

2. ГОСТ 28245-89. Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. – М.: Стандартиформ, 2006. – 7 с.
3. ГОСТ 11305-83. Торф. Методы определения влаги. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 11 с.
4. ГОСТ 11306-83. Торф. Методы определения зольности. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 11 с.
5. Торфяной фонд РСФСР. Сибирь. Дальний Восток. – М., 1965. – 297 с.
6. *Лапшина Е.Д.* Флора болот юго-востока Западной Сибири. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2003. – 296 с.

Literatura

1. *Glebov F.Z.* Bolota i zabolochennye lesa lesnoj zony enisejskogo levoberezh'ja. – М.: Nauka, 1969. – 131 s.
2. GOST 28245-89. Torf. Metody opredelenija botanicheskogo sostava i stepeni razlozhenija. – М.: Standartinform, 2006. – 7 s.
3. GOST 11305-83. Torf. Metody opredelenija vlagi. – М.: Izd-vo standartov, 1984. – 11 s.
4. GOST 11306-83. Torf. Metody opredelenija zol'nosti. – М.: Izd-vo standartov, 1984. – 11 s.
5. Torfjanyj fond RSFSR. Sibir'. Dal'nij Vostok. – М., 1965. – 297 s.
6. *Lapshina E.D.* Flora bolot jugo-vostoka Zapadnoj Sibiri. – Tomsk: Izd-vo Tomsk. un-ta, 2003. – 296 s.

УДК 502.521:631.4(571.13)

*О.А. Матвейчик, И.А. Бобренко,
О.Д. Шойкин, А.Г. Шмидт*

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

*О.А. Matveychik, I.A. Bobrenko,
O.D. Shoykin, A.G. Shmidt*

AGRARIAN AND ENVIRONMENTAL MONITORING OF SOILS IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF OMSK REGION

Матвейчик О.А. – асп. каф. агрохимии и почвоведения Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: Matvei4ik_oleg@mail.ru

Бобренко И.А. – д-р с.-х. наук, доц., зав. каф. агрохимии и почвоведения Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: bobrenko67@mail.ru

Шойкин О.Д. – канд. с.-х. наук, доц. каф. агрохимии и почвоведения Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: od.shoykin@omgau.org

Шмидт А.Г. – начальник отдела мониторинга и агрохимического обследования почв Центра агрохимической службы «Омский», г. Омск. E-mail: agsch@mail.ru

Matveychik O.A. – Post-Graduate Student, Chair of Agrochemistry and Soil Science, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: Matvei4ik_oleg@mail.ru

Bobrenko I.A. – Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agrochemistry and Soil Science, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: bobrenko67@mail.ru

Shoykin O.D. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agrochemistry and Soil Science, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: od.shoykin@omgau.org

Shmidt A.G. – Head, Department of Monitoring and Agrochemical Inspection of Soils, Center of Agrochemical Service "Omsky", Omsk. E-mail: agsch@mail.ru

На основании агроэкологического мониторинга в условиях южной лесостепи СП «Юрьевское» Кормиловского района Ом-

ской области были проведены полевые и лабораторные исследования по определению эколого-токсикологического состояния земель

хозяйства на изменение содержания тяжелых металлов в пахотном горизонте почв реперных участков опытных полей. Период исследований составил 10 лет – с 2007 по 2016 г. Наблюдения проводились согласно ежегодному локальному мониторингу почв на реперных участках, заложенных на землях сельскохозяйственного назначения во всех агроклиматических зонах Омской области. В статье раскрываются актуальные вопросы, связанные с содержанием тяжелых металлов в снеговой воде реперных участков, валовых и подвижных форм тяжелых металлов в пахотном слое почв опытных полей. Выявлены все основные источники поступления тяжелых металлов в исследуемой зоне. Определено, что поступление загрязнителей – тяжелых металлов в виде осадков незначительно и соответствует всем нормативным показателям безопасности. Содержание валовых форм тяжелых металлов не превышает предельно допустимую концентрацию, за исключением никеля и хрома. Показатели валовых форм никеля и хрома незначительно превышают ПДК, степень опасности загрязнения почв отсутствует, так как наиболее важные подвижные формы тяжелых металлов имеют низкое содержание. Приведена динамика изменения содержания ртути и мышьяка за 10-летний период наблюдений в южной подзоне лесостепи Омской области, показывающая благоприятную обстановку в отношении этих показателей.

