КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13254 УДК 614.76
Чикенева И. В. Последствия влияния тяжелых металлов на окружающую среду в зоне воздействия промышленных предприятий // Концепт. – 2013. – № 12 (декабрь). – ART 13254. – 0,5 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13254.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Чикенева Ирина Валерьевна,
кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности и методики обучения безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный педагогический университет», г. Оренбург
chikene3va@yandex.ru

Последствия влияния тяжелых металлов на окружающую среду в зоне воздействия промышленных предприятий

Аннотация. *Изучение последствий техногенного накопления тяжелых металлов и антропогенного загрязнения природной среды в настоящее время приобрело исключительно важное значение для здоровья и безопасности населения. Выбросы, поступающие с промышленных предприятий, оказывают мощное техногенное воздействие на окружающие природные комплексы степной зоны, вызывая нарушения естественного развития биогеоценозов. Растения, являясь продуцентами, составляют основной уровень в пищевой цепи любого биоценоза. Накопление тяжелых металлов в растительных организмах приводит к их накоплению в пищевой цепи и может вызвать тяжелые заболевания человека и животных.*
Ключевые слова: *тяжелые металлы, растительный покров, антропогенное загрязнение, безопасность населения, здоровье человека, промышленные предприятия.*

По данным Всемирной организации здравоохранения в 20% факторы окружающей среды определяют состояние здоровье человека, оказывая непосредственное или провоцирующее влияние. Поэтому снижение негативного воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения является приоритетным направлением любого государства.

Загрязнение окружающей среды различными химическими веществами приводит к неблагоприятным сдвигам в состоянии здоровья населения, особенно детского, которое выражается в изменениях физиологических показателей, сдвигов физического развития, возникновение заболеваний и других эффектов. Наиболее социально-значимой проблемой, во многом экологически обусловленной является онкологическая заболеваемость [1].

Изучение последствий техногенного накопления тяжелых металлов (ТМ) и антропогенного загрязнения природной среды в настоящее время приобрело исключительно важное значение для здоровья и безопасности населения. Растения, являясь продуцентами, составляют основной уровень в пищевой цепи любого биоценоза. Накопление тяжелых металлов в растительных организмах приводит к их накоплению в пищевой цепи и может вызвать тяжелые заболевания человека и животных, которые формируют консументный блок [2].

ТМ отличаются от других металлов высоким содержанием в промышленных отходах и высокой токсичностью, своей долговечностью и практической невыводимостью из системы «почва – растения – животные – человек». Эти металлы относятся к категории неспецифических загрязняющих веществ, так как присутствуют практически во всех почвах в том, или ином количестве [3].

Так, накопление тяжёлых металлов в почве, воде, растениях у человека вызывает специфические токсикозы, мутагенные эффекты. Результатом такого нарушения в обычных (неполовых) клетках может стать разбалансированность регуляции их деления, в итоге – злокачественные заболевания. Их влияние на клетки зародышевого пути и на половые клетки может привести к мутациям и рождению наслед-

ственно больных детей (умственно неполноценных, дебильных). Возможны также вырождение периферических нервов, пневмосклероз, цирроз печени, слепота [4].

Длительное воздействие промышленных предприятий изменяет состав растительного покрова. Одной из таких территорий являются степи восточной части Оренбуржья, в которой сосредоточено большое количество промышленных объектов, прежде всего металлургических.

Преобладающее развитие тяжелой промышленности и её структура свидетельствуют о том, что район является типично уральским промышленным комплексом. Ядро комплекса образует Орско-Новотроицкий промышленный узел, в состав которого входят Орск, Новотроицк, Аккермановка, Халилово, Новорудный и ряд других небольших населенных пунктов. Наиболее высокая аэрогенная нагрузка на единицу населения и единицу площади выявлена: г. Новотроицк (211,7 т. на 1 км^2 и 0,77 т. на 1 жителя), г. Орск (105,5 т. на 1км^2 и 0,59 т. на 1 жителя). В воздухе этих промышленных городов обнаружено большое содержание фенола, аммиака, оксидов углерода, азота и серы, пыли, сероводорода и таких тяжелых металлов как хром, железо, никель, молибден, свинец, кобальт, медь и цинк, которые усиливают действие промышленных газов. При этом в городских территориях антропогенная нагрузка формируется за счет загрязнения атмосферного воздуха, то в сельских в основном за счет хозяйственно-питьевого водоснабжения [5, 6].

