
ПРОМЫШЛЕННАЯ И АГРАРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

INDUSTRIAL AND AGRICULTURAL ECOLOGY

УДК 504.064:631.416.9:574.24:574.222:574.21

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ

С. С. ПОЗНЯК¹⁾

¹⁾*Белорусский государственный университет,
Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова,
ул. Долгобродская, 23/1, 220070, Минск, Беларусь*

Изучены вопросы трансформации видового и химического состава сеgetальных, рудеральных и естественных растительных сообществ в зоне атмотехногенного воздействия теплоэлектростанций. Выявлены динамические тенденции, происходящие в сеgetальной флоре, показана возможность использования растений в качестве тестовых для оценки степени загрязненности фитоценозов тяжелыми металлами

Ключевые слова: сеgetальные растения; биологическое разнообразие; сельскохозяйственные культуры; фитоценоз; агроэкосистема; мониторинг и прогноз распространения; тяжелые металлы.

Образец цитирования:

Позняк С. С. Мониторинг состояния окружающей среды с использованием растительных тест-объектов // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. 2018. № 4. С. 128–141.

For citation:

Pazniak S. S. Environmental monitoring using plant test objects. *J. Belarus. State Univ. Ecol.* 2018. No. 4. P. 128–141 (in Russ.).

Авторы:

Сергей Степанович Позняк – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; заместитель директора по научной работе.

Authors:

Siarhei S. Pazniak, doctor of science (agriculture), professor; deputy director for research.
pazniak@iseu.by

ENVIRONMENTAL MONITORING USING PLANT TEST OBJECTS

S. S. PAZNIAK^А

^АBelarusian State University, International Sakharov Environmental Institute,
Dolgobrodskaya street, 23/1, 220070, Minsk, Belarus

The issues of transformation of the species and chemical composition of segetal, ruderal and natural plant communities in the area of the impact of thermal power plants are studied. The dynamic trends occurring in the segetal flora are revealed, and the possibility of using plants as test for assessing the degree of contamination of phytocenoses with heavy metals is shown.

Key words: segetal plants; biological diversity; agricultural crops; phytocenosis; agroecosystem; distribution monitoring and forecast; heavy metals.

Введение

Сегетальная растительность является, с точки зрения практической экологии, важным компонентом экосистем, который обеспечивает широкое экологическое разнообразие окружающей среды. На протяжении тысячелетий в условиях изменяющегося климата и бурных геологических процессов формировалось современное биологическое разнообразие видов растений, которое создает благоприятные экологические условия и повышает биотехническую емкость среды. В настоящее время центральное место в фитоценозах занимает растительное сообщество высших растений (культурных и диких), выполняющее роль поставщика энергии для консументов и редуцентов [1].

В последние десятилетия в результате интенсивного промышленного и сельскохозяйственного производства существенно возросло антропогенное воздействие на природные экосистемы, следствием чего происходила трансформация видового состава сегетальной растительности и возникла угроза исчезновения отдельных растительных сообществ.

Производственная деятельность промышленных предприятий оказывает существенное негативное влияние на окружающую среду, являясь одной из главных причин загрязнения почв и растительности фитоценозов [2]. По данным мониторинговых исследований, в городских почвах и на сельскохозяйственных землях, расположенных вблизи источников выпадений загрязняющих веществ, отмечается высокое содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов и других вредных веществ. Наиболее актуальным это становится на территориях, прилегающих к промышленным объектам, где в качестве наиболее масштабных загрязнителей выступают тяжелые металлы, аммонийный и нитратный азот, соединения фосфора и органические вещества.

Существует целый ряд нерешенных теоретических и практических вопросов, связанных с трансформацией агрофитоценозов в условиях воздействия промышленных предприятий [3; 4]. К таким вопросам относится проблема «устойчивости почв» к химическому загрязнению. «Устойчивость почв» как понятие пока не имеет однозначного определения. По отношению к агрофитоценозам оно применимо в качестве эмерджентного свойства системы лишь в той мере, в какой оказывает влияние на поступление токсикантов в продуцируемую фитомассу. Это свойство обнаруживается в агрофитоценозах в соответствии с уровнем техногенного воздействия и выражается в виде трех степеней влияния:

1) наличие техногенных веществ не фиксируется ни в количестве, не отражается на качестве растительной продукции, но может быть отмечено по состоянию биологической активности почвы, которая изменяется даже при небольших превышениях кларковых содержаний элементов;

2) в растительной продукции обнаруживается присутствие техногенных веществ, количество которых колеблется в достаточно широких пределах и оценивается в зависимости от ПДК, установленных для разных веществ и разных культур; масса биологического урожая при этом не снижается по сравнению с фоновыми (незагрязненными) почвами;

3) очевидная деградация почвы с заметным изменением не только химического состава растений, но и снижением их урожайности.

В связи с вышеуказанными обстоятельствами принципиально важным является изучение изменений, произошедших в окружающей среде, вследствие ведения хозяйственной деятельности на конкретной местности. Особое значение такие исследования имеют для объектов, связанных с сельскохозяйственным производством и находящихся в зоне влияния промышленных предприятий, поскольку именно на таких территориях происходит существенная трансформация элементов и компонентов окружающей

среды, следствием чего может стать срыв адаптации системы, приводящей к ее существенной перестройке или разрушению¹.

Интенсивное промышленное и сельскохозяйственное производство вызывает не только трансформацию видового состава растительности агрофитоценозов, но и существенные изменения биогеохимического цикла антропогенных ксенобиотиков, наиболее опасными из которых являются тяжелые металлы. В последние годы трансформировались направления и темпы миграции тяжелых металлов, переместились зоны их выноса и накопления, существенно расширился перечень элементов, входящих в техногенные потоки загрязнения².

Актуальность выявления особенностей антропогенной трансформации вещественного состава культурных и сеgetальных растений агрофитоценозов на основе биогеохимического анализа по содержанию в них металлов и металлоидов подтверждена многими исследователями³. В некоторых работах химический состав доминантных видов растительного покрова фитоценозов является основой для оценки антропогенной трансформации ландшафтов при строительстве, разработке россыпных и рудных месторождений [5; 6]. На примере сравнительного анализа химического состава почв, флористического разнообразия и количественных показателей структуры фитоценозов и популяций растений в настоящее время оценивается современное состояние и степень трансформации наземных экосистем Сахалина [7].

