

УДК 631.95

UDC 631.95

06.01.01 Общее земледелие, растениеводство

06.01.01 General agriculture, crop production

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ
ОБЪЕКТОВ НА СПЕЦИФИКУ
НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В
АГРОЛАНДШАФТЕ**

**ASSESSMENT OF THE IMPACT OF MAN-
MADE OBJECTS ON THE SPECIFIC OF
HEAVY METALS ACCUMULATION IN THE
AGRICULTURAL LANDSCAPE**

Сухомлинова Александра Геннадьевна
к.б.н., доцент
SPIN-код: 1184-4018
E-mail: sukhomlinova.alexandra@yandex.ru

Sukhomlinova Alexandra Gennadievna
Cand.Biol.Sci., associate professor
SPIN-code: 1184-4018
E-mail: sukhomlinova.alexandra@yandex.ru

Стрельников Виктор Владимирович
д.б.н., профессор
SPIN-код: 2808-3170
E-mail: strelecol@yandex.ru

Strelnikov Viktor Vladimirovich
Dr.Sci.Biol., Professor
SPIN-code: 2808-3170
E-mail: strelecol@yandex.ru

Мельченко Александр Иванович
д.б.н., доцент
SPIN-код: 1578-0694
E-mail: alexkuban59@mail.ru

Melchenko Alexander Ivanovich
Dr.Sci.Biol., associate professor
SPIN-code: 1578-0694
E-mail: alexkuban59@mail.ru

Францева Татьяна Петровна
к.т.н., доцент
SPIN-код: 9613-7395
E-mail:tatian-81@mail.ru

Frantseva Tatiana Petrovna
Cand.Tech.Sci., associate professor
SPIN-code: 9613-7395
E-mail:tatian-81@mail.ru

Суркова Елена Викторовна
к.б.н., доцент
SPIN-код: 8601-2305
E-mail: lena.surkova.1977@mail.ru
ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный
университет», Краснодар, Россия

Surkova Elena Viktorovna
Cand.Biol.Sci., associate professor
SPIN-code: 8601-2305
E-mail: lena.surkova.1977@mail.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В результате исследования антропогенного влияния на агроландшафт ОАО «Агрофирма «Нива» со стороны хозяйственной деятельности человека, связанной: с применением пестицидов и минеральных удобрений; с работой сельскохозяйственной техники, и движением автотранспортных средств по автомагистрали, получен экспериментальный материал по образованию пылевых масс и накоплению тяжелых металлов в почве. На исследуемой территории отмечено превышение ПДК цинка (23 мг/кг, с учетом фона) в 3 раза и ПДК свинца (6,0 мг/кг, с учетом фона) в 4 раза

As a result of the researching of anthropogenic influence on the agricultural landscape of Public Corporation "Agrofirma "Niva" from human economic activities with are related to: the pesticides and mineral fertilizers using; the work of agricultural machinery, and the movement of vehicles on the highway. The experimental material on the formation of dust masses and the accumulation of heavy metals in the soil. On the researching territory was found out three times excess of zinc MPC* (23 mg/kg, including background) and four times more of lead MPC (6,0 mg/kg, including background)
*maximum permissible concentration

Ключевые слова: АГРОЛАНДШАФТ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, АВТОТРАНСПОРТ, ЗАПЫЛЕННОСТЬ, ПЕСТИЦИДЫ, ТЕХНОГЕННЫЙ ОБЪЕКТ

Keywords: AGROLANDSCAPE, HEAVY METALS, POLLUTION, MOTOR TRANSPORT, DUST, PESTICIDES, TECHNOGENIC OBJECT

Doi: 10.21515/1990-4665-147-017

Введение

Объект загрязнения – территория садоводческой бригады ОАО «Агрофирма «Нива», станицы Медведовской, расположен в непосредственной близости от автодороги с двумя проезжими частями «Краснодар-Ейск», шириной полосы движения 3,5 метра. Изучаемый объект является типичным агроландшафтом, на котором выращиваются плодовые культуры с применением удобрений и химических средств защиты растений.

Ядохимикаты, вносимые на почву методом опрыскивания, попадают непосредственно в почву, дождями смываются поверхностным стоком, и испаряются в атмосферу [1, 2]. Для химобработки садов, в период с марта по сентябрь, используются следующие пестициды: келкат цинк, циперметрин, меди сульфат трехосновный, меди гидроксид, нитрофан, хлорпирифос, метирам [6].