Загрязнение воздуха селитебных территорий города Орска в первую очередь обусловлено отсутствием санитарно-защитных зон (СЗЗ) между предприятиями и жилой застройкой (ОАО «Орскнефтеоргсинтез», ОАО «Комбинат Южуралникель» (ЮУНК), Орская ТЭЦ – 1 ОАО «Оренбургская теплогенерирующая компания», ЗАО «ОМК», ОАО ПО «ОРМЕТО – ЮУМЗ и др.); а также исторически сложившейся близкорасположенной агломерацией двух промышленных городов: Орска и Новотроицка, когда при ветрах западного направления выбросы ОАО «Уральская сталь» достигают северных районов г. Орска; работой предприятий на полную мощность, невыполнением природоохранных мероприятий на промышленных предприятиях в полном объеме.

В городе Новотроицке практически все предприятия, имеющие в составе источники выбросов загрязняющих веществ, имеют проекты нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) вредных веществ в атмосферный воздух. У трех предприятий: ОАО «Новотроицкий цементный завод», ООО «Металлекс», ООО «Южно-Уральская Горно-Перерабатывающая компания» – имеются проекты организации СЗЗ, проект ОАО «Уральская Сталь» не получил положительного экспертного заключения (рис. 1).

В санитарно-защитной зоне промузла, основным предприятием-загрязнителем атмосферного воздуха, в котором является ОАО «Уральская Сталь» – проживает 23 тысячи населения [7–9].

Выбросы, поступающие с промышленных предприятий, оказывают мощное техногенное воздействие на окружающие природные комплексы степной зоны, вызывая нарушения естественного развития биогеоценозов.

Интенсивное антропогенное воздействие на естественные природные ландшафты, связанное с промышленным и сельскохозяйственным освоением, привело к существенным изменениям структуры и экологического потенциала территории городов. В связи с промышленным освоением целинных земель происходила мощная трансформация растительного и почвенного покрова [10].

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 13254 УДК 614.76
Чикенева И. В. Последствия влияния тяжелых металлов на окружающую среду в зоне воздействия промышленных предприятий // Концепт. – 2013. – № 12 (декабрь). – ART 13254. – 0,5 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13254.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Были выбраны 4 стационарных участка, два из которых находились в непосредственной близости к промышленным предприятиям (№ 2 и № 3), один на удалении 3 км (№ 1). Контрольный участок (№ 4) был заложен в 30 км северо-западнее от промузла (рис. 1).

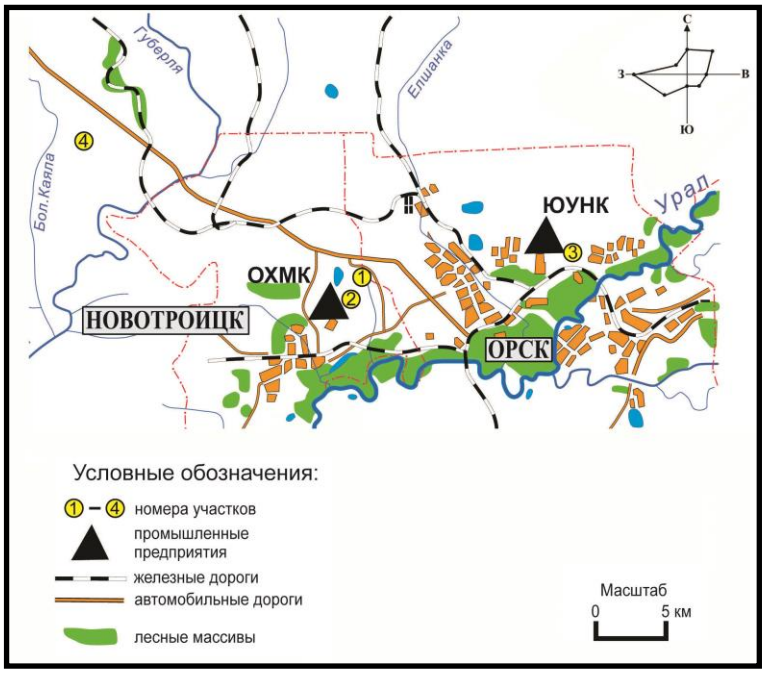

Рис. 1. Орско-Новотроицкий промышленный узел

Участок № 1. Растительное сообщество – залесскоковыльно-полынково-типчаковое (Festuca valesiaca – Artemisia austriaca – Stipa zalesskii).