Таким образом, в современных условиях весьма актуальной представляется оценка участия приоритетных тяжелых металлов в биогеохимическом круговороте в блоке «почва – растение» на основе трансформации химического состава культурных и сеgetальных растений фитоценозов⁴. Следует также отметить, что в научной литературе практически отсутствуют достоверные сведения об использовании концентрационных функций дикорастущих (сеgetальных) растений для эколого-биогеохимического мониторинга агроэкосистем. Поэтому общие особенности природных и антропогенно-преобразованных фитоценозов к настоящему времени нельзя считать полностью раскрытыми, а основные экологические принципы их изучения до конца разработанными. С позиций экоцентрического мировоззрения, для выявления степени техногенной трансформации агрофитоценозов по содержанию металлов и металлоидов в почвенном и растительном покрове и особенностей формирования геохимических аномалий следует рассматривать всю совокупность процессов, протекающих в сложной системе (агрофитоценозе), включающей в себя не только почву и культурные растения, но и другие (сеgetальные) виды растений.

Действие загрязняющих веществ распространяется на десятки километров от источника поступления элементов в атмосферу. Так, тяжелые металлы в количестве от 10 до 30 % их общего поступления в атмосферу распространяются на расстояние до 10 км и более от промышленного предприятия [8; 9].

При этом наблюдается комплексное загрязнение растений, состоящее из прямого оседания аэрозолей и пыли на поверхность листьев и корневого усвоения тяжелых металлов растениями, которые аккумулярованы в почве в течение продолжительного времени поступления загрязнителей из атмосферы [10; 11]. О размерах антропогенной деятельности человека в мире можно судить по следующим показателям: поступление техногенного Pb в атмосферу составляет 94–97 %, Cd – 84–89, Cu – 56–87, Ni – 66–75, Hg – 58 % и т. д. При этом 26–44 % мирового антропогенного потока этих элементов приходится на Европу, а на долю европейской части территории бывшего СССР – 28–42 % от всех выбросов в Европе [12; 13]. Установлено, что при работе предприятий машиностроительного и теплоэнергетического комплексов образуется летучая зола, содержащая Cd, Cu, Fe, Ni, Pb, Sn, V, Zn, Cr, Co, Mo, Hg и другие химические элементы, попадающие в почву [14–16]. При работе с использованием мазута в атмосферу дополнительно выбрасывается большое количество V и Ni [17].

Многочисленными исследованиями установлено, что *диапазон колебаний содержания тяжелых металлов в растительности достаточно велик, чтобы выявить заметные различия в количестве любого химического элемента в растениях одного вида, но собранных в разных пунктах*. В данном случае следует говорить о влиянии на элементный химический состав растений условий окружающей среды – экологического фактора [18–20]. Ведущее значение при этом принадлежит подвижной форме химических

1. Караскин В. Б. Влияние предприятий промышленного свиноводства на компоненты окружающей среды и оптимизация функционирования региональной системы: дис. ... д-ра с.-х. наук: 03.10.16. М.; Немчиновка, 2003.

2. Прохорова Н. В. Экологические принципы биогеохимического анализа ландшафтов лесостепного и степного Поволжья. дис. ... д-ра биол. наук: 03.10.16.

3. Никитенко М. А. Влияние урбанизации на трансформацию почвенного покрова и условия функционирования древесных растений городов Среднего Предуралья: на примере г. Сарапула и г. Камбарки: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Ижевск, 2007.

4. Матвеев В. Н. Биоэкологическая оценка вовлечения тяжелых металлов в основные трофические цепи и биогеохимический круговорот в условиях агрофитоценозов на примере лесостепного Высокого Заволжья: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Самара, 2004.

элементов в почве [21; 22]. Корреляция между содержанием подвижной формы химического элемента в почве и насыщенностью этим элементом растительной ткани обычно прямая и чаще всего значительная [23; 24]. Таким образом, существуют генетический и экологический факторы формирования элементного состава растений, а их приоритетность меняется в зависимости от условий и состояния окружающей среды. При техногенном загрязнении именно экологический фактор становится определяющим [24].

Установлено, что одни виды растений способны накапливать высокие концентрации тяжелых металлов и проявлять устойчивость к ним, в то же время другие растения стремятся снизить их поступление путем максимального использования своих защитных функций. Несмотря на различную способность растений к накоплению загрязнителей, биоаккумуляция ряда элементов имеет определенную тенденцию, которая позволяет классифицировать тяжелые металлы на несколько групп: первая – элементы интенсивного поглощения (Cd, Cs, Rb); вторая – элементы средней степени поглощения (Zn, Mo, Cu, Pb, As, Co); третья – элементы слабого поглощения (Mn, Ni, Cr) и четвертая – элементы, труднодоступные для поглощения растениями (Se, Fe, Ba, Te) [25, 26].

В исследованиях ряда авторов приводятся различные значения нормальных концентраций химических элементов в растениях (табл. 1).

Таблица 1

Пределы нормальных концентраций элементов в растениях, мг/кг сух. в-ва

Table 1

Limits of normal concentrations of elements in plants, mg/kg dry weight

Элемент	Vanselow, A. P., 1965	Kipling, M. D., 1980	Минеев, В. Г., 1990	Чертко, Н. К., 2002, 2008	Ковальский, В. В., 1974	Кабата-Пендиас, А., Пендиас, Х., 1989	Nieber, et. al., 1978; Molski, Dmuchowski, 1986
Pb	–	–	0,1–5,0	1,5–14,0	–	0,05–3,0	<30
Ni	0,05–5,0	–	0,4–3,0	<1,0	–	0,1–2,7	–
Zn	–	–	15–150	15–150	20–60	–	<100
Cu	–	–	2–12	5–30	3–12	2–20	<30
Mn	–	–	–	20–300	20–60	17–334	–
Zr	–	–	–	–	–	0,005–2,6	–
Cr	–	–	0,2–1,0	–	–	0,02–0,2	–
Co	–	<1,0	0,3–0,5	–	–	0,03–0,57	–
Sn	–	–	0,8–6,0	–	–	–	–

Необходимо учесть и тот факт, что в таблице приведены валовые формы содержания тяжелых металлов, являющиеся сугубо ориентировочными. В то же время они оказываются выше пределов, установленных другими авторами [27–29] и значительно выше ОДК, установленных в Республике Беларусь, например, по Cd в Беларуси нормативы ниже в 8–10 раз, по Pb – в два раза.

Объекты и методы исследований

Цель исследований – проведение комплексной оценки антропогенного воздействия теплоэлектростанций на видовой состав и популяционные характеристики сеgetальных растений агроселитебных территорий для совершенствования методов фитомониторинга состояния окружающей среды (на примере Жодинской ТЭЦ – филиала РУП «Минскэнерго»).