Ключевые слова: мониторинг, тяжелые металлы, анализ, реперный участок, загрязнитель, почва, горизонт, динамика.

On the basis of agroenvironmental monitoring in the conditions of the southern forest-steppe of JV 'Yuryevskoye', Kormilovsky area of Omsk Region field and laboratory researches in the definition of ecological and toxicological condition of lands of the farm on change of the content of heavy metals in arable horizon of soils of reference sites of experimental fields were made. The period of researches made 10 years – from 2007 to 2016. The observations were made according to annual local monitoring of soils on the reference sites put on lands of agricultural purpose in all agroclimatic zones of Omsk Region. In the study topical issues connected with the content of heavy metals in snow

water of reference sites, gross and mobile forms of heavy metals in arable layer of the soils of experimental fields are revealed. All main sources of intake of heavy metals in the studied zone are revealed. It is defined that the receipt of pollutants are heavy metals in the form of rainfall slightly and corresponds to all standard indicators of safety. The maintenance of gross forms of heavy metals does not exceed maximum permissible concentration, except for nickel and chrome. The indicators of gross forms of nickel and chrome slightly exceed maximum concentration limit, degree of danger of pollution of soils is absent as the most important mobile forms of heavy metals have low content. The dynamics of change of the content of mercury and arsenic for the 10-year period of supervision in the southern subband of the forest-steppe of Omsk Region showing favorable situation concerning these indicators is given.

Keywords: monitoring, heavy metals, analysis, reference site, pollutant, soil, horizon, dynamics.

Введение. Работа по рациональному использованию почв и земельных ресурсов России, в том числе Омской области, предполагает наличие ежегодной информации о состоянии почв и их изменении под воздействием антропогенных нагрузок. Экологическая роль почвы как узла связей биосферы, где активно протекают процессы обмена веществ между поверхностью земли, гидросферой, атмосферой и обитающими организмами на суше, определяет необходимость мониторинга состояния почв вблизи загрязнителей реперных участков хозяйств.

С каждым годом актуальность агроэкологического мониторинга почв становится все более острой, так как антропогенные нагрузки на почвы постоянно усиливаются. Для мониторинга важно знать характеристики исходного состояния почв или начала наблюдений. Суть мониторинга состояния почв заключается в информационной системе наблюдений, оценки и прогноза изменений почв под влиянием антропогенных и естественных факторов [3]. Важным звеном мониторинга почв является выбор их свойств, которые подлежат контролю во времени с целью выявления как природных, так и антропогенных изменений. Показатели изменений могут быть признаками начала развития негативных

процессов, стойкой и необратимой деградации [2, 6].

С увеличением освоенности и распаханности территории, изменением естественных ландшафтов нарушились извечные устои и законы развития почв. Практикой доказано, что деятельность человека становится мощным современным фактором преобразования почв [2, 8]. По многочисленным литературным источникам, основные современные изменения почв происходят в результате интенсивной антропогенной деятельности человека, загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, пестицидами, токсикантами следствием которых является дисбаланс макро- и микроэлементов в земельных ресурсах и растениеводческой продукции [1, 9].

Мониторинг состояния почв, или обследование земель сельскохозяйственного назначения, остается одним из главных факторов оценки почв по воздействию загрязнителей и неправильной хозяйственной деятельности человека.

Цель исследований. Агроэкологический мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения на опытных полях в южной лесостепи Омской области.

Объекты и методы. Исследования по содержанию тяжелых металлов в почве и снеговой воде проводились в 2007–2016 гг. Объектами являлись почвы земель сельскохозяйственного назначения на опытных полях СП «Юрьевское» южной лесостепи Омской области. Исследовалась почва лугово-черноземная солонцеватая маломощная среднегумусовая тяжелосуглинистая.

Основным методом в работе является локальный мониторинг состояния почв на реперных участках, представляющий собой систему наблюдений за землями сельскохозяйственного назначения, позволяющий своевременно выявлять и прогнозировать изменения плодородия почвы, а также качества и количества растениеводческой продукции, возникающие в окружающей среде под влиянием антропогенных и естественных факторов [5].

