

## ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНЫХ УСТАНОВОК НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ

© 2012 С.В. Ишкова<sup>1</sup>, Н.М.Троц<sup>2</sup>, О.В. Горшкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ОАО «ВолгоНИИгипрозем», г. Самара

<sup>2</sup>Самарская государственная сельскохозяйственная академия, п. Усть-Кинельский

Поступила 07.07.2011

В данной статье рассмотрено влияние нефтяных установок на загрязнение почвенного покрова нефтепродуктами и тяжелыми металлами, выявлены закономерности распространения этих токсикантов по мере удаления от источника.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, нефтепродукты, загрязнение почв.

Почва – одна из главных составляющих природной среды, которая благодаря своим свойствам, обеспечивает человека питанием, работой, здоровой средой обитания. Нарушение этих свойств, вызванное загрязнением, может оказать неблагоприятное воздействие на здоровье людей и животных [1]. В настоящее время ни один из нефтяных промыслов не относится к «безотходным» производствам. При современном уровне технологий от 1,0 до 16,5% нефти и нефтепродуктов теряется при добыче, переработке и транспортировке [2]. Кроме того, в нефти содержатся тяжелые металлы – еще один вид опасных токсикантов для окружающей среды [3].

В условиях интенсивного развития нефтяной промышленности в Самарской области возникает острая необходимость научных исследований в целях изучения степени загрязнения окружающей среды при добыче нефти и разработки мер ее санитарной охраны [4-6].

Целью исследования явилось изучение техногенного воздействия (загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами) нефтяных установок на почвенный покров. В задачи нашего исследования входило: определить агрохимические свойства почв, выявить закономерности распределения нефтепродуктов и тяжелых металлов в верхнем слое почвы по мере удаления от нефтяных установок на 0,5 и 1 км, дать рекомендации по организации природоохранных мероприятий обследованных территорий.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовались почвы площадок УПСВ «Покровская» Безенчукского района (I), УПН «Похвистнево» Похвистневского района (II), УКПН-2 НПС г. Отрадный Кинель-Черкасского района (III), НПС г. Нефтегорск Нефтегорского района Самарской области (IV) и прилегающих к ним территорий.

По природно-климатическому районированию страны все обследованные площадки находятся в третьем агроклиматическом районе, который характеризуется ясно выраженными чертами континентальности климата и неустойчивым, пониженным увлажнением. По природно-сельскохозяйственному районированию страны площадки I и III находятся в степной зоне Заволжской провинции, площадка II – в лесостепной зоне Высокого Заволжья, площадка IV – в сыртовой степи Заволжья. Преобладающие типы почв территорий: УПСВ «Покровская» Безенчукского района (площадка I) – черноземы южные, УПН «Похвистнево» Похвистневского района (II) – аллювиальные дерновые почвы, УКПН-2 НПС г. Отрадный Кинель-Черкасского района (III) – черноземы типичные, НПС г. Нефтегорск Нефтегорского района (IV) – черноземы обыкновенные. Механический состав обследованных почв легкоглинистый и тяжелосуглинистый. [4, 7]

Отбор почвенных проб производился из верхнего (0-30 см) горизонта методом «конверта» с пробной площадки размером 5x5 м путем составления объединенной пробы массой 400-500 г. Принятая методика обусловлена тем, что именно в верхнем слое почвы наблюдается максимальная концентрация загрязняющих веществ, поступающих из приземных слоев атмосферы. Всего было заложено 12 пробных площадок непосредственно на территории загрязнения, а также в 500 м и 1000 м от основного источника загрязнения и отобрано 12 почвенных проб. Отбор почвенных проб проводился в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.02-84 и ГОСТ 28168-89.

Были проведены следующие анализы отобранных почвенных образцов: содержание гумуса по Тюрину; анализ водной вытяжки; определение натрия и калия на пламенном фотометре с разложением кислотами или спеканием; определение азота нитратного в почве дисульфифеноловым методом; определение Mn, Co, Cu, Zn – подвижные формы в одной вытяжке; определение нефтяных углеводородов хроматографическим методом; определение

Ишкова Светлана Витальевна, асп., s-ishkova@mail.ru;  
Троц Наталья Михайловна, к.б.н., доц., troz\_shi@mail.ru;  
Горшкова Оксана Васильевна, volgozem@e-sam.ru

солей тяжелых металлов в почве методом атомной абсорбции.