Задачи работы:

1. Выявление и визуализация зон максимального поступления твердой фазы выбросов с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «Эколог».
2. Установление величин накопления тяжелых металлов в сеgetальных растениях агроселитебных территорий.
3. Сравнительное изучение видового состава и популяционных характеристик сеgetальных растений в городской среде и зоне воздействия теплоэлектростанции.
4. Выявление индикаторных видов растений, пригодных для фитомониторинга.

Для решения поставленной цели требовалось провести анализ существующих работ по изучению флоры и растительности экосистем и выявить возможные тренды изменения сеgetальной флоры и растительности фитоценозов Беларуси в многолетнем разрезе. В пространственном отношении рассматривается территория в пределах Центральной агроклиматической зоны, хронологический «срез» работ составляет столетие: начало XX–начало XXI в.

Методика исследования заключалась в поиске и описании *de visu* найденных публикаций, а также собственных полевых исследований автора, проведенных в 1993–1995 гг., 2006–2010 и 2016–2018 гг.

При обзоре специальной литературы использовались источники, включающие флору полей, огородов и выгонов, публикации по фенологии и динамике становления сеgetальной флоры и растительности, публикации о находках отдельных видов сорняков и флористические работы с данными о сорных растениях [30–34].

Основная часть исследований проведена в зоне воздействия Жодинской ТЭЦ, расположенной в 50 км от Минска, рядом с рекой Плиса. Она предназначена для отпуска тепла в виде подогретой воды для отопления и горячего водоснабжения жилых домов, промышленных предприятий и административно-бытовых зданий и сооружений г. Жодино, а также отпуска электроэнергии в сеть Белорусской энергосистемы. Отпуск тепла потребителям в виде пара отсутствует. Жодинская ТЭЦ является филиалом РУП «Минскэнерго». Основным видом топлива – газ, резервный – мазут. Один из котлов сжигает местные виды топлива (Е-60). Основными вредными выбросами при сжигании газа являются диоксид и оксид азота, оксид углерода, а также бенз(а)пирен и диоксидсеры в небольшом количестве. При сжигании мазута, кроме этих веществ, дополнительно появляются сажа и мазутная зола в пересчете на ванадий, выбросы диоксида серы значительно возрастают. При сжигании твердых видов топлив (дробленый торфобрикет, щепа, фрезерный торф) добавляется выброс твердых частиц.

Объектами исследования являлись *почвенный и растительный (культурные и сеgetальные растения) покров агрофитоценозов в условиях воздействия объекта теплоэнергетики – Жодинской ТЭС (Смолевичский р-н).*

Большая часть исследований проведена методом локального эколого-агрохимического мониторинга фитоценозов в соответствии с методическими указаниями «*Методические и организационные основы проведения агроэкологического мониторинга в интенсивном земледелии (на базе географической сети опытов)*» [35]. Методы исследований – полевые (натурные обследования) и камеральные (лабораторные эксперименты, химические анализы).

В соответствии с *Положением о порядке проведения в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь мониторинга земель и использования его данных*, а также других рекомендаций в каждом фитоценозе закладывалась пробная площадка (ППП) площадью 100 м² [36]. Форма ППП линейно-вытянутая для отбора точечных образцов по прямой или диагонали по всей территории участка.

Геоботанические обследования фитоценозов проводились маршрутно-рекогносцировочным методом. Отбор проб растений осуществлялся в соответствии с «*Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов*» в сухую погоду с 8 до 10 ч утра [37]. В соответствии с правилами временные пункты отбора проб контролировались на протяжении не более одного года с дальнейшим переносом в другую местность. Отбор проб культурных и сеgetальных растений для анализа на загрязненность тяжелыми металлами проводился на площадках размером 1 м² в 10-кратной повторности. Растения срезались вровень с поверхностью почвы и разбирались по видовому составу [38], очищались от механических загрязнителей и примесей, промывались водой и высушивались до воздушно-сухого состояния [39].

В ходе полевых работ проводились наблюдения за геоботанической структурой фитоценозов. Видовой состав сорняков устанавливали методом маршрутного обследования по общепринятым методикам [40], распространенность и засоренность ими посевов проводили по методикам, опубликованным В. В. Исаевым [41]. При определении флористического состава видов сосудистых растений в агрофитоценозах использовались литературные источники [42; 43], латинские названия видов даны по определению сосудистых растений С. К. Черепанова [44].

В камеральных условиях осуществлялся анализ и обобщение полевых материалов с вербальной характеристикой ППП фоновой территории и в зоне воздействия промышленных предприятий; составлялись карт-схемы загрязнения почв агрофитоценозов тяжелыми металлами в зоне техногенного воздействия г. Жодино; проводились химические анализы и лабораторные эксперименты.

Для определения содержания тяжелых металлов в почвах, культурных и сеgetальных растениях агрофитоценозов использовались «*Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных и продуктах растениеводства*» [39].

Поскольку объекты хозяйственной деятельности человека различаются по интенсивности воздействия на окружающую среду и, следовательно, на сорный элемент флоры, то основной целью наших исследований являлось изучение особенностей формирования растительных сообществ на различном удалении от ТЭЦ г. Жодино. На предварительном этапе подготовки была составлена карта-схема зоны воздействия промышленного объекта на растительность и почвенный покров (рис.).



Рис. Карта-схема зоны воздействия промышленного объекта на растительность и почвенный покров

Fig. The map-scheme of the zone of impact of an industrial facility on vegetation and soil cover

В ходе проведения полевых выездов точки отбора проб корректировались в зависимости от наличия дорог. Пробы сорной растительности и почвенного покрова отбирались на учетных площадках, размером 1×1 м, расположенных в зоне воздействия ТЭЦ в радиусе до 8 км. Точки отбора проб находились на удалении 0,05 км, 0,5 км, 1 км, 2 км, 3 км, 4 км, 5 км, 6 км, 7 км, 8 км в северном, северо-восточном, восточном, юго-восточном, южном, юго-западном, западном, северо-западном направлениях. После взятия

проб отобранные растения разбирались по видам, определялась принадлежность видов растений к семействам и подготавливались растительные образцы для анализа на содержание химических элементов.

Практическая часть по оценке воздействия ТЭЦ г. Жодино проходила в несколько этапов:

1 этап – камеральный:

- поиск, обобщение и обработка информации о влиянии выбросов загрязняющих веществ на растительный и почвенный покров вблизи теплоэлектроцентрали и полигонов твердых коммунальных отходов, поиск и ознакомление с литературой по данной теме на базе Республиканской научно-технической библиотеки;

- выбор участка для оценки влияния выбросов загрязняющих веществ на почвенный и растительный покров;

- подготовка документации по объектам исследований (экологический паспорт, акт инвентаризации выбросов, карты-схемы местоположения объектов);

- подготовка картографической основы для нанесения точек отбора проб почвенных и растительных образцов по румбам с использованием программы Corel Draw.

