

так богат регион Полесья. Об этом свидетельствует и тот факт, что если в 2000 и 2001 гг. галлы регистрировали только в одном из семи полигонных водоемов – оз. Далеком-1, то на протяжении 2002–2005 гг. пораженные особи тростника стали встречаться во всех других исследуемых водных объектах зоны отчуждения.

В водоемах зоны отчуждения следует отметить также высокую степень поражения тростника паразитическими грибами *Claviceps purpurea* (спорыньей). Особенно высокий процент склероциев спорыньи в метелках тростника наблюдали в озерах одамбированного участка Красненской поймы с наибольшими уровнями радионуклидного загрязнения. Такое существенное поражение метелок тростника паразитическими грибами в озерах Красненской поймы наблюдается на фоне самих низких показателей семенной продуктивности растений в водоемах зоны отчуждения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гудков Д.И., Назаров А.Б., Дзюбенко Е.В., Каглян А.Е., Кленус В.Г. Радиоэкологические исследования пресноводных моллюсков в Чернобыльской зоне отчуждения // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. – Т. 49, № 6 – С. 703–713.
2. Дзюбо С.М., Романова Л.Г. Морфология амебоцитов гемолимфы приморского гребешка // Цитология. – 1992. – Т. 34, № 10 – С. 52–58.
3. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Колос, 1974. – 288 с.
4. Поликарпов Г.Г., Цышугина В.Г. Закономерности распределения аберраций хромосом по клеткам гидробионтов при действии ионизирующего излучения и химических мутагенов // Радиобиология. – 1993. – Т. 33, № 2. – С. 205–213.
5. Majone F., Brunetti R., Gola I., Levis A.G. Persistence of micronuclei in the marine mussel, *Mytilus galloprovincialis*, after treatment with mitomycin. // *Mutat. Res.*, 1987. – Vol. 191, № 3–4. – P. 157–161.

УДК 591.8+591.436.2+599.323.43+504.5:667.67

**Ю.А. Давыдова<sup>1</sup>, О.Г. Гуляева<sup>2</sup>, С.В. Мухачева<sup>1</sup>**  
**ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕЧЕНИ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ,**  
**ОБИТАЮЩЕЙ В ГРАДИЕНТЕ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

**Yu.A. Davydova<sup>1</sup>, O.G. Gulyaeva<sup>2</sup>, S.V. Mukhacheva<sup>1</sup>**  
**PATHOMORFOLOGICAL CHANGES IN THE LIVER OF BANK VOLES ALONG THE CHEMICAL**  
**POLLUTION GRADIENT**

<sup>1</sup>Институт экологии растений и животных УрО РАН  
620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202  
Тел.: (343) 210-38-54; факс: (343) 260-82-56; e-mail: [davydova@ipae.uran.ru](mailto:davydova@ipae.uran.ru)

<sup>2</sup>Уральская государственная сельскохозяйственная академия  
620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 42  
Тел.: (343) 371-47-33; факс: (343) 371-03-61; e-mail: [olgagul@mail.ru](mailto:olgagul@mail.ru)

*The micromorphology of the liver of bank voles along the chemical pollution gradient was investigated. Various pathomorphological changes in the liver were revealed in all animals irrespectively of a sex, age and a capture place. Only the fatty degeneration of liver (dystrophy) registered in the animals caught in the impact place can be connected with heavy metals intoxication.*

Многочисленные и важные функции печени млекопитающих определяют её значение для организма как жизненно необходимого органа. Благодаря особенностям структуры и кровоснабжения печень способна к депонированию и обезвреживанию токсикантов. В условиях хронического химического загрязнения (создаваемого, например, выбросами металлургических предприятий) накопление печенью загрязнителей, таких как тяжелые металлы, может достигать критических значений (Milton et al., 2003; Sawicka-Karusta et al., 1987; и др.) и вести к интоксикации, морфологическим свидетельством которой являются гистопатологии. В то же время некоторые авторы указывают, что на ненарушенных территориях патоморфологических изменений в печени не обнаруживается или они незначительны, что позволяет изменения, выявленные на загрязненных территориях, отнести к токсическим эффектам (Wlostowski, Krasowska, 1999; Damek-Poprava, Sawicka-Karusta, 2003, 2004; и др.).

