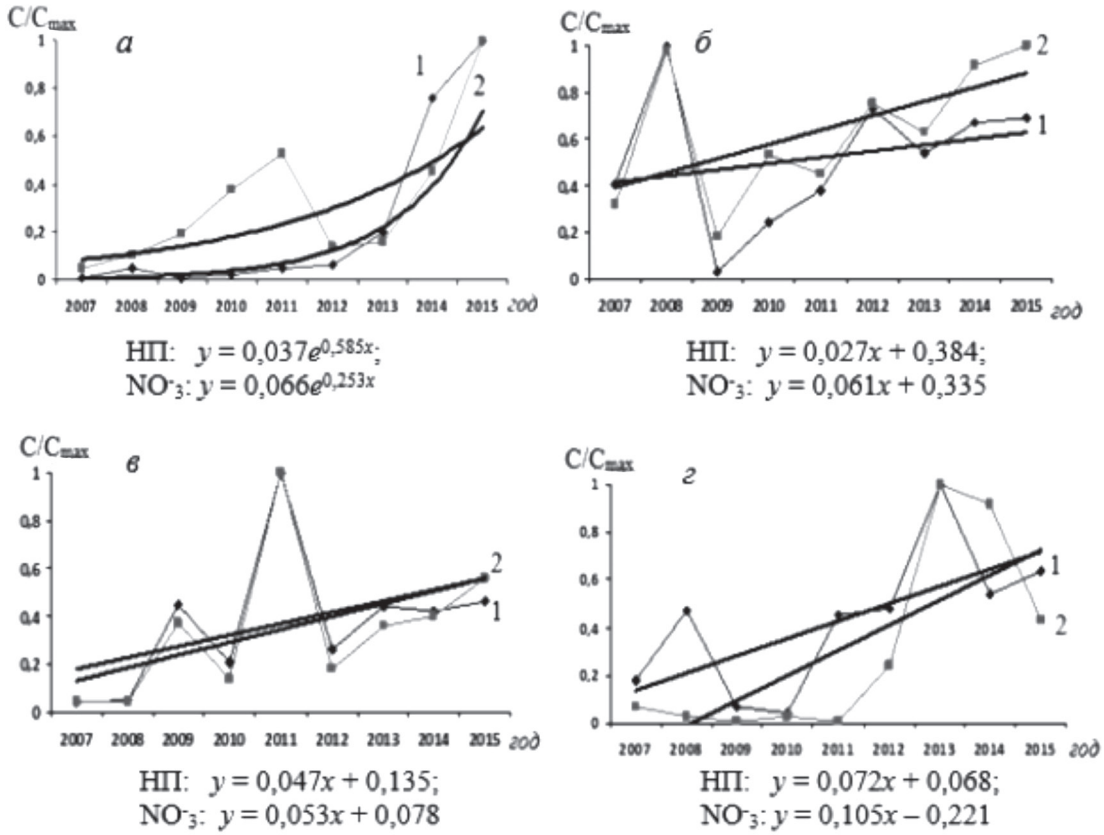

Рис. 2. Динамика изменения концентрации нефтепродуктов (1) и нитратов (2) в точках отбора проб грунтов: а) Т. 2 – пос. «Сады»; б) Т. 6 – пос. Малышево; в) Т. 14 – площадка испытательного комплекса; г) Т. 8 – комплекс металлургического производства

Из рисунка следует, что в подавляющем большинстве случаев увеличение концентрации НП влечет рост содержания NO_3^- в грунтах, что описано соответствующими уравнениями регрессии. Исключение составляет загрязнение ЧЗ на территории дачного поселка «Сады» в период неактивной работы аэродрома и испытательного комплекса, когда степень загрязнения грунтов НП не превышала 50 мг/кг. При среднем и высоком уровне загрязнения грунтов наблюдается высокая корреляция между содержанием НП и нитратного азота независимо от типа грунтов (таблица).