2 этап – полевой:

- ознакомление с объектами исследований;

- закрепление пробных площадок на местности;

- проведение полевых исследований;

- отбор проб;

- работа с пробами: определение видового состава растительных образцов и их количество по видам, подготовка проб к химико-физическому анализу.

Содержание химических элементов определяли методом рентгено-флуоресцентного анализа на спектрометре энергий рентгеновского излучения СЕР-01 (ElvaX, Украина) по утвержденным РУП БелГИМ методикам. Обработку полученных результатов проводили согласно руководству по эксплуатации прибора.

Результаты исследования и их обсуждение

Видовое разнообразие растительности в зоне воздействия Жодинской ТЭЦ. В ходе проведения наших исследований установлено, что биологическое разнообразие растений в зоне воздействия Жодинской ТЭЦ представлено 45 видами аборигенных растений, относящихся к 21 семейству (табл. 2).

Таблица 2

Видовой состав растений вблизи Жодинской ТЭЦ

Table 2

Species composition of plants near Zhodinskaya TPP

Вид растений	Лесные угодья	Сельскохозяйственные угодья
Семейство злаковые (Poaceae)		
Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> L.)	•	•
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)		•
Просо куриное (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.)		•
Семейство хвощевые (Equisetaceae)		
Хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i> L.)		•
Семейство астровые (Asteraceae)		
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Webb.)		•
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achilléa millefólium</i> L.)		•
Ромашка непахучая (<i>Matricaria perforate</i> L.)	•	•
Пижма обыкновенная (<i>Tanacétum vulgáre</i> L.)		•
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgáris</i> L.)		•
Василёк синий (<i>Centaurea cyánu</i> s L.)		•
Осот желтый (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	•	•
Сушеница топяная (<i>Gnaphálium uliginósum</i> L.)		•
Цикорий обыкновенный (<i>Cichórium intybus</i> L.)	•	
Мелкопестник канадский (<i>Erigeron canadensis</i> L.)		•
Лопух большой (<i>Arctium láppa</i> L.)	•	

Продолжение табл. 2

Table 2

Семейство амарантовые (Amaranthaceae)		
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)	•	•
Семейство подорожниковые (Plantaginaceae)		
Подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.)		•
Вероника персидская (<i>Veronica persica</i> L.)	•	•
Семейство бобовые (Fabaceae)		
Клевер пашенный (<i>Trifolium arvense</i> L.)	•	
Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i> L.)		•
Люпин многолетний (<i>Lupinus perennis</i> L.)	•	
Клевер розовый (<i>Trifolium hybridum</i> L.)		•
Семейство вьюнковые (Convolvulaceae)		
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)		•
Семейство гвоздичные (Caryophyllaceae)		
Дрема белая (<i>Melandrium album</i> Garcke)		•
Торица полевая (<i>Spérgula arvensis</i> L.)		•
Звездчатка средняя (<i>Stellária média</i> L.)		•
Семейство мареновые (Rubiaceae)		
Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i> L.)		•
Семейство зверобойные (Clusiaceae)		
Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	•	
Семейство гречишные (Polygonaceae)		
Горец вьюнковый (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	•	
Горец птичий (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	•	•
Горец развесистый (<i>Polygonum lapathifolia</i> L.)	•	
Щавель конский (<i>Rumex confertus</i> Willd.)	•	
Семейство фиалковые (Violaceae)		
Фиалка полевая (<i>Viola arvensis</i> Murr.)		•
Фиалка трёхцветная (<i>Viola tricolor</i> L.)	•	
Семейство маковые (Papaveraceae)		
Дымянка лекарственная (<i>Fumaria officinalis</i> L.)		•
Семейство зонтичные (Umbelliferae)		
Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i> L.)	•	•
Семейство крапивные (Urticaceae)		
Крапива жгучая (<i>Urtica úrens</i> L.)		•
Семейство яснотковые (Lamiaceae)		
Тимьян ползучий (<i>Thymus serpyllum</i> L.)	•	
Семейство гераниевые (Geraniaceae)		
Аистник цикутный (<i>Erodium cicutarium</i> L.)	•	
Семейство розовые (Rosaceae)		
Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.)	•	
Костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.)	•	
Семейство гиполеписовые (Hypolepidaceae)		
Орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i> L.)	•	
Семейство спаржевые (Asparagaceae)		
Ландыш майский (<i>Convallaria majalis</i> L.)	•	
Семейство кипрейные (Onagraceae)		
Кипрей узколистный (<i>Epilobium angustifolium</i> L.)	•	
Семейство вересковые (Ericaceae)		
Черника обыкновенная (<i>Vaccinium Myrtillus</i> L.)	•	

Установлено, что наиболее широко представлены виды растений, относящиеся к семействам астровых, бобовых, гречишных и злаковых. Семейство астровые представлено 11 видами, среди них чаще встречается ромашка непахучая, полынь обыкновенная, тысячелистник обыкновенный; в семействе бобовых выделено 4 вида, которые представлены клевером розовым, клевером пашенным, люпином многолетним и горошком мышиным; гречишных – 4 вида: щавель конский, горец вьюнковый, горец развесистый, горец птичий; пырей ползучий, мятлик луговой и просо куриное – 3 вида семейства злаковых.

Содержание химических элементов в растениях. Из научных источников известно, что коэффициенты накопления химических элементов, рассчитанные на их валовое содержание в почве, не всегда

отражают доступность для поглощения растениями. Концентрация металлов в растениях существенно зависит от их миграционной подвижности в звене «почва – растение». Поскольку в почве одновременно присутствуют различные формы элементов, отличающиеся прочностью связей, миграционная способность может сильно меняться в зависимости от многих условий. В отдельных исследованиях зарубежных авторов [А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас, 1989] установлены примерные концентрации химических элементов в зрелых тканях листьев растений, за исключением очень чувствительных и сильно устойчивых видов, являющиеся дефицитными, нормальными и токсичными.