Расположение обследованных площадок и места отбора почвенных проб на прилегающей территории показаны на рис. 1-4.

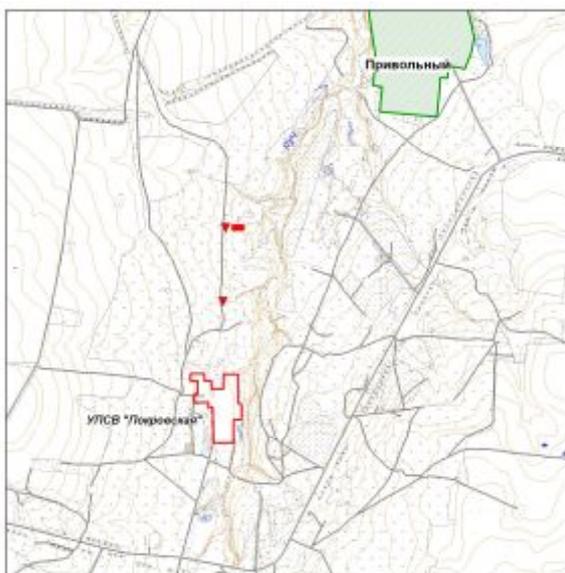
### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследований выяснено, что содержание гумуса в верхнем слое обследованных почв колеблется от 3,1 до 5,9%, реакция среды почвенного раствора во всех образцах варьируется от нейтральной до слабощелочной (рН водн. – 6,8-8,1).

Содержание питательных веществ (Р и К) на площадке I было определено по методу Чирикова.

Обеспеченность подвижным фосфором почв средняя (76,1 мг/кг почвы) и повышенная (103,3 мг/кг почвы). Обеспеченность обменным калием средняя (82,6 мг/кг почвы) и повышенная (146,2 мг/кг почвы).

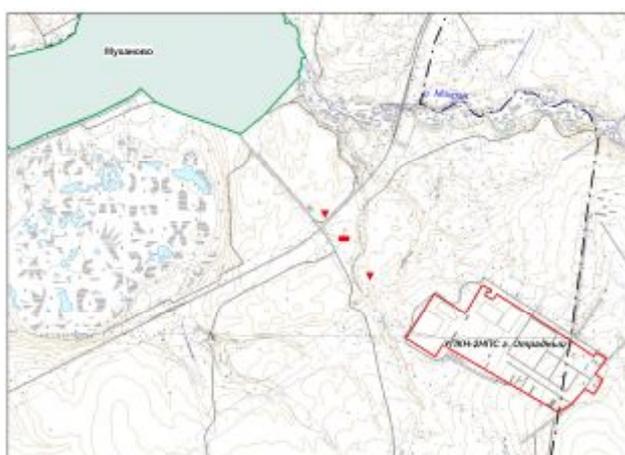
Содержание питательных веществ (Р и К) на площадках II, III и IV было определено по методу Мачигина. Обеспеченность почв подвижным фосфором средняя (21,0-28,0 мг/кг почвы), повышенная (33,6 мг/кг почвы) и высокая (120,0-130,0 мг/кг почвы). Обеспеченность обменным калием низкая (41,0-48,0 мг/кг почвы) и повышенная (337,5-396,5 мг/кг почвы).



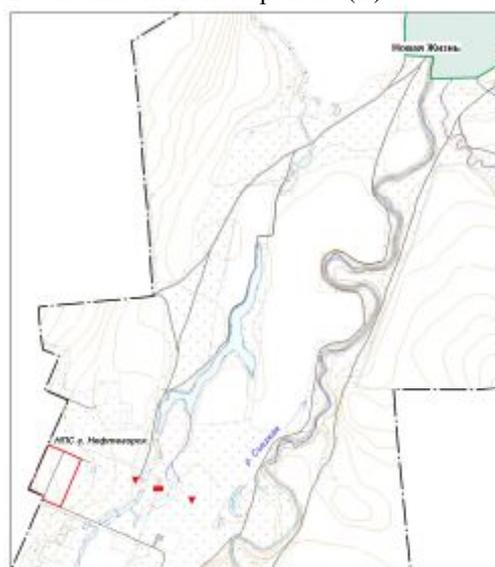
**Рис 1.** Места отбора почвенных проб и рекомендуемые площадки мониторинга для УПСВ «Покровская» Безенчукского района (I)