Наиболее высокий коэффициент корреляции (R) между содержанием НП и NO_3^- характерен для суглинков. На территориях металлургического комплекса (с преобладающим лессовым типом грунтов) и дачного пос. «Сады» (с черноземом) R снижается в большей мере при низком уровне загрязнения грунтов НП. Это объясняется особенностью инфильтрации NO_3^- на участках занятых растительностью, особенно видами с развитой корневой системой, когда происходит «поглощение» влаги и соединений азота корнями растений. Почвы с высоким содержанием НП теряют способность впитывать и удерживать влагу, при этом нарушается корневое питание растений, концентрация азотсодержащих веществ увеличивается.

Процесс преобразования нитратов в нитриты в естественных условиях происходит биохимическим путем в узком диапазоне pH (~7–8) [10, 11]. На него влияют многие факторы, в том числе температурный режим, количество осадков, свойства грунтов, поэтому содержание нитритного азота в зависимости от концентрации НП и нитратов в грунтах изменяется незначительно и разнонаправленно. Исключением является территория металлургического комплекса (Т. 7, 8), где из-за высокого содержания металлов в грунтах преобладала щелочная среда (среднее значение в изученный период времени pH = 7,59 ± 0,62). В данном случае установлена достаточно высокая теснота связи между содержанием в грунтах нитратного и нитритного азота (R = 0,78).

Для остальных точек отбора проб характерно закономерное снижение pH грунтов при увеличении концентрации НП и NO_3^-. Точке отбора проб Т. 6, находящейся в непосредственной близости от свалки ТБО, также соответствует общая тенденция повышения кислотности грунтов, однако наблюдалось резкое изменение pH в разные годы, что, по-видимому, связано с деятельностью мусороперерабатывающего предприятия «Малышевское» (рис. 3).

Минимальное значение pH = 5,8 ± 0,2 было зафиксировано в 2016 г. на промышленной площадке испытательного комплекса (Т. 14) и на территории дачного пос. «Сады» (Т. 1, 2) с повышенным уровнем загрязнения грунтов НП. В среднем для всех изученных точек отбора проб pH за 11 лет изменился на (18 ± 4) %.

Заключение

Проведенные исследования показывают, что в пределах экологически опасного объекта АО «КБХА» и прилегающих к нему территорий, в том числе жилых и рекреационных зон, химический состав грунтов изменен и эта тенденция продолжает нарастать.

Корреляционные матрицы содержания в грунтах нефтепродуктов, нитратов, нитритов и pH

Т2 – «Сады» *(ЧЗ)*					**Т6 – Пос. Малышево** *(СГ)*				
C_2 \ C_1	$C_{НП}$	C_{NO3}	C_{NO2}	pH	C_2 \ C_1	$C_{НП}$	C_{NO3}	C_{NO2}	pH
$C_{НП}$	**1**	0,52	– 0,41	– 0,48	$C_{НП}$	**1**	0,88	– 0,15	0,33
C_{NO3}	0,52	**1**	– 0,48	– 0,67	C_{NO3}	0,88	**1**	– 0,57	0,02
C_{NO2}	– 0,41	– 0,48	**1**	– 0,02	C_{NO2}	– 0,15	– 0,57	**1**	– 0,04
pH	– 0,48	– 0,67	– 0,02	**1**	**pH**	0,33	0,02	– 0,04	**1**
Т8 – Металлургический комплекс *(Л)*					**Т14 – Испытательная площадка** *(СГ)*				
C_2 \ C_1	$C_{НП}$	C_{NO3}	C_{NO2}	pH	C_2 \ C_1	$C_{НП}$	C_{NO3}	C_{NO2}	pH
$C_{НП}$	**1**	0,79	0,78	– 0,38	$C_{НП}$	**1**	0,98	0,19	– 0,55
C_{NO3}	0,79	**1**	0,53	– 0,54	C_{NO3}	0,98	**1**	0,06	– 0,63
C_{NO2}	0,78	0,53	**1**	– 0,32	C_{NO2}	0,19	0,06	**1**	0,12
pH	– 0,38	– 0,54	– 0,32	**1**	**pH**	– 0,55	– 0,63	0,12	**1**