Участок № 2. Растительное сообщество – залесскоковыльное (Stipa zalesskii).

Участок № 3. Растительное сообщество – молочайно-пырейно-житняковое (Agropyron pectinatum-Elytrigia repens – Euphorbia virgata).

Участок № 4. Растительное сообщество – грудницево-залесскоковыльное (Stipa zalesskii-Galatella villosa).

С целью установления влияния промышленного воздействия на растительный покров отбирали пробы наземных и подземных органов растений для биохимических анализов. Подготовку проводили в соответствии с требованиями к отбору проб при общих и локальных загрязнениях. В полученных вытяжках определяли содержания тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni) на атомно-адсорбционном спектрофотометре типа С-115 ТМ в ФГУ ГЦАС «Оренбургский». Исследования проводились в вегетационный период (май-сентябрь) 2006 (засушливый год) и 2007 (влажный) гг.

Результаты исследования. Любой живой организм обладает биологическим фильтром, ограждающим его от всего инородного. В определённой ситуации этот фильтр работает надёжно и не допускает в организм ничего лишнего. Но при сильном воздействии загрязнителей биологический фильтр не справляется, и часть инородного вещества проникает в организм. До определённого времени оно не оказывает своего разрушительного воздействия, а накапливается, так как выделительная система не успевает освободиться от излишков токсических веществ. И только когда пределы биологической самозащиты исчерпаны, происходит накопление вредных веществ выше определённого критического уровня – предельно-допустимой концентрации

Чикенева И. В. Последствия влияния тяжелых металлов на окружающую среду в зоне воздействия промышленных предприятий // Концепт. – 2013. – № 12 (декабрь). – ART 13254. – 0,5 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13254.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

(ПДК). В этом случае все произрастающие растения на загрязнённой территории становятся источником заражения животных и человека тяжёлыми металлами [11, 12].

Предельно-допустимая концентрация (ПДК) – один из основных показателей, по которому оценивается и прогнозируется состояние экосистем, которые развиваются в условиях техногенного воздействия. При проведении исследований были использованы региональные ПДК для Cu, Zn, Cd, Pb и Ni [13].

Следует отметить, что в засушливый год зарегистрировано меньшее превышение ПДК металлов, по сравнению с влажным. Тем не менее, в общесуммарном зачете отмечается превышение по ПДК за весь период исследования.

По суммарному значению (∑) содержания металла в блоках исследуемых сообществ отмечается превышение ПДК по:

– Cu в молочайно-пырейно-житняковом сообществе в 4 раза в засушливый год, а во влажный – 7,8; в залесскоковыльном – в 1,4 раза – засушливый и в 1,9 раза – влажный год. По остальным сообществам превышение ПДК не зарегистрировано (рис. 2).

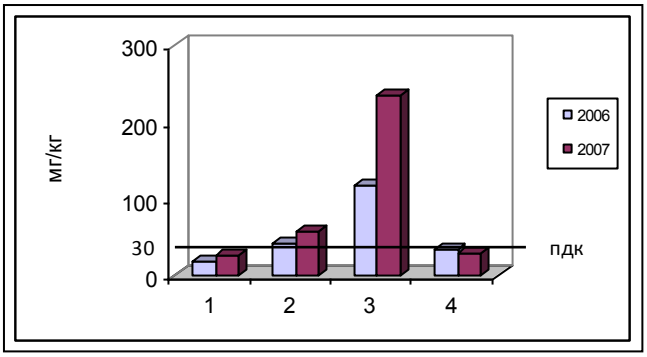

Рис. 2. Среднее содержание Cu

Растительные сообщества: 1 – залесскоковыльно-полынково-типчаковое; 2 – залесскоковыльное; 3 – молочайно-пырейно-житняковое; 4 – грудницево-залесскоковыльное.

– Zn в залесскоковыльном – 1,5 раза в засушливый год, 2,8 раза во влажный; в молочайно-пырейно-житняковом сообществе –1,9 раза в засушливый год, – в 3,6 во влажный; залесскоковыльном – в 2,8; в залесскоковыльно-полынково-типчаковом – в 2,6 раза; грудницево-залесскоковыльном – в 1,5 раза (рис. 3).