Создается представление, что на загрязненных территориях все гистопатологии животных связаны с химическим воздействием, а на фоновых территориях любые изменения в печеночной ткани отсутствуют. Между тем, очевидно, что печень выполняет свои функции, в том числе, обезвреживающую (например, нейтрализацию ядов, постоянно образующихся в результате обменных реакций организма) и в иных условиях, никак не связанных с загрязнением среды. Известно также, что существует целый спектр гепатопатологий, обусловленных нарушением обмена веществ, инфекциями, паразитами и др., и что на действие различных повреждающих факторов ткань отвечает ограниченным числом реакций.

Сходство свойств печени и почки, заключающееся в способности накапливать и выводить значительные количества химических элементов, а также их чувствительность к действию повреждающих факторов, позволяет рассматривать оба органа в качестве «органов-депо» или «органов-мишеней» (Ершов, Плетнева, 1989). Проведенное нами ранее исследование микроморфологии почки рыжей полевки в градиенте химического загрязнения не выявило различий у животных загрязненных и ненарушенных территорий (Давыдова, Мухачева, 2007). Целью настоящей работы было проведение сравнительного анализа микроморфологии печени животных (на примере рыжей полевки) в градиенте химического загрязнения.

Исследования проводили на территории, прилегающей к Кировградскому медеплавильному комбинату (современное название предприятия – «Производство полиметаллов», филиал ОАО «Уралэлектромедь»), одному из мощных источников химического загрязнения на Среднем Урале. На сегодняшний день длительность воздействия комбината (КМК) на экосистемы составляет более 90 лет. Общая структура выбросов сопоставима с выбросами других медеплавильных предприятий, но в составе общих выбросов преобладает сернистый ангидрид, в составе неорганической пыли среди тяжелых металлов преобладает свинец. Анализ накопления тяжелых металлов в природных депонирующих средах (почвах, лесной подстилке, снеге) позволил рассматривать лесные участки, выбранные для исследований и находящиеся на разном удалении от комбината, в качестве импактных (1.5-3.5 км), буферных (18 км) и фоновых (35 км) (Воробейчик и др., 2006). В качестве объекта исследования выбрана рыжая полевка (*Myodes [Clethrionomys] glareolus* Schreber, 1780) – модельный вид, широко распространенный и часто доминирующий в сообществах мелких млекопитающих.

Отловы животных проводились во второй половине июля 2006 г. одновременно на всех участках, использовали ловушки-плашки и живоловки. У пойманных животных по массе и размерам тела, состоянию тимуса и репродуктивных органов определяли принадлежность к репродуктивно-возрастной группе (перезимовавшие особи, половозрелые и неполовозрелые сеголетки). Для анализа микроморфологии печени готовили гистологические препараты с использованием парафиновой заливки и окрашиванием гематоксилином (по Майеру) и зозином (Роскин, 1951). Для выявления железосодержащего пигмента (гемосидерина) ставили реакцию по Перлеу (Меркулов, 1951). Обследовали печень 46 особей рыжей полевки (таблица).

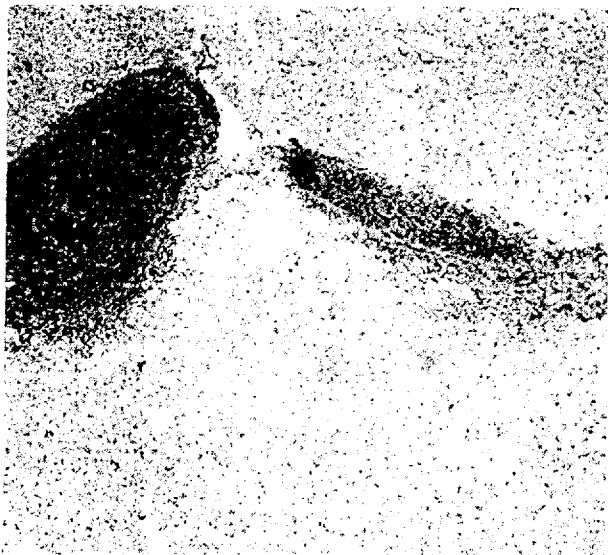
Таблица – Структура исследованного материала (число особей рыжей полевки. Средний Урал, район Кировградского медеплавильного комбината, июль 2006 г.)