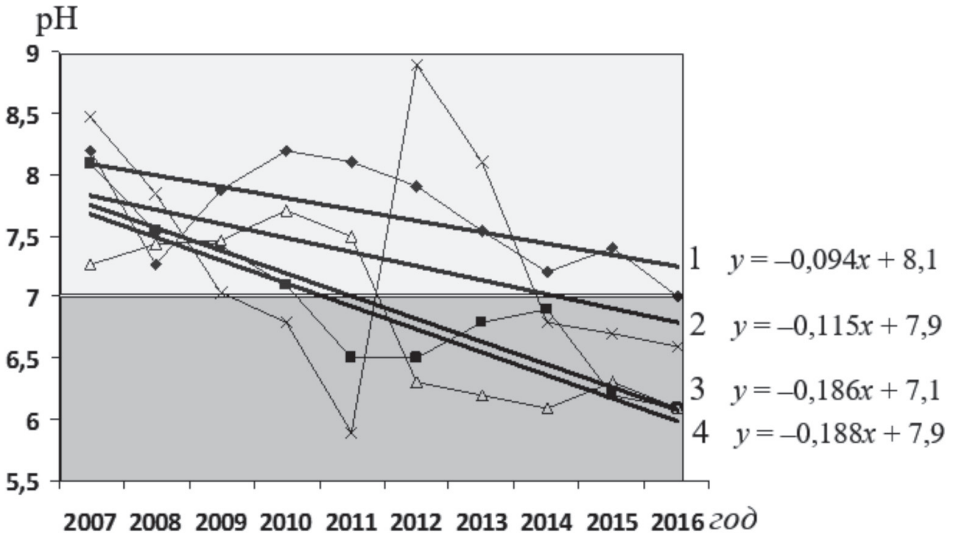

Рис. 3. Динамика изменения pH грунтов на территориях металлургического комплекса (1); пос. Малышево (2); дачного пос. «Сады» (3); испытательной площадки (4)

Во всех типах грунтов наблюдается высокая корреляция между содержанием нефтепродуктов и нитратного азота, которая усиливается по мере увеличения концентрации НП. Наиболее высокая корреляция из изученных типов грунтов между содержанием НП и NO_3^- установлена для суглинков. Высокий коэффициент корреляции между концентрациями НП и нитритного азота наблюдается на территории металлургического комплекса при повышенном содержании металлов в грунте, что свидетельствует об образовании комплексов с нитрит-ионами. Отрицательная корреляция содержания нитритов с НП и нитратами характерна для территории дачного пос. «Сады» из-за их высокой миграционной способности в черноземе. К зонам экологического риска относятся испытательные площадки АО «КБХА», а также зона жилой застройки – дачный пос. «Сады», подвергающийся негативному техногенному воздействию и со стороны военного аэродрома.

Выявленные закономерности между содержанием НП, нитратов, нитритов и изменением pH в разных типах грунтах могут быть использованы для оценки экологической опасности аналогичных объектов.

Список литературы

1. Джамбетова П.М. Эколого-генетический мониторинг загрязнения окружающей среды нефтепродуктами: монография / П.М. Джамбетова. – Грозный: Изд-во ЧГУ, 2012. – 110 с.

2. Коршунова Т.Ю., Логинов О.Н. Опыт применения консорциума микроорганизмов-деструкторов углеводородов для обезвреживания нефтеотходов / Т.Ю. Коршунова, О.Н. Логинов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=13407.

3. Сулейманов Р.Р., Назырова Ф.И. Изменение буферности почв при загрязнении нефтепромысловыми водами и сырой нефтью / Р.Р. Сулейманов, Ф.И. Назырова // Вестник ОГУ. – 2007. – № 4. – С. 133–139.

4. Оценка экотоксичности тяжелых металлов и нефти по биологическим показателям чернозема: монография / М.Г. Жаркова [и др.]. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2014. – 240 с.

5. Габбасова И.М., Сулейманов Р.Р., Гарипов Т.Т. Деградация и мелиорация почв при загрязнении нефтепромысловыми водами / И.М. Габбасова, Р.Р. Сулейманов, Т.Т. Гарипов // Почвоведение. – 2013. – № 2. – С. 226–223.