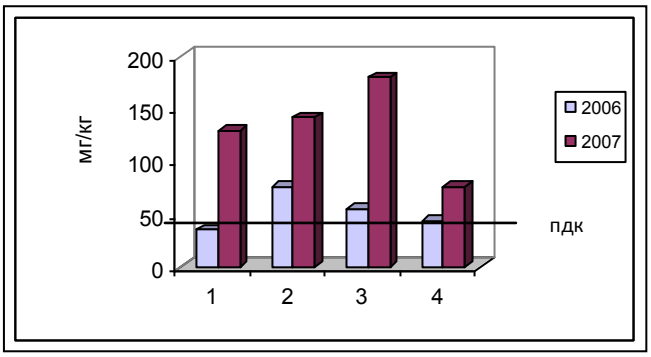

Рис. 3. Среднее содержание Zn

– Cd в засушливый год в молочайно-пырейно-житняковом сообществе – в 7,7, а во влажный – в 6 раз; залесскоковыльном – 3,7 и 4,3 раза; в залесскоковыльно-

полынково-типчаковом – 2,3 и 4,7 раза; грудницево-залесскоковыльном – в 2 раза (значение стабильно для всего периода исследования) (рис. 4).

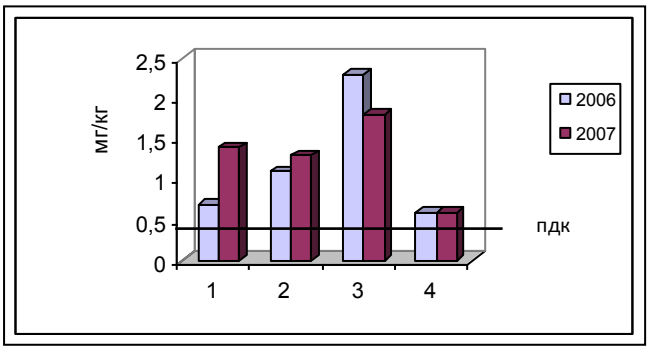

Рис. 4. Среднее содержание Cd

– Pb – за весь период исследования, превышение металла в залесскоковыльном – 3,3 и 4,8 раза; молочайно-пырейно-житняковом сообществе – 2 и 5; залесскоковыльно-полынково-типчаковом – 1,7 (засушливый год); грудницево-залесскоковыльном – 1,6 и 2,3 раза (рис. 5).

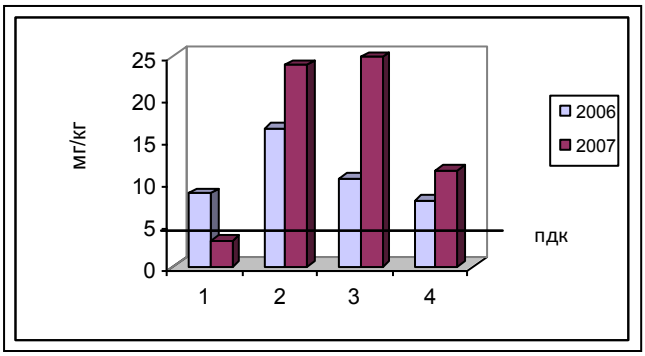

Рис. 5. Среднее содержание Pb

– по Ni отмечено критическое превышение за период исследования: в молочайно-пырейно-житняковом – в 692 (засушливый год) и 4444 раза (влажный), залесскоковыльном – 78 и 77 раза; залесскоковыльно-полынково-типчаковом – 22 и 139; в грудницево-залесскоковыльном сообществах – 24 и 39 раза (рис. 6).

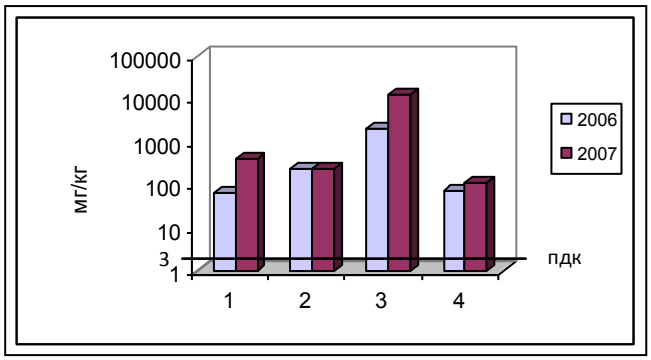

Рис. 6. Среднее содержание Ni

Таким образом, наибольшее превышение ПДК по исследуемым тяжелым металлам отмечается в молочайно-пырейно-житняковом сообществе за весь вегетационный период, это связано с непосредственной близостью исследуемого сообщества с ЮУНК.