Интенсивное применение пестицидов и удобрений, в течение многолетнего периода, способствует поступлению в почву тяжелых металлов – Pb, Zn, Cd, Cu, Ni, Co, которые при попадании в почву – аккумулируются, мигрируют, переходят в новые состояния различной степени устойчивости. Инерционные процессы в агроэкосистеме приводят к длительному выведению агентов загрязнения, поэтому присутствие тяжелых металлов в почве, даже после прекращения применения агрохимикатов, может наблюдаться на протяжении нескольких десятков лет [5, 8, 9].

На территории Тимашевского района проходит строительство новой железнодорожной ветки "Котельниково-Тихорецкая-Кореновск-Тимашевская-Крымская". Для прокладки части пути грузовые автомобили со стройматериалами проходят через изучаемый объект. Вдоль дороги на прилегающей территории образуется большое количество пыли. Приземный слой, вдоль дорожной линии, в результате работы

автомобильных двигателей, загрязняется продуктами распада топлива: отработавшими газами, и маслами, тяжелыми металлами, пылью, сажой, что может быть причиной целого ряда заболеваний у человека [5, 8].

Антропогенное воздействие на компоненты окружающей среды в пределах района исследований происходит в результате воздействия пестицидов, применяемых на территории изучаемого агроландшафта, а также за счет продуктов сгорания топлива от сельскохозяйственной техники, автотранспорта, проходящего по автодороге «Краснодар-Ейск».

При работе сад-бригады и растворного узла от стоянок с/х техники, работы тракторов и автотранспорта в атмосферный воздух поступают следующие загрязняющие вещества: азота оксид, сажа, диоксид серы, оксид углерода, бензапирен, бензин, керосин. Анализ источников загрязнения ОАО «Агрофирма «Нива» производился на основе технической документации исследуемого объекта [6].

Объект исследования – территория агроландшафта общей площадью 5,7 га.

На изучаемой территории отсутствуют лесополосы со стороны автотрассы, что позволяет беспрепятственно поступать различным примесям в рабочую зону участка исследований, что в результате, способствует их накоплению в организме, оказывает негативное воздействие на здоровье людей. Выхлопные газы автомобилей, насыщенные тяжелыми металлами, с атмосферными осадками, поступают в почву, где накапливаются, и с грунтовыми водами переходят в более тяжелые соединения, вызывающие различные канцерогенные эффекты [1, 2].

Поэтому проблема экологического благополучия на исследуемом участке является актуальной.

Цель работы – оценить влияние техногенных объектов на специфику накопления тяжелых металлов Pb, Cu, Zn в почве агроландшафта.

Материалы и методы

Исследование техногенного воздействия со стороны автомагистрали и применения хозяйством агрохимикатов на компоненты окружающей среды проводилось в пределах территории садоводческой бригады ОАО «Агрофирма «Нива».

Определение загруженности участка автодороги «Краснодар-Ейск» разными видами транспорта на исследуемой территории проводилось для изучения степени влияния автотранспорта на окружающую природную среду. Сбор материала по загруженности дороги осуществлялся в три разных промежутка времени на территории исследуемого участка: в 8 часов 00 минут, в 13 часов 00 минут, в 17 часов 00 минут, согласно [3].

Количество пыли, осаждающейся из воздуха на поверхность земли, можно проследить по степени запыленности листовых пластинок широколиственных древесно-кустарниковых пород, в различных местах исследования. При определении источника загрязнения взяты деревья яблони, учитывая розу ветров, опыт проводился несколько раз после дождя, во время засухи. При выборе листьев следует исключить их повреждение вредителями и ржавчинными грибами, так как это дает абсолютно недостоверную картину [4].

Атрибутивная доля воздействия источников загрязнения на показатель запыленности проводилось в соответствии с [7].

Так как химобработка сада и работа автотранспорта являются обширным источником загрязнения, то мониторинговые исследования представлены методом лесного фитоценоза с выделением ключевых участков на основании метода векторного анализа. По сторонам света трансекты ориентированы следующим образом:

Трансекта 1 (точки 1, 2, 3, 4) – северо-восток, по уклону местности, в сторону базы сад-бригады;

Трансекта 2 (точки 5, 6, 7, 8) – запад, в сторону плодового сада, по направлению преобладающего восточного ветра;

Трансекта 3(точки 9, 10, 11, 12) – юго-восток, вдоль линии автодороги «Краснодар-Ейск». Схема мониторинговых исследований представлена на рисунке 1.