Участки отловов	Репродуктивно-возрастные группы животных		
	Перезимовавшие особи	Половозрелые сеголетки	Неполовозрелые сеголетки
Фоновые	6♂	3♂ 4♀	1♀
Буферные	3♂	4♂ 4♀	8♂ 5♀
Импактные	0	5♂ 3♀	0

В печени всех обследованных животных, независимо от пола, возраста и места поимки, обнаружены различные патоморфологические изменения. Преобладают нарушения стромы органа, связанные с микроциркуляцией крови: утолщение стенки сосудов, тромбоз, гемолиз и гемосидероз (Рис. 1), периваскулярный отек, плазморрагия (Рис. 2). Степень проявления этих нарушений связана с репродуктивно-возрастным статусом животного – у неполовозрелых сеголеток наблюдаются начальные стадии патологического процесса, у половозрелых особей (сеголеток и перезимовавших) регистрировали его развитие. В паренхиме печени отмечали разные типы дистрофий.

Все типы нарушений отмечались у полевок из разных местообитаний. Исключением являлась жировая дистрофия, зарегистрированная только у животных с импактных участков (Рис. 3). Во всех случаях в печени отмечены и регенеративные процессы – так, к компенсаторной реакции печеночной ткани, направленной на восстановление ее структуры и функции, можно отнести наличие гипертрофированных гепатоцитов с крупным ядром и/или двуядерных гепатоцитов (Рис. 4).

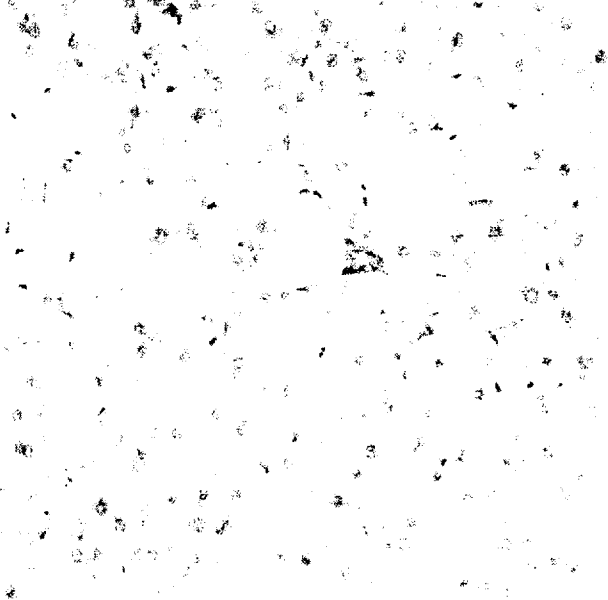
Необходимо отметить, что уровни накопления тяжелых металлов (Cd, Pb, Cu, Zn) в депонирующих средах (почвах, лесной подстилке, снеге) и в органах грызунов (печени, почках, скелете) исследуемого района сопоставимы с приводимыми в литературе (Воробейчик и др., 2006). При использовании идеологии «есть загрязнение – есть гистопатологии, нет загрязнения – нет гистопатологий» это обстоятельство позволяет сравнивать и результаты гистологического анализа органов. Выявленные нами патоморфологические изменения в печени рыжих полевок в целом совпадают с гистопатологиями в печени животных загрязненных территорий, описанными другими авторами: «полиморфизм ядер», «вакуолизация клеток», «дегенерация гепатоцитов», «фиброз» и «повреждение эпителия кровеносных сосудов» (Damek-Poprawa, Sawicka-Karusta, 2004). Отсутствие изменений в печени фоновых животных, возможно, объясняется их возрастом: так, в цитируемой нами работе средний возраст обследованных зверьков фоновых местообитаний составлял 3 месяца. Учитывая время их поимки (сентябрь, октябрь), авторы исследовали печень у неполовозрелых сеголеток – группы, характеризующейся низким уровнем метаболизма и общей резистентностью к широкому спектру неблагоприятных воздействий (Олснев, 2002). В то же время в группе животных загрязненных территорий были и взрослые особи (9 мес.).



**Рис. 1.** Печень рыжей полевки с фонового участка: гемолиз, внутрисосудистый гемосидероз, околососудистый воспалительный инфильтрат (окраска гематоксилином – эозином; x200).