**Рис 2.** Места отбора почвенных проб и рекомендуемые площадки мониторинга для УПН «Похвистнево» Похвистневского района (II)



**Рис 3.** Места отбора почвенных проб и рекомендуемые площадки мониторинга для УКПН-2 НПС г. Отградный Кинель-Черкасского района (III)



**Рис 4.** Места отбора почвенных проб и рекомендуемые площадки мониторинга для НПС г. Нефтегорск Нефтегорского района (IV)

**Таблица.** Сравнительные данные по содержанию тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве обследованных площадок и прилегающих территорий

Элементы	Среднее содержание в почве, мг/кг			ПДК и ОДК*	Фоновое содержание [9]
	на площадке	500 м от площадки	1 км от площадки		
<b>УПСВ «Покровская» Безенчукского района (I)</b>					
Нефтепродукты	1435,3	372,3	135,1	1000	-
Валовая форма тяжелых металлов					
Pb	13,2	12,5	12,0	32	9,8
Zn	61,5	60,1	56,6	220	31,0
Cu	20,6	18,5	19,3	132	10,9
Ni	43,3	45,0	44,4	80	39,2
Co	11,6	10,8	10,4	н/н	10,2
Подвижная форма тяжелых металлов					
Cu	-	0,05	0,02	3	-
Mn	-	21,4	23,5	140	-
Co	-	<0,1	<0,1	5	-
Zn	-	0,7	0,6	23	-
<b>УПН «Похвистнево» Похвистневского района (II)**</b>					
Нефтепродукты	2133,1	469,9	366,3	500	-
Валовая форма тяжелых металлов					
Pb	50,9	32,6	14,2	32	13,4
Zn	92,4	84,9	77,3	100	35,7
Cu	29,6	29,6	29,6	55	14,7
Ni	62,8	62,7	62,5	85	58,0
Co	12,6	13,0	13,3	36	12,5
Подвижная форма тяжелых металлов					
Cu	-	0,4	0,2	3	-
Mn	-	91,1	85,5	140	-
Co	-	<0,1	<0,1	5	-
Zn	-	1,4	1,1	23	-
<b>УКПН-2 НПС г. Отрядный Кинель-Черкасского района (III)</b>					
Нефтепродукты	938,0	859	130,5	1000	-
Валовая форма тяжелых металлов					
Pb	14,8	14,6	12,9	32	14,6
Zn	82,0	32,9	37,2	220	32,9
Cu	42,0	13,4	22,7	132	13,4
Ni	73,1	47,6	56,8	80	47,6
Co	16,2	13,2	13,7	н/н	13,2
Подвижная форма тяжелых металлов					
Cu	-	<0,1	<0,1	3	-
Mn	-	25,2	24,0	140	-
Co	-	1,1	1,0	5	-
Zn	-	0,4	0,3	23	-
<b>НПС г. Нефтегорск Нефтегорского района (IV)</b>					
Нефтепродукты	673,5	282,8	211,5	1000	-
Валовая форма тяжелых металлов					
Pb	-	14,6	13,7	32	12,3
Zn	-	46,1	39,6	220	34,9
Cu	-	26,6	24,3	132	14,1
Ni	-	56,8	55,5	80	40,1
Co	-	14,4	13,9	н/н	12,5
Подвижная форма тяжелых металлов					
Cu	-	<0,1	<0,1	3	-
Mn	-	24,1	19,2	140	-
Co	-	0,2	0,4	5	-

Примечание: \*ПДК и ОДК содержания тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственного назначения и населенных пунктов приведены из ГН 2.1.7.2041-06 и ГН 2.1.7.2042-06; \*\*Площадка УПН «Похвистнево» находится в границах Г.О. Похвистнево, поэтому здесь приведены нормы ПДК для населенных пунктов.

Кроме того, для взятых образцов был выполнен анализ водной вытяжки, по результатам которой плотный остаток составил 0,04-0,24%; по класси-

фикации Аринушкиной Е.В. при величине плотно-го остатка <0,3%, почва считается незасоленной [8]. При анализе анионного состава выявлено, что

анионы  $Cl^I$ ,  $SO_4^{II}$ ,  $HCO_3^I$  присутствуют в таком количестве, что не оказывают токсического действия на растения.