Влияние избытка тяжёлых металлов на растения может быть, как прямым, так и косвенным. Прямое влияние связано с непосредственным накоплением металлов растениями, косвенное – с негативным воздействием тяжёлых металлов на состав и свойства почвы и на её плодородие. Изучение реакции растений на загрязнение среды тяжёлыми металлами является одной из задач биологического мониторинга окружающей среды [14, 15].

Тяжелые металлы могут поступать в растения двумя путями: из почвы и непосредственно из атмосферы. Это зависит от множества факторов: местонахождения растения, его видовой принадлежности и природы металла. Как известно тяжелые металлы в живых организмах играют двоякую роль. В малых количествах они входят в состав биологически активных веществ, регулирующих нормальный ход жизнедеятельности организмов, изменение же содержания этих металлов приводит к тяжелым последствиям.

При избытке в почве и растениях меди у человека развиваются заболевания костной ткани. Значительное количество меди может наблюдаться в агроландшафтах, где в качестве минерального удобрения интенсивно используется простой суперфосфат. В организм медь поступает в основном с пищей.

Основные проявления избытка меди: функциональные расстройства нервной системы (ухудшение памяти, депрессия, бессонница); при вдыхании паров может проявляться «медная лихорадка» (озноб, высокая температура, проливной пот, судороги в икроножных мышцах); воздействие пыли и окиси меди может приводить к слезотечению, раздражению конъюнктивы и слизистых оболочек, чиханию, жжению в зеве, головной боли, слабости, болям в мышцах, желудочно-кишечным расстройствам; нарушения функций печени и почек; поражение печени с развитием цирроза и вторичным поражением головного мозга, связанным с наследственным нарушением обмена меди и белков (болезнь Вильсона-Коновалова); аллергодерматозы; увеличение риска развития атеросклероза; гемолиз эритроцитов, появление гемоглобина в моче, анемия [16, 17].

Когда цинк в организме человека присутствует в избыточных количествах, иммунная система начинает работать несогласованно. Если цинк в организме человека содержится количестве 150–600 мг, наступает состояние отравления, со всеми признаками интоксикации, появляется тошнота, слабость. Влияние высоких концентраций цинка проявляется в синергическом действии, усиливая эффект других загрязнителей [18, 19].

Так, кадмий обладает мутагенным и канцерогенным свойствами и представляет генетическую опасность [20]. Появляются невыносимая боль в мышцах, непроизвольные переломы костей (кадмий способен вымывать кальций из организма), деформация скелета, нарушения функций легких, почек и других органов. Излишек кадмия может вызывать злокачественные опухоли. Длительное вдыхание кадмия начинает проявляться симптомами, похожими на простуду: повышение температуры, озноб, боли в мышцах. Позднее развивается повреждение легких: одышка, боль в груди, кашель. В тяжелых случаях повреждение легких приводит к смерти больного [21].

Свинец попадает в организм через пищевод, дыхательные пути, кожу, накапливается в организме и трудно оттуда выводится, при постоянной работе с ним будут появляться различные заболевания, связанные с токсичностью.

Вдыхание свинцовой пыли намного опаснее, чем попадание его в организм с пищей. Поступление свинца в организм человека по пищевым цепям ведет к расстройству нервной системы. Причем свыше 90% этого металла попадает в организм с пищей.

Блокируя деятельность некоторых ферментов, свинец способен вызвать развитие анемии, поражение кроветворной системы, почек и мозга, снижение интеллекта (особенно у детей). Симптомы при хроническом отравлении: серая кайма на деснах, расстройство нервной системы, расстройство кроветворной системы [22].

Отравления никелем, острые или хронические, могут быть опасны не только для здоровья, но и для жизни. Многие предприятия металлургической промышленности используют никель и его соединения – если долго работать на таком предприятии, то развиваются болезни лёгких и верхних дыхательных путей, нарушается процесс дыхания и баланс многих микроэлементов. Иногда достаточно вдыхать соединения никеля около 1,5 часов, чтобы получить смертельное отравление, так что на работе с этим элементом шутить не стоит. Карбонильные соединения никеля, часто используемые в промышленном производстве, относятся химиками к I классу опасности – это не просто высокоопасные, но чрезвычайно опасные вещества. Хлорид никеля при длительном воздействии на организм вызывает нарушения координации движений – такое состояние называют атаксией. Наблюдаются и другие симптомы избытка никеля: витилиго, заболевания щитовидной железы и репродуктивных органов, проблемы с пищеварением, нарушения в работе нервной и сердечнососудистой системы, дистрофия почек и печени, ухудшение состава крови, снижается общий иммунитет организма [23].