Мы сравнили данные наших исследований с установленными примерными концентрациями химических элементов (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительная таблица установленных примерных концентраций
с полученными концентрациями химических элементов (мг/кг сухой массы)

Table 3

Comparative table of the established approximate concentrations with the obtained
concentrations of chemical elements (mg/kg dry weight)

Химический элемент	Лесные угодья	Сельскохозяйственные угодья	Нормальная	Токсичная
Ca	482–8019	741–8974	н/у	н/у
Cu	2–24	1,7–14,2	5–30**	30–100**
Fe	46–1327	56–995	50–70*	н/у
Pb	0,8–93	0,8–2,8	5–10**	30–300**
Sr	6–102	5–184	н/у	600–1000**
Zn	13–394	9–80	27–150**	150–400**

*П. Ф. Тиво, И. Г. Быцко, 1996

**А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас, 1989

В наших исследованиях наблюдается превышение нормальных концентраций Fe в растениях в 14–19 раз для рассматриваемых типов угодий, Zn – в 2,6 раза только для дикорастущих растений – обитателей сельскохозяйственных угодий.

Содержание Cu, Pb и Sr в растениях находится в пределах нормальных концентраций в соответствии с имеющимися литературными данными.

Таким образом, можно предположить, что значения содержания элементов (Fe, Zn), находящиеся в нижних границах токсичных концентраций для растений, требуют, по-видимому, постоянного контроля за их накоплением.

Растения – тест-объекты для контроля загрязненности окружающей среды тяжелыми металлами. Для выявления растений-индикаторов были рассчитаны средние концентрации содержания химических элементов по различным видам растений (табл. 4).

Исходя из полученных данных, выявлено, что наибольшее содержание Ca отмечается в подорожнике большом, люпине многолетнем, фиалке трехцветной и клевере розовом. В качестве тестовых растений предлагается применять подорожник большой, люпин многолетний, фиалку трехцветную, клевер розовый, характеризующиеся высоким средним содержанием Ca, и марь белую, отличающуюся более низким средним содержанием, причем диапазон ее концентраций высокий (3552–6772 мг/кг возд. сух. в-ва).

Высокие концентрации Cu наблюдались у фиалки трехцветной, тысячелистника обыкновенного и полыни обыкновенной, рекомендуемых в качестве растений-индикаторов.

Звездчатку среднюю, горец вьюнковый и сушеницу топяную можно выделить тестовыми растениями Fe по его высокому содержанию в них.

По Zn можем выделить фиалку трехцветную и зверобой продырявленный в качестве индикаторных растений, поскольку они обладают наивысшей концентрацией среди других растений и имеют среднюю встречаемость.

Тестовыми растениями по содержанию Sr предлагается использовать марь белую и дрему белую; для определения содержания Pb рекомендуется применять звездчатку среднюю, лопух большой и сныть обыкновенную.

Таблица 4

Table 4

Содержание тяжелых металлов в растительности (мг/кг возд. сух. в-ва)

Contents of heavy metals in vegetation (mg/kg dry weight)

Вид растения	Средняя концентрация по всем площадкам														Встречаемость растений*	
	2		3		4		5		6		7		8			
	min-max	\bar{x}	min-max	\bar{x}	min-max	\bar{x}	min-max	\bar{x}	min-max	\bar{x}	min-max	\bar{x}				
1	Ca			Cu			Fe			Zn			Sr		Pb	
Пырей ползучий	482-1755	1075,3	1,7-6,8	3,9	78-845	258,3	24,6	6-35	15,9	0,84-1,4	1,0	часто (15)				
Мяглик луговой		1153,9		2,4		113,8	29,9		5,2		1,0	редко (1)				
Просо куриное		816,6		10,5		411,2	40,9		39,4		2,8	редко (1)				
Ромашкапахучая	904-3554	2570,4	3,4-11,1	7,0	131-314	186,4	17-38	15-67	33,0	0,96-1,6	1,2	часто (9)				
Подорожник большой	6194-8974	7583,7	7,4-7,6	7,5	240-370	305,2	49-80	40-55	46,0	1,6-2,0	1,8	редко (2)				
Подмаренник цепкий	4511-5088	4799,3	3,4-4,9	4,2	169-211	190,0	35-42	20-27	23,3	1,1-1,4	1,3	редко (2)				
Хвощ полевой	4569-5038	4803,6	2,3-3,9	3,1	79-159	118,9	25-31	31-33	31,8	1,1-1,3	1,2	редко (2)				
Сныть обыкновенная	3157-6407	4781,9	4,1-6,0	5,1	191-272	231,0	39-42	33-35	33,8	2,0-2,2	2,1	редко (2)				
Люпин многолетний	5443-8019	6712,1	4,0-7,4	5,2	95-253	162,7	16-37	55-81	71,1	1,16-1,2	1,2	средне (4)				
Аистник цикутный		5017,6		7,8		463,2	52,7		45,8		1,5	редко (1)				
Орляк обыкновенный	786-1326	983,7	2,3-4,7	3,2	46-133	90,1	13-30	17-102	41,1	0,8-2,0	1,9	часто (5)				
Клевер пашенный	4313-6406	5359,7	3,9-6,6	5,3	70-146	108,2	63-110	21-39	30,2	1,0-2,0	1,5	редко (2)				
Ландыш майский	2539-4971	3802,2	2,3-3,4	3,0	72-108	92,9	17-32	35-56	42,9	1,1-1,2	1,2	средне (4)				
Земляника лесная	2986-4458	3654,7	3,8-7,6	5,5	114-274	178,0	25-42	29-49	35,9	1,02-1,1	1,1	средне (3)				
Фиалка трехцветная	6128-6377	6281,4	12-24	16,6	142-281	209,2	146-394	58-79	65,3	1,2-1,6	1,3	средне (3)				
Тимьян ползучий		2874,9		4,9		336,3	42,7		46,1		1,1	редко (1)				
Польнь обыкновенная	2791-4254	3354,4	5,6-14,2	10,1	76-298	149,2	37-63	12-28	18,8	1,0-1,9	1,4	средне (4)				
Клевер розовый	5622-6777	6199,2	5,4-12,4	8,9	56-144	100,1	15-36	21-28	24,5	0,9-1,1	1,0	редко (2)				
Черника обыкновенная	3472-3668	3570,1	3,5-4,7	4,1	92-115	103,4	16-27	13-14	13,3	0,8-1,1	1,0	редко (2)				
Звездчатка средняя	1576-3251	2413,8	4,0-9,2	6,6	954-1327	1141	17-95	45-57	61,1	1,6-2,7	2,2	редко (2)				
Торща полевая		1730,1		4,6		518,1	42,0		31,8		1,4	редко (1)				
Василек синий	3011-3217	3113,9	5,6-6,8	6,2	92-385	238,3	20-22	45-66	55,5	1,2-1,3	1,3	редко (2)				
Марь белая	3552-6772	5769,8	5,1-9,4	7,4	117-299	203,7	32-61	68-184	122	1,7-2,0	1,9	средне (4)				
Тысячелистник обыкновенный	1305-2899	2219,4	7,0-11,5	10,8	59-305	180,4	17-37	13-42	27,6	1,0-1,4	1,2	часто (6)				
Сушеница топяная	1163-2600	2261,0	2,6-6,9	4,9	753-946	833,9	17-38	38-76	56,0	1,3-1,7	1,5	средне (4)				
Вероника персидская	1715-2487	2100,8	5,5-6,4	6,0	155-995	574,8	22-50	20-34	26,6	1,2-1,4	1,3	редко (2)				
Щавель конский	3742-4627	4184,4	2,8-5,6	4,2	82-114	98,1	16-31	20-25	22,1	0,9-1,2	1,1	редко (2)				
Дрема белая	2993-6443	4552,4	5,6-7,6	6,3	149-982	556,2	32-43	31-147	89,5	1,3-2,2	1,7	средне (3)				