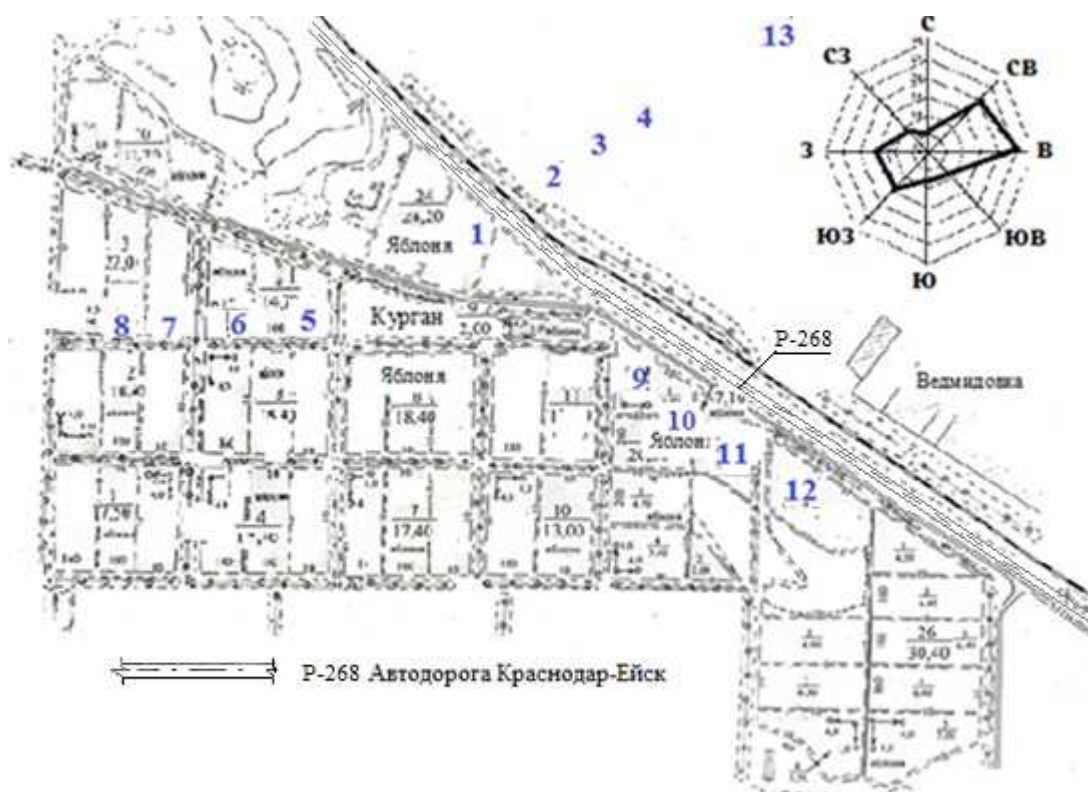


Рисунок 1 Схема мониторинговых исследований

На трех транссектах, расположенных по направлению сторон света, было заложено по 4 площадки для отбора проб. В каждой из точек, был заложен постоянный квадрат площадью 1 м², в котором отбирались пробы на содержание тяжелых металлов. Площадки отбора проб закладывались от самого высокого места на исследуемой территории на расстоянии 50 метров от каждой соответственно.

Фоновая точка № 13 была выбрана на расстоянии в 1500 м от исследуемой территории в лесополосе по направлению неустойчивых юго-западных ветров [4].

Для составления более полной картины экологической ситуации на изучаемом ландшафте, пробы отбирались систематически по сезонам: весной, летом, осенью.

Атомно-адсорбционный спектрохимический анализ на присутствие тяжелых металлов в почве (цинк, свинец, медь) основан на поглощении ультрафиолетового или видимого излучения атомами газов, проведен при помощи стандартной методики, опытной лабораторией Кубаньгеология, атомно-адсорбционным спектрохимическим методом [12].

Результаты статистической обработки соединений тяжелых металлов в почве методом множественного регрессионного анализа с помощью программного пакета STATISTICA 2000 [13].