6. Габбасова И.М. Сулейманов Р.Р. Трансформация серых лесных почв при техногенном засолении и осолонцевании в нефтедобывающих районах Южного Приуралья / И.М. Габбасова, Р.Р. Сулейманов // Почвоведение. – 2007. – № 9. – С. 1120–1128.

7. Бракоренко Н.Н., Емельянова Т.Я. Критерии экологической оценки геологической среды в связи с воздействием нефтепродуктов / Н.Н. Бракоренко, Т.Я. Емельянова // Вестник ТГУ. – 2015. – № 393. – С. 213–217.

8. Жидко Е.А., Муштенко В.С. Экологические проблемы современных городов (на примере г. Воронежа) / Е.А. Жидко, В.С. Муштенко // Научный вестник ВГАСУ. Сер. Высокие технологии. Экология. – 2015. – № 1. – С. 124–129.

9. Шамраев А.В., Шорина Т.С. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты природной среды / А.В. Шамраев, Т.С. Шорина // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6(100). – С. 642–645.

10. Техногенное преобразование природной среды территории г. Воронежа и его экологические последствия: монография / Косинова И.И. [и др.]. – М.: Изд. центр РГОТУПСа, 2007. – 172 с.

References

1. Dzhambetova P.M. Jekologo-geneticheskij monitoring zagrjaznenija okruzhajushhej sredy neftepro-duktami:

monografija / P.M. Dzhambetova. Groznyj: Izd-vo ChGU, 2012. 110 p.

2. Korshunova T.Ju., Loginov O.N. Opyt primenenija konsorciuma mikroorganizmov-destruktorov uglevodorodov dlja obezvrezhivanija nefieothodov / T.Ju. Korshunova, O.N. Loginov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 3. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=13407.

3. Sulejmanov R.R., Nazyrova F.I. Izmenenie bufernosti pochv pri zagrjaznenii neftepromyslo-vymi vodami i syroj neftju / R.R. Sulejmanov, F.I. Nazyrova // Vestnik OGU. 2007. no. 4. pp. 133–139.

4. Ocenka jekotoksichnosti tjazhelyh metallov i nefti po biologicheskim pokazateljam chernozema: mo-nografija / M.G. Zharkova [i dr.]. Rostov-na-Donu: JuFU, 2014. 240 p.

5. Gabbasova I.M., Sulejmanov R.R., Garipov T.T. Degradacija i melioracija pochv pri zagrjaznenii neftepromyslovymi vodami / I.M. Gabbasova, R.R. Sulejmanov, T.T. Garipov // Pochvovedenie. 2013. no. 2. pp. 226–223.

6. Gabbasova I.M. Sulejmanov R.R. Transformacija seryh lesnyh pochv pri tehnogennom zasolenii i osoloncevanii v neftedobyvajushhih rajonah Juzhnogo Priuralja / I.M. Gabbasova, R.R. Sulejmanov // Pochvovedenie. 2007. no. 9. pp. 1120–1128.

7. Brakorenko N.N., Emeljanova T.Ja. Kriterii jekologicheskoj ocenki geologicheskoj sredy v svjazi s vozdejstviem nefteproduktov / N.N. Brakorenko, T.Ja. Emeljanova // Vestnik TGU. 2015. no. 393. pp. 213–217.

8. Zhidko E.A., Mushtenko V.S. Jekologicheskie problemy sovremennyh gorodov (na primere g. Voro-nezha) / E.A. Zhidko, V.S. Mushtenko // Nauchnyj vestnik VGASU. Ser. Vysokie tehnologii. Jekologija. 2015. no. 1. pp. 124–129.

9. Shamraev A.V., Shorina T.S. Vlijanie nefti i nefteproduktov na razlichnye komponenty prirod-noj sredy / A.V. Shamraev, T.S. Shorina // Vestnik OGU. 2009. no. 6(100). pp. 642–645.

10. Tehnogennoe preobrazovanie prirodnoj sredy territorii g. Voronezha i ego jekologicheskie posledstvija: monografija / Kosinova I.I. [i dr.]. M.: Izd. centr RGOTUPSa, 2007. 172 p.