Продолжение табл. 4

Table 4

Пижа обыкновенная	4295,5	9,0	62-68	59,2	51,0	20,4	1,1	редко (1)				
Горошек мышиный	2483-4544	3,8-4,3	4,1	62-68	65,4	24-28	26,2	13-23	18,1	0,9-1,0	0,9	редко (2)
Фиалка полевая	2076-3281	4,6-4,8	4,7	546-734	640,3	20-25	22,4	30-39	34,3	1,3-1,4	1,4	редко (2)
Мелкоцветник канадский	2853-4218	6,5-7,7	7,2	262-556	388,3	35-41	38,4	69-84	73,3	1,3-1,7	1,5	средне (4)
Горец птичий	2218-3592	3,5-5,5	4,5	106-535	385,9	28-41	35,3	24-75	47,8	0,9-1,4	1,2	средне (4)
Горец вьюнковый	3524-3778	3,1-4,3	3,7	471-913	691,9	28-28	27,7	50-86	67,9	1,1-1,6	1,4	редко (2)
Костяника каменистая	3640-4033	2,8	2,8	126-161	143,8	23-29	25,9	36-39	37,5	1-1,6	1,3	редко (2)
Горец развесистый	3568,2		3,0		366,9		29,2		61,7		1,1	редко (1)
Зверобой продырявленный	1653,5		4,5		87,5		108		8,7		0,8	редко (1)
Лопух большой	5610,6		7,0		358,2		32,8		41,6		2,2	редко (1)
Вьюнок полевой	2114,1		5,5		164,5		29,2		12,3		1,3	редко (1)
Кипрей узколистный	5084,3		4,4		133,5		24,8		26,2		1,1	редко (1)
Цикорий обыкновенный	5950,1		5,7		104,8		49,6		21,4		1,2	редко (1)
Осог желтый	3591,1		5,7		775,9		26,4		94,2		2,0	редко (1)
Одуванчик лекарственный	2923,9		7,9		476,0		22,7		90,2		1,9	редко (1)

*редко – 1-2 раза

средне – 3-5 раз

часто – более 5 раз

Заключение

В ходе проведения полевых обследований выделено 45 видов аборигенных растений, относящихся к 24 семействам. Наиболее часто встречаемыми являются семейства астровых, гвоздичных, бобовых, гречишных и злаковых.

В наших исследованиях изучена возможность использования аборигенной растительности в качестве тест-объектов для экспресс-контроля и оценки загрязненности компонентов биосферы в условиях атмотехногенного воздействия выбросов в атмосферу продуктов сгорания (на примере Жодинской ТЭЦ).

Показано, что индикаторные виды растений могут использоваться как для выявления отдельных загрязнителей воздуха, так и для оценки качественного состояния природной среды.

В результате проведенных исследований выявлены растения-индикаторы, которые можно использовать, как дополнительный элемент для биомониторинга зон атмотехногенного воздействия для таких химических элементов, как Ca, Cu, Fe, Pb, Sr, Zn.

Выделены следующие аборигенные растения-индикаторы:

для Ca – подорожник большой, люпин многолетний, фиалка трехцветная, клевер розовый, марь белая;

для Cu – фиалка трехцветная, тысячелистник обыкновенный, полынь обыкновенная;

для Fe – звездчатка средняя, горец вьюнковый, сушеница топяная;

для Pb – звездчатка средняя, лопух большой, сныть обыкновенная;

для Sr – марь белая и дрема белая;

для Zn – фиалка трехцветная и зверобой продырявленный.

Библиографические ссылки

1. *Передериева В. М., Власова О. И., Шутко А. П.* Аллелопатические свойства сорных растений и их растительных остатков в процессе минерализации // Научный журнал КубГАУ. 2011. № 73(09). С. 1–3.
2. *Хомич В. С., Какарека С. В., Кухарчик Т. И.* Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси. Минск, 2004.
3. *Глазовская М. А.* Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М., 1997.
4. *Солнцева Н. П.* Геохимическая устойчивость природных систем к техногенным нагрузкам (принципы и методы изучения, критерии прогноза) // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных систем. М., 1982. С. 181–215.
5. *Елпатьевская В. П.* Трансформация растительного покрова в районах горнодобывающего производства (Приморский край) // Растения в муссонном климате. Владивосток, 1998. С. 278–281.
6. *Пугачев А. А., Тихменев Е. А.* Состояние, антропогенная трансформация и восстановление почвенно-растительных комплексов Крайнего Северо-Востока Азии. Магадан, 2008.
7. Наземные экосистемы острова Сахалина (современное состояние, природно-антропогенные изменения, охрана и рациональное использование природных ресурсов) / отв. ред. Г. А. Воронов. Южно-Сахалинск, 1999.
8. *Добровольский В. В.* Некоторые аспекты загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами // Биологическая роль микроэлементов. М., 1983. С. 44–54.
9. *Isermann, K.* Einfluß der Phosphatdüngung auf den Cadmiumgehalt des Bodens, ermittelt anhand zahlreicher Dauerversuche in Westeuropa // Landwirtschaftliche Forschung. 1983. No. 39. P. 283–301.
10. *Гребенюк Г. А., Харина С. Г.* Миграция биогенных элементов по почвенному профилю // Молодежь XXI века: шаг в будущее: материалы IV регион. науч.-практ. конф. Благовещенск, 14–15 мая 2003 г. Благовещенск, 2003. С. 405–407.
11. *Ильин В. Б., Сысо А. И.* Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск, 2001.
12. *Вронский В. А.* Прикладная экология. Ростов н/Д., 1996.
13. *Какарека С. В., Хомич В. С., Кухарчик Т. И. и др.* Выбросы тяжелых металлов в атмосферу: опыт оценки удельных показателей. Минск, 1998.
14. *Калинович А. С., Позняк С. С., Романовский Ч. А. и др.* Воздействие производственной деятельности РУП «БЕЛАЗ» на загрязнение почвенного покрова территории завода и прилегающих сельскохозяйственных угодий // Экологический вестник. 2009. № 1(7). С. 36–46.
15. *Позняк С. С.* Влияние техногенных загрязнителей на изменение состояния агрофитоценозов // Экологическая антропология. Минск, 2007. С. 44–47.
16. *Позняк С. С.* Содержание некоторых тяжелых металлов в растительности полевых и луговых агрофитоценозов в условиях техногенного загрязнения почвенного покрова // Вестник Томского гос. ун-та. Сер. Биология. 2011. № 1(13). С. 123–137.
17. *Позняк С. С.* Выбросы в атмосферу как источник загрязнения // Техника без опасности. 2009. № 1(32). С. 5–7.
18. *Важенин И. Г.* Корни растений как биоиндикатор уровня загрязненности почвы токсическими элементами // Агрохимия. 1984. № 2. С. 73–77.
19. *Ковальский В. В.* Периодическая изменчивость химических свойств организмов и ее биологическое значение // Успехи соврем. биологии, 1941. Т. 14. Вып. 3. С. 380–423.
20. *Ковальский В. В.* Геохимическая экология и ее эволюционное направление // Изв. ФН СССР. Сер. биол. наук. 1963. Вып. 6. С. 830–851.
21. *Ковальский В. В.* Регионы биосферы – основа биогеохимического районирования // Биосфера и ее ресурсы. М., 1971. С. 90–131.