Результаты и обсуждения

Оценка транспортной нагрузки на опытном участке проводилась в рабочие дни недели весной – в мае, летом – в июле, осенью – в сентябре. Подсчет интенсивности движения транспортных средств через опытные участки в осенне-зимние месяцы за два предшествующих года показал относительную стабильность транспортных потоков, что отражено в таблице 1.

На исследуемом участке максимальный поток автотранспорта проходит 850 ед. автомобилей в час приходится на утренние часы в июле, что может быть связано с сезоном отпусков и увеличением потока автотранспорта на побережье морей Краснодарского края.

Таблица 1 – Грузопоток на исследуемом участке автодороги
«Краснодар-Ейск»

Месяц	Время	Всего автотранспорта		Среднее тыс.ав/сут
		ед/час	тыс.ав/сут	
май	8:00	740	17760	16760
	13:00	635	15240	
	17:00	720	17280	
июль	8:00	820	19680	19280
	13:00	780	18720	
	17:00	810	19440	
сентябрь	8:00	850	20400	19160
	13:00	755	18120	
	17:00	790	18960	

За весь период исследований интенсивность движения на исследуемом участке можно охарактеризовать как высокую. Соотношение типа автотранспорта (тяжелый грузовой 38 %, легковой 32 %, легкий грузовой 5 %, автобусы 15 %), показывает увеличение количества грузового транспорта.

По результатам определения запыленности атмосферного воздуха, можно заключить, что увеличенное содержание пыли, по сравнению с фоновыми показателями, наблюдается в пределах изучаемого агроландшафта, что может быть связано с работой сельхозтехники и ведением, требуемой по технологии, обработкой химреактивами. Так в точке № 7, которая расположена по направлению господствующих ветров, концентрация пыли в атмосферном воздухе составляет (2,43 мг/м³). В зоне влияния автодороги пылевое загрязнение выражено незначительно меньше, в пределах от 0,81 (точка № 9) до 1,73 мг/м³ (точка № 12), что может негативно воздействовать на компоненты окружающей среды и людей, работающих в исследуемой зоне.

Атрибутивная (относимая) доля или атрибутивный риск AR, по величинам R_{вх} (подтвержденное влияние со стороны источника воздействия) и R_{фн} (фоновая величина) определяется как соотношением

показателей, количественно характеризующих влияние конкретного фактора риска (запыленности) на компоненты окружающей среды.

В результате соотношения влияния долей запыленности воздуха, при фоновом значении $R_{\text{un}} = 0,41 \text{ мг/м}^3$, определено, соответственно по среднему значению $R_{\text{вх}}$, в точках: со стороны автотрассы, наиболее приближенных к ней (№ 1, 5, 9), при $R_{\text{вх}} = 0,97 \text{ мг/м}^3$ и агротехники возделывания сада, в точках, находящихся непосредственно на изучаемой территории (№ 6, 7, 8), при $R_{\text{вх}} = 1,64 \text{ мг/м}^3$.

Результаты расчета показали, что влияние агротехники возделывания сада ($AR_{\text{агротех}} = 75 \%$) на компоненты окружающей среды выше по сравнению с влиянием автотрассы ($AR_{\text{авто}} = 57,7 \%$).

Анализ почвенных проб на содержание в почвах тяжелых металлов, а именно цинка, свинца и меди, в подвижной форме, в почве представлен в таблице 2.

По данным таблицы 2, отмечена тенденция межсезонного увеличения содержания цинка и свинца по отношению к ПДК. Количество меди летом и осенью остается в допустимых пределах *Си* ПДК (3,0 мг/кг, с учетом фона), однако в весенний период наблюдается увеличение концентрации в среднем в 2,7 раза.