В таблице приведены данные по определению нефтепродуктов, валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах обследованных площадок и прилегающих к ним территорий.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в обследованных почвах в 1,5-30 раз ниже норм ПДК и ОДК. Так, во всех исследованных почвенных образцах содержание подвижных форм меди ничтожно мало, при недостатке этого элемента в доступной форме для растений, происходит задержка роста, развиваются хлорозы листьев, потеря тургора, уменьшение урожая. Марганец присутствует в почве площадок I, III и IV в достаточном количестве. Избыток марганца наблюдается в почве площадки II, однако в связи с тем, что реакция почвенного раствора слабощелочная в такой среде марганец представлен в основном в виде трехвалентного иона, малоподвижного и плохо усваиваемого растениями. Таким образом, при видимом избытке марганца он практически недоступен растениям. Содержание доступных форм кобальта незначительное, поэтому в растениях испытывающих недостаток этого элемента может наблюдаться торможение процессов фотосинтеза и образования ферментов белкового обмена, значительно снижается устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды. Содержание подвижных форм цинка на площадках I и II сильно превышает необходимое содержание этого элемента в почве для нормального роста и развития растений. При избыточном содержании этого элемента в почве у растений начинает развиваться хлороз листьев и ослабление роста. Содержание подвижных форм цинка на площадке III и IV в среднем достаточное для нормального роста и развития растений [10, 11].

Проанализировав данные, приведенные в таблице, можно сделать вывод, что почвы обследованных площадок и прилегающих к ним территорий по степени загрязнения тяжелыми металлами относятся к категории «чистые» (степень опасности определена по СанПин 2.1.7.1287-03), т. е. такое содержание тяжелых металлов не превышает норм ПДК и не оказывает негативного воздействия на произрастание растений. Единственным исключением является площадка УПН «Похвистнево», для которой характерно превышение норм ПДК по валовой форме свинца в 1,7 раза непосредственно на площадке и в 1,1 раза на прилегающей территории (на расстоянии 500 м от площадки).

В почвенных образцах, отобранных с площадок УПСВ «Покровская» и УПН «Похвистнево», содержание нефтепродуктов превышает нормы ПДК в 1,4 и 4,3 раза соответственно. На прилегающей к этим площадкам территории, а также на площадках обследования III и IV содержание нефтепродуктов

находится в пределах норм ПДК и колеблется от 130,5 до 938,0 мг/кг почвы.

По мере удаления от источника загрязнения наблюдается общая тенденция по снижению концентрации токсикантов в верхнем слое почвы. Так, при удалении от площадок на 500 м происходит уменьшение содержания нефтепродуктов в почве в 1,1-3,9 раза, а при удалении на 1 км содержание нефтепродуктов снижается еще в 1,3-6,6 раза (рис. 5).

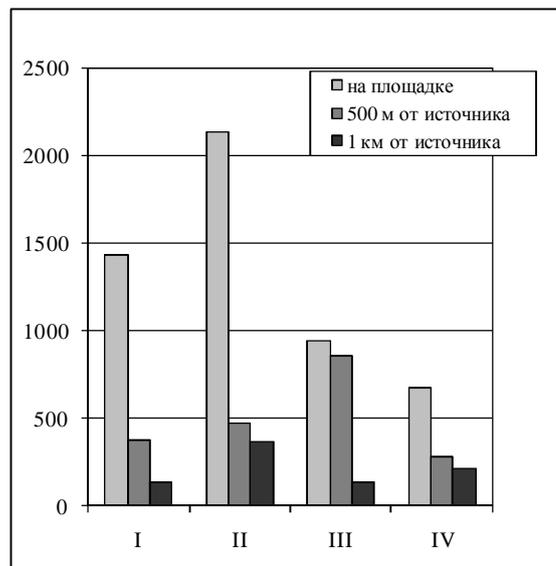


Рис 5. Содержание нефтепродуктов в почвах обследованных площадок (I, II, III, IV) и прилегающих к ним территорий

Содержание валовых форм тяжелых металлов либо незначительно колеблется, либо на расстоянии 1 км падает в 1,2-2,5 раза (рис. 6).