22. Ковальский В. В. Геохимическая экология – основа системы биогеохимического районирования // Биохимические циклы в биосфере: материалы VII Пленума СКОПЕ, Москва, 15–22 ноября 1974 г. М., 1976. С. 119–141.
23. Васильева Л. И., Кадацкий В. Б. Формы тяжелых металлов в почвах урбанизированных и заповедных территорий // Геохимия. 1998. № 4. С. 426–429.
24. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва–растение. Новосибирск, 1991.
25. Пронина Н. Б. Экологические стрессы (причины, классификация, тестирование, физиолого-биохимические механизмы) : монография. М., 2000.
26. Тяжелые металлы в системе почва–растение–удобрение. М., 1997.
27. Гончарук Е. И., Сидоренко Г. И. Гигиеническое нахождение химических веществ в почве. М., 1986.
28. Саен Ю. Е., Несвижская Н. И. Изучение форм нахождения элементов во вторичных потоках рассеяния. М., 1974.
29. Kovalskiy V. V. Geochemical environment, health and diseases // Trace Subst. Environ. Health. Vol. 8 Columbia, Mo., 1974.
30. Бажанов С. Наблюдения над сорной растительностью в 2013 году на Бузулукском опытном поле и в его окрестностях // Тр. бюро по прикл. ботанике. Петроград, 1915. № 3 (78). С. 276–293.
31. Думанский А. Очерк растительности окрестностей г. Иваново-Вознесенска Владимирской губернии // Землеведение. Геогр. отделение. 1904. Кн. I–II. С. 114–156.
32. Ильминских Н. Г. Обзор работ по флоре и растительности городов // Географический вестник. 2011. Вып. 1(16). С. 49–65.
33. Ильминских Н. Г. Публикации по флоре и растительности аграрных участков в пределах городов Российской империи и СССР // Аграрный вестник Урала. 2012. № 5(97). С. 68–70.
34. Кузнецов Н. Опыт изучения сообществ сорной растительности // Труды Владимир. о-ва любителей естествознания. 1904. Т. I. Вып. II. С. 1–9.
35. Методические и организационные основы проведения агроэкологического мониторинга в интенсивном земледелии (На базе Географической сети опытов) / под. общ. ред. Н. З. Милащенко, Ш. И. Литвака. М., 1991.
36. Позняк И. С. Обоснование предельно допустимой концентрации кадмия в торфяной почве // Мед. новости. 2005. № 5. С. 69–71.
37. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов (утв. Минздравом СССР 21.08.1979 № 2051-79). М., 1979.
38. Кретович В. Л. Биохимия растений. М., 1986.
39. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М., 1992.
40. Туликов А. М. Методы учета и картирования сорнополевой растительности. М., 1974.
41. Исаяев В. В. Прогноз и картографирование сорняков. М., 1990.
42. Губанов И. А., Новиков В. С., Тихомиров В. Н. Определитель высших растений средней полосы европейской части СССР. М., 1981.
43. Фисюнов А. В. Сорные растения. М., 1984.
44. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995.

References

1. Perederiyeva V. M., Vlasova O. I., Shutko A. P. [Allelopathicheskiye of property of weed plants and their vegetable remains in the course of a mineralization]. *The Scientific magazine of KUBGAU*. 2011. No. 73(09). P. 1–3 (in Russ.).
2. Homich V. S., Kakareka S. V., Kukharchik T. I. [Ekogeokhimiya of city landscapes of Belarus]. Minsk, 2004 (in Russ.).
3. Glazovskaya M. A. [Methodological bases of assessment of ekologo-geochemical resistance of soils to technogenic influences]. Moscow, 1997 (in Russ.).
4. Solntsevo N. P. [Geochemical resistance of natural systems to technogenic loadings (principles and methods of studying, criteria of the forecast)]. *Extraction of minerals and geochemistry of natural systems*. Moscow, 1982. P. 181–215 (in Russ.).
5. Elpatyevskaya V. P. [Transformation of a vegetable cover in areas of mining production (Primorsky Krai)]. *Plants in monsoonal climate*. Vladivostok, 1998. P. 278–281 (in Russ.).
6. Pugachev A. A. [Sostoyaniye, antropogenic transformation and restoration of soil and vegetable complexes of the Extreme Northeast of Asia] Magadan. 2008 (in Russ.).
7. Voronov G. A. (ed.). [Land ecosystems of the island of Sakhalin (current state, natural and antropogenic changes, protection and rational use of natural resources)]. Yuzhno-Sakhalinsk, 1999 (in Russ.).
8. Dobrovolsky V. V. [Some aspects of environmental pollution by heavy metals]. *Biological role of minerals*. Moscow, 1983. P. 44–54 (in Russ.).
9. Isermann K. [Einfluß der Phosphatdungung auf den Cadmiumgehalt des Bodens, er-mittelt anhand zahlreicher Dauerversuche in Westeuropa]. *Landwirtschaftliche Forschung*. 1983. No. 39. – P. 283–301.
10. Grebenyuk G. A., Kharina S. G. [Migration of biogenous elements on a soil profile]. *Youth of the 21st century: step to the future: materials IV region. scien.-prakt. conf. Blagoveshchensk, May 14–15, 2003*. Blagoveshchensk, 2003. P. 405–407 (in Russ.).
11. Ilyin V. B., Syso A. I. [Minerals and heavy metals in soils and plants of the Novosibirsk region]. Novosibirsk, 2001 (in Russ.).
12. Vronsky V. A. [Applied ecology]. Rostov N / D., 1996 (in Russ.).
13. Kakareka S. V., Homich V. S., Kukharchik T. V., et al. [Emissions of heavy metals in the atmosphere: experience of assessment of specific indicators]. Minsk, 1998 (in Russ.).
14. Kalinovich A. S., Poznyak S. S., Romanovski Ch. A., et al. [Impact of production activity of RUP "BELAZ" on pollution of a soil cover of the territory of the plant and adjacent agricultural grounds] // *The Ecological messenger*. 2009. No. 1(7). P. 36–46 (in Russ.).
15. Paznyak S. S. [Influence of technogenic pollutants on change of a condition of agrofytotsenoz]. *Ekologicheskaya Antropologiya*. Minsk, 2007. P. 44–47 (in Russ.).
16. Paznyak S. S. [Content of some heavy metals in vegetation of field and meadow agrofytotsenoz in the conditions of technogenic pollution of a soil cover]. *Vestnik the Tomsk state. un-that. It is gray. Biology*. 2011. No. 1(13). P. 123–137 (in Russ.).