**Рис. 2.** Печень рыжей полевки с фонового участка: сосудистая плазморрагия (окраска гематоксилином – эозином; x200).



**Рис. 3.** Печень рыжей полевки с импактного участка: жировая дистрофия гепатоцитов (окраска гематоксилином – эозином; x400).



**Рис. 4.** Печень рыжей полевки с фонового участка: двуядерные гепатоциты (окраска гематоксилином – эозином; x400).

По нашим данным, в отличие от фоновых и буферных участков, на импактных территориях преобладают половозрелые сеголетки. Структура исследованного нами материала (таблица) объективно отражает особенности демографической структуры популяции рыжей полевки в градиенте химического загрязнения: население импактных участков представлено, в основном, половозрелыми сеголетками, тогда как на буферных и фоновых территориях наблюдается полный возрастной спектр популяции. Причина бедности возрастного спектра населения импактных участков может быть в более быстрой элиминации (высокой смертности) перезимовавших особей и, практически, 100% созревании сеголеток (Мухачева, Безель, 1995). Особенности демографической структуры, в свою очередь, рассматриваются как реакция населения грызунов на химическое загрязнение на популяционно-ценотическом уровне (Безель, 2006).

Патоморфологические изменения в микроциркуляторном русле печени, наиболее выраженные у перезимовавших особей и половозрелых сеголеток, можно объяснить их свойством накапливаться с возрастом и изменением функционального статуса. На основании экспериментальных данных обнаружение жировой дистрофии в печени половозрелых сеголеток импактных участков можно с известной осторожностью интерпретировать как свидетельство (свинцовой?) интоксикации.

Патоморфологические изменения в печени животных природных популяций, по-видимому, можно использовать для оценки реакции животных на токсическую нагрузку, однако при этом следует учитывать, что

связь между уровнем накопления токсикантов и наличием патоморфологических изменений в печени не может быть однозначной (из-за индивидуальных особенностей, скорости защитных реакций и др.). Выполняя обезвреживающую функцию в отношении организма, сама печень уязвима и отвечает на повреждающие факторы различного генеза гистопатологиями и компенсаторно-приспособительными реакциями. Кроме того, для адекватной оценки реакции мелких млекопитающих на химическое загрязнение на органно-тканевом уровне необходимо из регистрируемых патоморфологических изменений дифференцировать (по качественным и/или количественным признакам) те, которые непосредственно связаны с интоксикацией организма тяжелыми металлами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безель В.С. Экологическая токсикология: популяционный и биоценотический аспекты / Под. ред. Е.Л. Воробейчика. Екатеринбург: Изд-во «Голицынский», 2006. 280 с.
2. Воробейчик Е.Л., Давыдова Ю.А., Кайгородова С.Ю., Мухачева С.В. Исследование мелких млекопитающих Висимского заповедника: вклад в популяционную экотоксикологию? // Экологические исследования в Висимском биосферном заповеднике. Материалы научной конференции, посвященной 35-летию Висимского заповедника. Екатеринбург: Сред.-Урал. кн. Изд-во. Новое время, 2006. С. 108-129.
3. Давыдова Ю.А., Мухачева С.В. Микроморфология почки рыжей полевки, обитающей в градиенте химического загрязнения среды // Млекопитающие горных территорий (Нальчик, 13-18 августа 2007 г.). Материалы международной конференции. М.: Т-во научных изданий КМК, 2007. С. 95-100.
4. Ершов Ю.А., Плетнева Т.В. Механизмы токсического действия неорганических соединений. М.: Медицина, 1989. 272 с.
5. Меркулов Г.А. Краткий курс патологистологической техники. Л.: Медгиз, 1951. 184 с.
6. Мухачева С.В., Безель В.С. Уровни токсических элементов и функциональная структура популяций мелких млекопитающих в условиях техногенного загрязнения (на примере рыжей полевки) // Экология. 1995. № 3. С. 237-240.
7. Оленев Г.В. Альтернативные типы онтогенеза цикломорфных грызунов и их роль в популяционной динамике (экологический анализ) // Экология. 2002. № 5. С. 341-350.
8. Роскин Г.И. Микроскопическая техника. М.: Советская наука, 1951. 447 с.
9. Damek-Poprawa M., Sawicka-Kapusta K. Damage to the liver, kidney, and testis with reference to burden of heavy metals in yellow-necked mice from areas around steelworks and zinc smelters in Poland. // Environ. Res. 2003. Vol. 186. P. 72-78.
10. Damek-Poprawa M., Sawicka-Kapusta K. Histopathological changes in the liver, kidneys, and testes of bank voles environmentally exposed to heavy metal emissions from the steelworks and zinc smelter in Poland // Environ. Res. 2004. Vol. 96. P. 1-10.
11. Milton A., Cook J.A., Johnson M.S. Accumulation of lead, zinc and cadmium in a wild population of *Clethrionomys glareolus* // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2003. Vol. 44. P. 405-411.
12. Sawicka-Kapusta K., Gorecki A., Lange R. Heavy Metals in rodents from polluted forests in Southern Poland // Ecol. Pol. 1987. Vol. 35, N 2. P. 345-354.
13. Wlostowski T., Krasowska A. Subcellular distribution of metallothionein and cadmium in the liver and kidneys of bank voles exposed to dietary cadmium // Bio Metals. 1999. Vol. 12. P. 173-179.