При выборе места закладки реперных участков учитываются природно-сельскохозяйственные и производственно-технологические факторы, влияющие на сельскохозяйственное производство: агроклиматические ус-

ловия, увлажненность территории, рельеф и геоморфология, бонитет почвы, наличие техногенных загрязнителей, роза ветров.

Обследование почв на реперных участках проводилось ежегодно ранней весной, до начала полевых работ. При определении в почве поверхностно распределяющихся веществ точечные пробы отбирали с помощью тростевого бура БГ-25-15 на глубине пахотного горизонта.

Обработку и анализ проб снеговой воды на содержание тяжелых металлов проводили по общепринятым методикам [5, 7].

Подвижные формы тяжелых металлов (Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Cr) в пахотном горизонте определялись атомно-абсорбционным методом, в качестве экстрагента применяли азотную кислоту с концентрацией 1:1.

Мышьак определяли (As)-фотометрическим методом, заключающимся в разложении пробы почвы смесью азотной и серной кислот, отделении мышьяка отгонкой в виде арсина и конечном определении мышьяка в виде мышьяково-молибденовой или сурьмяно-мышьяково-молибденовой сини.

Для определения ртути (Hg) в почве используют беспламенный атомно-абсорбционный метод, основанный на отдувке паров ртути из растворов и измерении резонансного поглощения атомов ртути на длине волны 253,7 нм.

В настоящее время для отдельных элементов, в том числе меди, цинка, ртути, свинца и других, разработаны ПДК.

Результаты и их обсуждение. Многолетние наблюдения и учет за состоянием пахотных земель реперных участков исследуемого хозяйства позволили получить информацию о содержании тяжелых металлов в почвах и снеговой воде.

Поступление загрязнителей в виде осадка тяжелых металлов на земли сельскохозяйственного назначения идет через атмосферу. Состав и соотношение элементов-загрязнителей зависят от ряда таких источников, как промышленные заводы, аэродромы, теплоэлектроцентрали, фермы, автомобильные и железные дороги (табл. 1). Около индустриальных центров создаются участки аномальных антропогенных зон с повышенным содержанием тяжелых металлов.

Загрязнители реперных участков опытных полей

Источник-загрязнитель	Расстояние от загрязнителей, км
Заводы	17,4
Аэродромы	61,0
ТЭЦ	18,0
Фермы	2,5
Автодороги	0,5
Железные дороги	15,5

Снеговой покров выступает источником накопления всех веществ, поступающих из атмосферы. С целью определения вариантов попадания в почву тяжелых металлов был проведен

количественный анализ на содержание токсикологических элементов в талых снеговых водах (табл. 2).

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в снеговой воде реперных участков опытных полей в СП «Юрьевское» Омской области, мг/л снеговой воды

Год исследования	Мощность снежного покрова, см	Cu	Zn	Cd	Pb	Cr	Hg	As
2007	50	0,008	0,021	0	0,002	0,008	0,0002	< 0,005
2008	25	0,005	0,007	0	0,001	0	0,0001	< 0,005
2009	23	0,003	0,025	0	0,002	0	0,0004	< 0,005
2010	26	0,003	0,013	0	0,001	0	0,0001	< 0,005
2011	42	0,001	0,009	0	0,002	0	0,0001	< 0,005
2012	30	0,005	0,017	0	0,002	0,001	0,0001	< 0,005
2013	40	0,007	0,009	0	0,004	0,001	0,0001	< 0,005
2014	45	0,001	0,019	0	0,002	0,004	0,0001	< 0,005
2015	42	0,0003	0,009	0	0,003	0,0005	0,0001	< 0,005
2016	48	0,001	0,008	0	0,002	0,0004	0,0001	< 0,005
Среднее значение	37,1	0,0034	0,014	0	0,002	0,0008	0,0001	< 0,005
ПДК по водной среде, мг/л		0,1	0,5	0,01	0,03	0,05	0,005	0,05

По результатам 10-летних наблюдений анализа проб снеговой воды в образцах исследования выявлено незначительное количество тяжелых металлов. Содержание тяжелых металлов в снежном покрове не превышало ПДК по водной среде.

Одним из методов мониторинга почв является наблюдение и контроль содержания тяжелых

металлов путем сравнения естественного фона с уровнем загрязнения почв. Контроль за техногенным загрязнением почв тяжелыми металлами включает необходимое определение валовых форм химических элементов, представленных в таблице 3.