На расстоянии 500 м от обследованной площадки III содержание валовых форм Zn, Cu и Ni в почве падает в 2,5; 3,1 и 1,5 раза соответственно. После чего на расстоянии 1 км от УКПН-2 НПС г. Отрадный Кинель-Черкасского района наблюдается повышение этих показателей в 1,1; 1,7 и 1,2 раза соответственно. Последнее предположительно связано с поступлением Zn, Cu и Ni извне от другого источника.

Определенной закономерности в содержании подвижных форм тяжелых металлов при удалении от источника загрязнения не выявлено.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования влияния нефтяных установок на почвенный покров установлено:

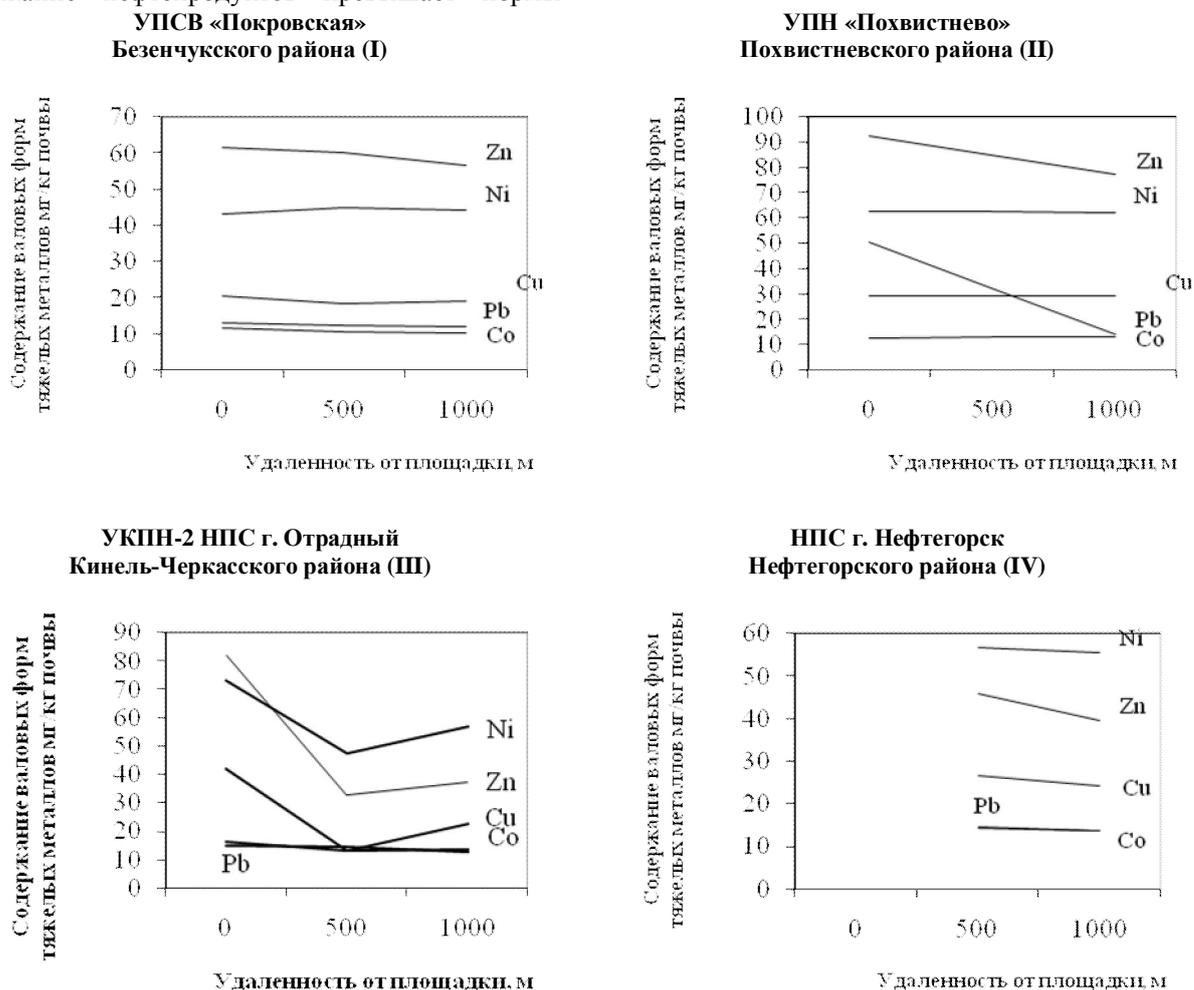
1. Недостаточное содержание в обследованных почвах подвижных форм микроэлементов – Cu и Co на всех участках, достаточное – Mn в почвах I, III и IV площадок, Zn на площадке III и IV, избыточное – Mn в почвах II площадки и Zn на площадке I и II.