УДК [574.64 : 597.08 : 627.8]

Н.Ю. Евтушенко<sup>1</sup>, Ю.М. Сытник<sup>2</sup>

#### СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ РЫБЫ ОЗЕРА БЕЛОЕ

N.Yu. Yevtushenko, Yu.M. Sytnik

#### CONTENT OF HEAVY METALS IN ORGANS AND TISSUES OF FISH OF LAKE BELOYE

<sup>1</sup> Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,  
03041, Украина, г. Киев, ул. Героев обороны, 17, учебный корпус 1;  
тел.: (380 44) 527-83-10; e-mail: n\_yevtushenko@ukr.net

<sup>2</sup> Институт гидробиологии НАН Украины  
04210, Украина, г. Киев, проспект Героев Сталинграда, 12  
тел.: (380 44) 418-35-65; факс 418-22-32; e-mail: tu\_sytnyk@mail.ru, sytnik\_yu@ukr.net

*It is the first time when the research of result of the content of heavy metals in different species of fish of lake Beyoe (Moscow region, Russia) are presented. Considerable polymetallic pollution of different species of fish is shown.*

В результате производственных процессов во внешнюю среду выбрасывается большое количество отходов, содержащих различные соединения тяжелых металлов (ТМ), являющиеся токсичными для всех живых организмов. ТМ при попадании в экосистему вступают в круговорот и постоянно перераспределяются по компонентам. Следует подчеркнуть, что сведения о состоянии и содержании ТМ, как токсических веществ

Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігі  
Семей мемлекеттік педагогикалық институты  
РФА В.И. Вернадский атындағы геохимия және аналитикалық химия институты  
М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті  
Ө.О. Оспанов атындағы топырақтану және агрохимия қазақ ғылыми-зерттеу институты  
РФА СБ топырақтану және агрохимия институты  
ҚР ҰАО радиациялық қауіпсіздік және экология институты

---

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Семипалатинский государственный педагогический институт  
Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова  
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН  
Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК

---

The ministry of science and education of the republic of Kazakhstan  
Semey State Pedagogical Institute  
The Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry after V.I. Vernadsky of RAS,  
The Moscow State University after M.V. Lomonosov  
Kazak scientific-research institute for soil-study and agrochemistry after U.U. Uspanov  
The Institute of Soil Study and Agrochemistry of SB of RAS  
Institute radiation security and ecology attached to National Nuclear Center  
of the Republic of Kazakhstan



# **МАТЕРИАЛДАРЫ МАТЕРИАЛЫ MATERIALS**

**«ҚОРШАҒАН ОРТАДАҒЫ АУЫР МЕТАЛДАР ЖӘНЕ РАДИОНУКЛИДТЕР»**  
VI халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы

VI Международная научно-практическая конференция  
**«ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И РАДИОНУКЛИДЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ»**

the VI International Scientific-Practical Conference  
**«HEAVY METALS AND RADIONUCLIDES IN THE ENVIRONMENT»**

---

# **ТОМ 2**

---

Семей Казахстан  
Semey Kazakhstan  
2010

УДК 577  
ББК 28.080

**Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде.** Материалы VI-международной научно-практической конференции. Семипалатинский государственный педагогический институт, 4-7 февраля 2010 года. Т. II. Семей, 2010 г. 415 с. ISBN 978-601-7044-48-0