Таблица 3

**Характеристика метрового слоя почвы реперных участков опытных полей
в СП «Юрьевское» Омской области по содержанию валовых форм тяжелых металлов**

Глубина отбора, см	Валовые формы тяжелых металлов, мг/кг почвы							
	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Cr	Hg	As
0-20	22,2	65,2	0,59	20,5	34,3	43,9	0,023	8,0
20-40	21,2	59,6	0,57	19,0	33,8	47,6	0,020	7,5
40-60	19,1	47,9	0,50	18,4	33,2	41,0	0,022	8,3
60-80	19,5	50,0	0,52	18,3	32,7	41,0	0,025	8,0
80-100	19,5	49,0	0,50	16,5	32,0	40,9	0,023	7,5
ПДК(ОДК) с учетом фона	132	220	2,0	130	30,6	43,8	2,1	10,0

Агроэкологический мониторинг состояния почв реперных участков позволил выявить, что по содержанию меди, цинка, кадмия, свинца, ртути и мышьяка не выявлено превышения ПДК (ОДК) с учетом фона. Содержание валовых форм никеля и хрома незначительно превысило предельно допустимую концентрацию, что в дальнейшем грозит загрязнением почв этими элементами.

Данные мониторинга характеризуют исследуемые почвы как незагрязненные. Однако валовое содержание не всегда может характери-

зовать степень опасности загрязнения почвы, поскольку почва способна связывать соединения металлов, переводя их в недоступные растениям состояния. Правильнее говорить о роли «подвижных» и «доступных» для растений форм. Определение содержания подвижных форм проводится для характеристики миграции металлов-загрязнителей из почвы в растения [4].

Не менее важным элементом является информация о содержании подвижных форм тяжелых металлов в пахотном горизонте почв реперных участков полей (табл. 4).

Таблица 4

**Содержание подвижных форм тяжелых металлов в пахотном горизонте почв реперных
участков опытных полей в СП «Юрьевское» Омской области, мг/кг почвы**

Год исследования	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Cr
2007	0,09	0,24	0,09	0,83	0,77	0,99
2008	0,10	0,28	0,08	0,90	0,70	0,80
2009	0,10	0,34	0,10	0,86	0,72	0,96
2010	0,11	0,57	0,12	0,69	0,59	0,70
2011	0,12	0,65	0,06	0,45	0,80	0,40
2012	0,13	0,67	0,07	0,49	0,75	0,40
2013	0,12	0,75	0,08	0,60	0,73	0,46
2014	0,13	0,75	0,08	0,56	0,78	0,52
2015	0,10	0,50	0,05	0,52	0,48	0,54
2016	0,11	0,57	0,042	0,54	0,63	0,48
Среднее	0,11	0,53	0,08	0,64	0,70	0,63
ПДК(ОДК)	3,0	23,0	0,5	6,0	4,0	6,0

Анализ динамики изменения подвижных форм тяжелых металлов с 2007 по 2016 г. не выявил превышения ПДК (ОДК). В пахотном горизонте лугово-черноземной солонцеватой маломощной

среднегумусовой тяжелосуглинистой почве реперных участков опытных полей содержание тяжелых подвижных металлов изменялось в следующих пределах (мг/кг): медь – 0,09–0,13; цинк

– 0,24–0,75; кадмий – 0,05–0,12; свинец – 0,45–0,9; никель 0,48–0,8; хром 0,4–0,99.

На основе многолетних исследований содержания валовых форм ртути и мышьяка почв реперных участков была определена динамика

их изменения и построены гистограммы. По полученным данным было выявлено, что в лугово-черноземной почве превышений ПДК не обнаружено (рис.1, 2).