Таблица 2 – Анализ содержания тяжелых металлов в почвенных образцах, мг/кг

№ точки	Весна			Лето			Осень		
	РЬ	Си	Зп	РЬ	Си	Зп	РЬ	Си	Зп
1	24,7	9,2	66,6	27,0	2,19	73,3	22,5	1,94	68,4
2	24,5	9,0	66,8	27,0	2,18	73,3	22,5	1,93	68,4
3	24,2	8,7	66,4	27,1	2,18	73,4	22,6	1,95	68,3
4	23,4	8,5	66,8	27,2	2,19	73,3	22,2	1,90	68,0
5	24,6	8,3	66,2	27,0	2,19	73,6	22,5	1,94	68,4
6	24,2	8,2	66,0	27,1	2,18	73,4	22,4	1,92	68,2
7	23,9	8,4	66,1	27,0	2,16	73,2	22,2	1,91	68,1
8	23,3	7,3	66,1	27,1	2,19	73,1	22,3	1,92	68,2
9	24,7	7,9	66,0	27,0	2,17	73,0	22,8	1,94	67,9
10	24,0	7,9	65,8	26,8	2,15	73,0	22,1	1,90	67,9
11	23,8	7,7	65,8	26,7	2,15	72,9	22,0	1,90	68,5
12	23,7	7,5	65,7	26,6	2,15	72,8	22,0	1,88	67,7
13	23,0	6,4	64,4	26,1	2,1	70,1	21,4	1,80	66,2
Среднее значение	24,3	8,1	66,3	26,8	2,2	73,2	22,4	1,9	68,2
Стандартная ошибка	0,086	0,147	0,109	0,051	0,005	0,066	0,071	0,006	0,072
Минимум	23,0	6,4	64,4	26,1	2,1	70,1	21,4	1,80	66,2
Максимум	24,7	9,2	66,8	27,2	2,19	73,6	22,8	1,95	68,5
Коэффициент вариации, %	1,2	2,6	1,1	0,6	0,9	0,3	1,1	1,1	0,3

Наибольшее содержание цинка в почве отмечено в летний период, согласно ГН 2.1.7.2041-06 в среднем за период исследований наблюдается превышение ПДК (23 мг/кг, с учетом фона) в 3 раза. Количество свинца в образцах превысило ПДК (6,0 мг/кг, с учетом фона) в 4 раза.

Результаты статистической обработки показали снижение степени загрязненности тяжелых металлов в почвенных образцах в зависимости от сезонности, что может быть следствием смыва вредных веществ дождевой водой. Зависимости изменения концентраций тяжелых металлов в почве от расстояния по удалению от автотрассы не выявлено.

Выводы. Выделенная территория агроландшафта общей площадью 5,7 га является обширным источником загрязнения как со стороны

применения агротехнологий, так и автотранспорта, движущегося в ее по автотрассе «Краснодар-Ейск».

Большой процент потока автотранспорта приходится на тяжелый грузовой вид транспорта – 38 %. Интенсивность движения на исследуемом участке – высокая. Максимальная нагрузка на авто полотно проходит в утренние часы в июле, 850 ед. автомобилей в час, что может быть связано с сезоном отпусков и увеличением потока автотранспорта, движущегося на побережье морей Краснодарского края.

Концентрация пыли в атмосферном воздухе, по сравнению с фоновыми значениями, на исследуемой территории, выше соответственно, в зоне воздействия автотранспорта в 2,4 раза, и в пределах изучаемого агроландшафта в 4 раза, что может быть работой сельхозтехники и ведением, требуемой по технологии, обработкой химреактивами. Увеличение содержания пыли в воздухе, может негативно воздействовать на компоненты окружающей среды и здоровье людей, работающих в исследуемой зоне.

Анализ почвенных проб атомно-адсорбционным спектрохимическим методом на содержание тяжелых металлов (цинка, свинца, меди), показал, что преобладающим элементом во всех трёх сезонах (весна, лето, осень), является цинк, наименьшее количество обнаружено свинца и меди.

Список литературы

1. Корчагин В.А. Экологические аспекты автомобильного транспорта / В.А. Корчагин, Ю.А. Филоненко. – М.: МНЭПУ, 1993. – 206 с.
2. Лукин, С. В. Закономерности накопления цинка в сельскохозяйственных растениях / С. В. Лукин, И. Е. Солдат, Е. А. Пендюрин // Агрехимия. – 1999. – № 2. – С. 79-82.
3. Методы экологических исследований: практикум / Иванов Е.С., Авдеева Н.В., Кременецкая Т.В., Золотов Г.В.; Ряз. гос. ун-т имени С.А. Есенина. – Рязань, 2011. – 404 с.

4. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учеб. пособие / Ю.А. Афанасьев и др. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с.
5. Оценка воздействия сельскохозяйственной техники на окружающую среду: учеб. пособие / А.И. Мельченко и др. – М.: Издательство ФГБОУ ВО «Ивановская ГСХА имени академика Д.К. Беляева», 2016. – 270 с.
6. Проект нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу для ОАО «Агрофирма «Нива», Краснодар, 2012 г. – 138 с.
7. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.
8. Сердюкова А. Ф., Барабанщиков Д. А. Последствия загрязнения почвы тяжелыми металлами // Молодой ученый. – 2017. – №51. – С. 131-135.
9. Снакин В.В., Алябина И.О., Кречетов П.П. Экологическая оценка устойчивости почв к антропогенному воздействию // Известия РАН. – Серия географическая. – 1995. – N 5. – С. 50-57.
10. Стрельников В. В. Прикладная экология: учебник / В. В. Стрельников [и др.]. – Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2012. – 452 с.
11. Тяжелые металлы в системе почва – растение / Б. А. Ягодин [и др.] // Химия в сельском хозяйстве. – 1996. – № 5. – С. 43-45.
12. Утенкова Т. И. Разработка методического обеспечения анализа почв и биологических объектов для химической экспертизы на тяжелые металлы: Дис. канд. хим. наук: 02.00.02: Иркутск, 2004. – 124 с.
13. Эрмантраут Э.Р., Гудзь В.П. Статистический анализ результатов агрономических исследований в прикладной программе «EXCEL-2000» // Материалы международной научно-практической конференции «современные проблемы опытного дела», том 2. - СПб, 2000. – С. 13-134.

References

1. Korchagin V.A. Jekologicheskie aspekty avtomobil'nogo transporta / V.A. Korchagin, Ju.A. Filonenko. – М.: MNJePU, 1993. – 206 s.
2. Lukin, S. V. Zakonomernosti nakoplenija cinka v sel'skohozjajstvennyh rastenijah / S. V. Lukin, I. E. Soldat, E. A. Pendjurin // Agrohimiya. – 1999. – № 2. – S. 79-82.

3. Metody jekologicheskikh issledovanij: praktikum / Ivanov E.S., Avdeeva N.V., Kremeneckaja T.V., Zolotov G.V.; Rjaz. gos. un-t imeni S.A. Esenina. – Rjazan', 2011. – 404 s.
4. Monitoring i metody kontrolja okruzhajushhej sredy: ucheb. posobie / Ju.A. Afanas'ev i dr. – M.: Izd-vo MNJePU, 2001. – 337 s.
5. Ocenka vozdejstvija sel'skhozjajstvennoj tehniky na okruzhajushhuju sredu: ucheb. posobie / A.I. Mel'chenko i dr. – M.: Izdatel'stvo FGBOU VO «Ivanovskaja GSHA imeni akademika D.K. Beljaeva», 2016. – 270 s.
6. Proekt normativov predel'no dopustimyh vybrosov v atmosferu dlja OAO «Agrofirma «Niva», Krasnodar, 2012 g. – 138 s.
7. R 2.1.10.1920-04 Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv, zagryaznjajushhih okruzhajushhuju sredu.
8. Serdjukova A. F., Barabanshnikov D. A. Posledstvija zagryaznenija pochvy tjazhelymi metallami // Molodoj uchenyj. – 2017. – №51. – S. 131-135.
9. Snakin V.V., Aljabina I.O., Krechetov P.P. Jekologicheskaja ocenka ustojchivosti pochv k antropogennomu vozdejstvu // Izvestija RAN. – Serija geograficheskaja. – 1995. – N 5. – S. 50-57.
10. Strel'nikov V. V. Prikladnaja jekologija: uchebnik / V. V. Strel'nikov [i dr.]. – Krasnodar: Izdatel'skij Dom-Jug, 2012. – 452 s.
11. Tjazhelye metally v sisteme pochva – rastenie / B. A. Jagodin [i dr.] // Himija v sel'skom hozjajstve. – 1996. – № 5. – S. 43-45.
12. Utenkova T. I. Razrabotka metodicheskogo obespechenija analiza pochv i biologicheskikh ob#ektov dlja himicheskoy jekspertizy na tjazhelye metally: Dis. kand. him. nauk: 02.00.02: Irkutsk, 2004. – 124 c.
13. Jermantraut Je.R., Gudz# V.P. Statisticheskij analiz rezul'tatov agronomicheskikh issledovanij v prikladnoj programme «EXCEL-2000" //Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «sovremennye problemy opytного dela», tom 2. - SPb, 2000. – S. 13-134.