В сборник, состоящий из 2 томов, включено 223 доклада пленарного и секционных заседаний конференции, отражающих биогеохимические проблемы тяжелых металлов, моделирование процессов миграции и аккумуляции в естественных и техногенных ландшафтах, физиолого-биохимические аспекты метаболизма и участия их в эколого-трофических системах, источники поступления в природные компоненты, экологическое нормирование нагрузок и организация мониторинга среды обитания. Освещаются новые методы определения тяжелых металлов и радионуклидов в природных объектах, реабилитация почвенного покрова и природных вод, загрязненных ими, биоиндикационные методы оценки состояния естественных и техногенных ландшафтов и проблемы тяжелых металлов и радионуклидов в контексте вузовского образования.

Материалы рассчитаны на специалистов, работающих в области охраны окружающей среды, биогеохимиков, экологов, гидрохимиков, биологов, почвоведов, научных работников, преподавателей, магистрантов и студентов учебных заведений.

ББК 28.080

**Главный редактор**  
*доктор исторических наук, профессор, академик М.Г. Ескендиоров*  
**Научный редактор**  
*доктор биологических наук, профессор, академик М.С. Панин*

**Редакционная коллегия:**

д.л.-м.н., профессор Алексеенко В.А. (г. Новороссийск)  
д.б.н., профессор Безель В.С. (г. Екатеринбург)  
д.б.н., профессор Ермаков В.В. (г. Москва)  
доктор, профессор Кабата-Пендиас А. (Польша)  
д.ф.-м.н., профессор Куценогий К.П. (г. Новосибирск)  
директор ИРБЭ НЯЦ РК Лукашенко С.Н. (г. Курчатов)  
д.б.н., профессор Мотузова Г.В. (г. Москва)  
д.г.-м.н., профессор Рихванов Л.П. (г. Томск)  
д.с.-х.н., профессор Сапаров А.С. (г. Алматы)  
д.б.н., профессор Сысо А.И. (г. Новосибирск)

© Семипалатинский государственный педагогический институт, 2010

UDK 577  
ББК 28.080.3

**Heavy metals and radionuclides in the environment.** Materials of the VI International Scientific-Practical Conference. Semipalatinsk State Pedagogical Institute, 4-7<sup>th</sup> February 2010. T. I. Semey, 2010. 415 p. ISBN 978-601-7044-48-0

To the collection, consisting of 2 chapters, are included more 223 reports of plenary and sectional meetings of the conference, reflecting biogeochemical problems of heavy metals, modeling of processes of their migration and accumulation in natural and technogenic landscapes; physiology-biochemical aspects of metabolism and the participation of heavy metals and radio nuclides in ecology-trophic systems; the sources of entering of heavy metals and radio nuclides to the natural components, ecological regulation of their loadings and the organization of environment monitoring; (There are shown) new methods of defining of heavy metals and radio nuclides in the natural objects; rehabilitation of top-soil and natural water polluted by heavy metals and radio nuclides; bio-indicational methods of evaluation the condition of natural and technogenic landscapes, the problems of heavy metals and radio nuclides in the context of education of higher educational establishments.

The materials are made for the specialists, who work in the sphere of protection of environment, biogeochemists, ecologists, hydrochemists, biologists, pedologists, scientists, teachers and students of educational institutions.

ББК 28.080.3

**Scientific editor**  
**Doctor of historical sciences, professor M.G. Yeskendiroy**

**Science editor**  
**Doctor of biological sciences, professor M.S. Panin**

**Editorial board:**

d.g.-m.s., professor Alekseenko V.V. (Novorossiysk)  
d.b.s., professor Bezel V.S. (Yekaterinburg)  
d.b.s., professor Ermakov V.V. (Moscow)  
doctor, professor Kabata-Pendias A. (Poland)  
d.ph-m.s., professor Koutsenogii K.P. (Novosibirsk)  
director the Institute of radiational security and ecology Lukashenko S.N. (Kurchatov)  
d.b.s., professor Motuzova G.V. (Moscow)  
d.g. m.n., professor Rihvanov L.P. (Tomsk)  
d.b.s., professor Syso A.I. (Novosibirsk)  
director of Kazakh scientific-research institute for soil-study and agrochemistry after U.U. Usanov Saparov A.S. (Almaty)

© Semipalatinsk state pedagogical institute, 2010