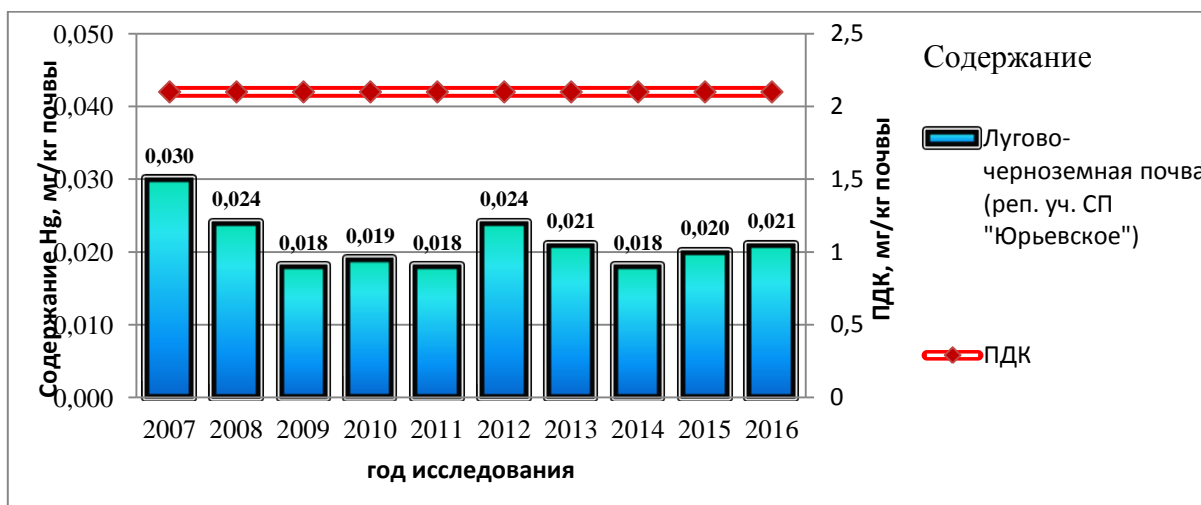


Рис.1. Динамика содержания ртути в пахотном горизонте почв реперных участков опытных полей в СП «Юрьевское» Омской области

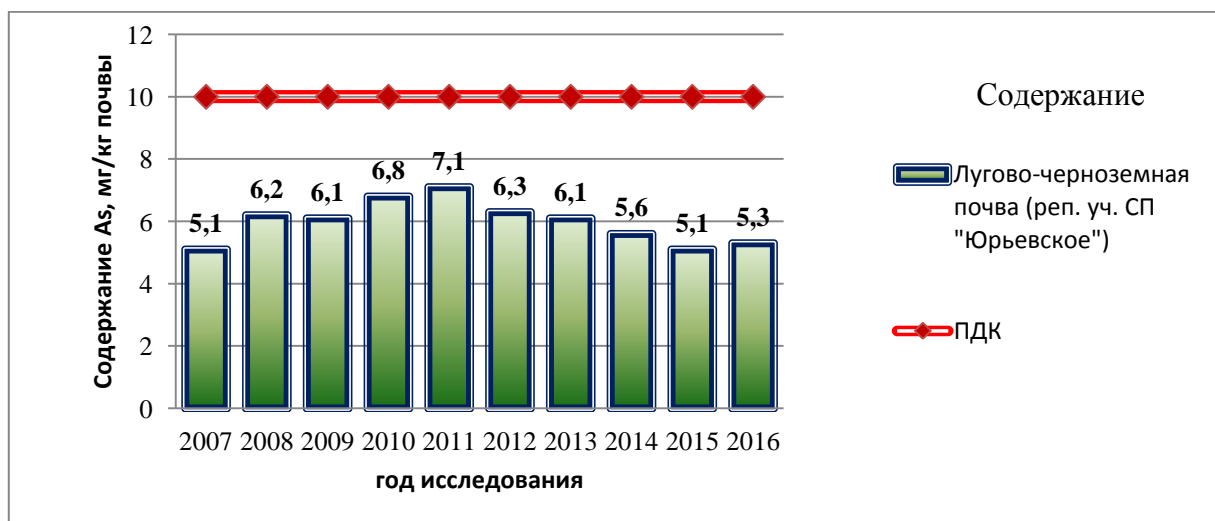


Рис. 2. Динамика содержания мышьяка в пахотном горизонте почв реперных участков опытных полей в СП «Юрьевское» Омской области

Химический состав растений, как известно, отражает элементный состав почв. Поэтому избыточное накопление тяжелых металлов растениями обусловлено прежде всего их высокими концентрациями в почвах. В своей жизнедеятельности растения контактируют только с доступными формами тяжелых металлов, количество которых, в свою очередь, тесно связано с буферностью почв.