Для предотвращения загрязнения поверхности Земли нужны предупредительные меры. Пока единственным путем существенного уменьшения загрязнения окружающей среды являются малоотходные технологии. В настоящее время создаются малоотходные производства, в которых выбросы вредных веществ не превышают предельно допустимых концентраций, а отходы не приводят к необратимым изменениям природы.

Ссылки на источники

1. О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2010 году: государственный доклад. Комитет природных ресурсов по Оренбургской области. – Оренбург, 2011. – 241 с.
2. Чикенева И. В. Эколого-биогеохимическая оценка растительного покрова зоны влияния Орско-Новотроицкого промышленного узла: дис. … канд. биол. наук. – Оренбург, 2009. – 174 с.
3. Чикенева И. В., Абузярова Ю. В. Содержание тяжёлых металлов в побочной продукции полевых культур в условиях техногенного воздействия // Известия ОГАУ. – 2011. – № 4 (32). – С. 280–282.
4. Чикенева И. В. Исследование опасностей антропогенного влияния Орско-Новотроицкого промышленного узла // Известия ОГАУ. – 2012. – № 3 (35). – С. 236–240.
5. О состоянии… Указ. соч.
6. Чикенева И. В. Эколого-биогеохимическая оценка… Указ. соч.
7. О состоянии… Указ. соч.
8. Чикенева И. В., Абузярова Ю. В. Указ. соч.
9. Чикенева И. В. Исследование опасностей… Указ. соч.
10. Чикенева И. В. Эколого-биогеохимическая оценка… Указ. соч.
11. Чикенева И. В., Абузярова Ю. В. Указ. соч.
12. Чикенева И.В. Исследование опасностей… Указ. соч.
13. Чикенева И. В. Особенности накопления тяжелых металлов в изучаемых растительных сообществах и их воздействие на окружающую среду // Известия ОГАУ. – 2013. – № 2 (40). – С. 228–231.
14. Чикенева И. В. Эколого-биогеохимическая оценка… Указ. соч.
15. Чикенева И. В. Особенности накопления… Указ. соч.
16. Кин Н. О., Чикенева И. В. К изучению содержания тяжелых металлов в культурных растениях Орско-Новотроицкого промузла Оренбургской области // Труды XI Всероссийского конгресса «Экология и здоровье человека», 5–7 декабря 2006 г. – Самара, 2006. – С. 109–112.
17. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
18. Кин Н. О., Чикенева И. В. Указ. соч.

Чикенева И. В. Последствия влияния тяжелых металлов на окружающую среду в зоне воздействия промышленных предприятий // Концепт. – 2013. – № 12 (декабрь). – ART 13254. – 0,5 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13254.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

19. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Указ. соч.
20. Кин Н. О., Чикенева И. В. Указ. соч.
21. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Указ. соч.
22. Чикенева И. В. Эколого-биогеохимическая оценка… Указ. соч.
23. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Указ. соч.

Chikeneva Irina,
candidate of Biological Sciences, Senior lecturer at the chair of life safety and methodology of teaching vital activity safety, Orenburg State Pedagogical University, Orenburg
chikene3va@yandex.ru

The consequences of heavy metals influence on the environment in the industrial enterprises zone

Abstract. The study of the effects of man accumulation of heavy metals and anthropogenic pollution of the natural environment today has gained the great importance to the health and safety of the population. Emissions coming from industrial enterprises have the powerful technogenic impact on the surrounding natural complexes of the steppe zone, causing the disruption of the natural development of ecosystems. Plants, as producers, constitute the main level in the food chain of any biocenosis. Accumulation of heavy metals in vegetable organisms leads to their accumulation in the food chain and can cause severe diseases of humans and animals.

Keywords: heavy metals, vegetation cover, anthropogenic pollution, safety of population, human health, industrial enterprises.

Рекомендовано к публикации:
Горевым П. М., кандидатом педагогических наук, главным редактором журнала «Концепт»