17. Paznyak S. S. [Emissions in the atmosphere as a pollution source]. *Technician without danger*. 2009. No. 1 (32). P. 5–7.
18. Vazhenin I. G. [Roots of plants as bioindicator of level of impurity of the soil toxic elements]. *Agrochemistry*. 1984. No. 2. P. 73–77 (in Russ.).
19. Kovalsky V. V. [Periodic variability of chemical properties of organisms and its biological value]. *Progress we will tell lies. biology*, 1941. Vol. 14, issue 3. P. 380–423 (in Russ.).
20. Kovalsky V. V. [Geochemical ecology and its evolutionary direction]. *Izv. FN USSR. It is gray. biol. sciences*. 1963. Issue 6. P. 830–851 (in Russ.).
21. Kovalsky V. V. [Regions of the biosphere – a basis of biogeochemical division into districts]. *Biosphere and its resources*. Moscow, 1971. P. 90–131 (in Russ.).
22. Kovalsky V. V. [Geochemical ecology – a basis of a system of biogeochemical division into districts]. *Biochemical cycles in the biosphere: materials of the VII Plenum of SKOPE, Moscow, on November 15–22, 1974*. Moscow, 1976. P. 119–141 (in Russ.).
23. Vasilyeva L. I., Kadatsky V. B. [Forms of heavy metals in soils of the urbanized and reserved territories]. *Geochemistry*. 1998. No. 4. P. 426–429 (in Russ.).
24. Ilyin V. B. [Heavy metals in a system the soil plant]. Novosibirsk, 1991 (in Russ.).
25. Pronina N. B. [Ecological stresses (reasons, classification, testing, fiziologo-biochemical mechanisms): monograph]. Moscow, 2000 (in Russ.).
26. [Heavy metals in a system soil-plant-fertilizer]. Moscow, 1997 (in Russ.).
27. Goncharuk E. I., Sidorenko G. I. [Hygienic rationing of chemicals in the soil]. Moscow, 1986 (in Russ.).
28. Sayet Yu. E., Nesvizhskaya N. I. [Studying of forms of finding of elements in secondary streams of dispersion]. Moscow, 1974 (in Russ.).
29. Kovalskiy V. V. [Geochemical environment, health and diseases]. *Trace Subst. Environ. Health*. Vol. 8. Columbia, Mo., 1974. P. 137 (in Russ.).
30. Bazhanov C. [Observations over weed vegetation in 2013 on the Buzuluk pilot field and in its vicinities]. *Tr. bureau on prikl. to botany*. Petrograd, 1915. No. 3 (78). P. 276–293 (in Russ.).
31. Dumansky A. [Ocherk of vegetation of vicinities of Ivanovo-Voznesensk of the Vladimir province]. *Physical geography*. 1904. Book I–II. P. 114–156 (in Russ.).
32. Ilminskikh N. G. [Review of works on flora and vegetation of the cities]. *Geographical messenger*. 2011. Issue 1(16). P. 49–65 (in Russ.).
33. Ilminskikh N. G. [Publications on flora and vegetation of agrarian sites within the cities of the Russian Empire and the USSR]. *Agrarian bulletin of the Urals*. 2012. No. 5(97). P. 68–70 (in Russ.).
34. Smiths N. [Experience of studying of communities of weed vegetation]. *Tr. Vladimir. islands of fans of natural sciences*. 1904. Vol. 1. Issue II. P. 1–9 (in Russ.).
35. Milashchenko N. Z., Litvak Sh. I. (eds.) [Methodical and organizational bases of carrying out agroecological monitoring in intensive agriculture (On the basis of Geographical network of experiences)]. Moscow, 1991 (in Russ.).
36. Poznyak, I. S. [Justification of threshold limit value of cadmium in the peat soil]. *Medical news*. 2005. No. 5. P. 69–71 (in Russ.).
37. [The unified rules of sampling of agricultural products, foodstuff and objects of the environment for determination of microamounts of pesticides (Ministry of Health of the USSR 21.08.1979 No. 2051-79): methodical instructions. Moscow, 1979 (in Russ.).
38. Kretovich V. L. [Biokhimiya of plants]. Moscow, 1986 (in Russ.).
39. [Methodical instructions by definition of heavy metals in soils of farmlands and products of crop production]. Moscow, 1992 (in Russ.).
40. Tulikov A. M. [Methods of account and mapping of sornopolevy vegetation. Moscow, 1974 (in Russ.).
41. Isaev V. V. [Forecast and mapping of weeds] Moscow, 1990 (in Russ.).
42. Gubanov I. A., Novikov V. S., Tikhomirov V. N. [Opredelitel of the higher plants of a midland of the European part of the USSR]. Moscow, 1981 (in Russ.).
43. Fisyunov A. V. [Weed plants]. Moscow, 1984 (in Russ.).
44. Cherepanov S. K. [Vascular plants of Russia and adjacent states]. St. Petersburg, 1995 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 28.06.2018
Received by editorial board 28.06.2018