Заключение. Экспериментальные данные по обследованию почвы земель сельскохозяйственного назначения на опытных полях СП «Юрьевское» в условиях южной лесостепи свидетельствуют о благоприятной агроэкологической ситуации по содержанию валовых и подвижных форм тяжелых металлов. Проведение мониторинга состояния почв в течение длительного времени позволило получить досто-

верные данные по агроэкологическому состоянию изучаемой территории. Агроэкологический мониторинг состояния земель сельскохозяйственного назначения позволяет объективно сопоставлять их качество, безопасность растениеводческой продукции, получаемой с этих полей, решать вопросы производственной нагрузки и защиты почв. Сохранение почвы, щадящее использование земельных ресурсов, учет и наблюдение за их агроэкологическим состоянием имеют не только производственное, но и экологическое значение в современном АПК.

Литература

1. Азаренко Ю.А. Закономерности содержания, распределения, взаимосвязей микроэлементов в системе почва-растение в условиях юга Западной Сибири / Омск. гос. аграр. ун-т. – Омск: Вариант-Омск, 2013. – 232 с.
2. Бобренко И.А., Матвейчик О.А. Радиологическое состояние земель сельскохозяйственного назначения и продукции растениеводства лесостепи Омской области // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 8. – С. 45–52.
3. Драган Н.А. Мониторинг и охрана почв: учеб.пособие. – Симферополь: Изд-во ТНУ, 2008. – 172 с.
4. Красницкий В.М. Агрехимическая и экологическая характеристика почв Западной Сибири. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2002. – 144 с.
5. Красницкий В.М, Бобренко И.А., Шмидт А.Г. [и др.]. Агроэкологический мониторинг почв на правом берегу Иртыша лесостепной зоны Омской области // Плодородие. – 2016. – № 3. – С. 33–36.
6. Красницкий В.М, Мищенко Л.Н., Азаренко Ю.А. Комплексный мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2006. – 40 с.
7. Методические указания по проведению локального мониторинга на реперных и контрольных участках. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 76 с.
8. Мищенко Л.Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование:

учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмСХИ, 1991. – 164 с.

9. Мищенко Л.Н., Леонова В.В., Кушнарченко В.Е. Классификация, диагностика и агроэкологические особенности почв Западной Сибири: учеб.пособие. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2010. – 104 с.

Literatura

1. Azarenko Ju.A. Zakonomernosti sodержaniya, raspredeleniya, vzaimosvjazej mikrojelementov v sisteme pochva-rastenie v uslovijah juga Zapadnoj Sibiri / Омск. gos. agrar. un-t. – Омск: Variant-Omsk, 2013. – 232 s.
2. Bobrenko I.A., Matvejchik O.A. Radiologicheskoe sostojanie zemel' sel'skhozjajstvennogo naznachenija i produkcii rastenievodstva lesostepi Omskoj oblasti // Vestnik KrasGAU. – 2016. – № 8. – S. 45–52.
3. Dragan N.A. Monitoring i ohrana pochv: ucheb.posobie. – Simferopol': Izd-vo TNU, 2008. – 172 s.
4. Krasnickij V.M. Agrohimicheskaja i jekologicheskaja harakteristika pochv Zapadnoj Sibiri. – Омск: Izd-vo OmGAU, 2002. – 144 s.
5. Krasnickij V.M, Bobrenko I.A., Shmidt A.G. [i dr.]. Agrojekologicheskij monitoring pochv na pravom beregu Irtysha lesostepnoj zony Omskoj oblasti // Plodorodie. – 2016. – № 3. – S. 33–36.
6. Krasnickij V.M, Mishhenko L.N., Azarenko Ju.A. Kompleksnyj monitoring plodorodija pochv zemel' sel'skhozjajstvennogo naznachenija. – Омск: Izd-vo OmGAU, 2006. – 40 s.
7. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju lokal'nogo monitoringa na repernih i kontrol'nyh uchastkah. – М.: FGNU «Rosinformagroteh», 2006. – 76 s.
8. Mishhenko L.N. Pochvy Omskoj oblasti i ih sel'skhozjajstvennoe ispol'zovanie: ucheb. posobie. – Омск: Izd-vo OmSHI, 1991. – 164 s.
9. Mishhenko L.N., Leonova V.V., Kushnarenko V.E. Klassifikacija, diagnostika i agrojekologicheskie osobennosti pochv Zapadnoj Sibiri: ucheb.posobie. – Омск: Izd-vo OmGAU, 2010. – 104 s.