2. Во всех проанализированных почвенных пробах содержание тяжелых металлов не превышает

норм ПДК, кроме площадки УПН «Похвистнево», для которой характерна «слабая» степень загрязнения по свинцу.

3. В почвенных образцах, отобранных с площадок УПСВ «Покровская» и УПН «Похвистнево», содержание нефтепродуктов превышает нормы

ПДК в 1,4 и 4,3 раза соответственно. На прилегающей к этим площадкам территории, а также на площадках обследования III и IV содержание нефтепродуктов не превышает норм ПДК и колеблется в пределах 130,5-938,0 мг/кг.



**Рис 6.** Содержание валовых форм тяжелых металлов в почвах обследованных площадок (I, II, III, IV) и прилегающих к ним территорий

4. На обследованной территории не обнаружено растений, относящихся к категории особо охраняемых видов.

5. По мере удаления от источника загрязнения наблюдается снижение концентрации нефтепродуктов и валовых форм тяжелых металлов на расстоянии 500 м – в 1,1-3,9 раза, на расстояние 1 км – в 1,2-6,6 раза.

По результатам проведенного исследования были даны рекомендации:

1. Снизить концентрацию нефтепродуктов в почвах площадок УПСВ «Покровская» и УПН «Похвистнево» до допустимых значений.

2. Для своевременного выявления и прогнозирования развития природных и техногенных процессов, влияющих на состояние окружающей среды, разработки и анализа эффективности природоохранных мероприятий, необходимо ведение экологического мониторинга, включающего в себя

наблюдение, оценку и прогноз техногенных изменений почвенного покрова прилегающей территории.

3. Площадки мониторинга необходимо заложить на расстоянии 0,5-1 км от источников возможного загрязнения, ниже по рельефу в сторону ближайших водотоков и населенных пунктов (Рис. 1-4).

4. В случае возникновения аварийных ситуаций рекомендуется применять комплекс мероприятий, позволяющих в минимальный срок ликвидировать негативные последствия аварийных выбросов токсичных веществ в окружающую среду.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Методические указания. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999.

2. Орлов Д.С., Аммосова Я.М. Методы контроля почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами // Почвенно-экологический мониторинг. 1994. С. 219-231.
3. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат. Лен. отд., 1987. 142 с.
4. Почвы Куйбышевской области / Под ред. Г.Г. Лобова. Куйбышев, 1985.
5. Матвеев Н.М., Павловский В.А., Прохорова Н.В. Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самарский университет, 1997.
6. Звягинцев Д.Г., Гузев В.С., Левин С.В. и др. Диагностические признаки различных уровней загрязнения почв нефтью // Почвоведение. 1989. № 1. С. 72-78.
7. Природа Куйбышевской области / М.С. Горелов, В.И. Матвеев, А.А. Устинова и др. Куйбышев, 1990.
8. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М. Изд-во МГУ, 1988. 488 с.
9. Технический отчет по почвенному обследованию земель сельскохозяйственного назначения Самарской области с целью государственного учета показателей состояния плодородия. ОАО «ВолгоНИИгипрозем». 2003.
10. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
11. Аристархов А.Н. Оптимизация питания растений и применения удобрений в агроэкосистемах. М.: ЦИНАО, 2000. 524 с.

## **INFLUENCE OF OIL INSTALLATIONS ON POLLUTION OF SOIL COVER BY HEAVY METALS AND OIL PRODUCTS**

© 2012 S.V. Ishkova<sup>1</sup>, N.M. Trots<sup>2</sup>, O.V. Gorshkova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>OJSC «VolgoNIIGiprozem», Samara

<sup>2</sup>Samara State Agricultural Academy, Ust-Kinelsky

In the article influence of oil installations on pollution of soil cover by oil products and heavy metals is considered, laws of the toxicants distribution in process of removal from a source are revealed.

**Key words:** heavy metals, oil products, pollution of soils.