

№ 706

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ СТАЛИ и СПЛАВОВ  
Технологический университет



**МИСиС**

Кафедра теплофизики и экологии металлургического производства

**Т. В. Черненкова, А.М. Степанов**

## **ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Раздел: Воздействие тяжелых металлов  
на растительные сообщества*

**Курс лекций**

для студентов специальностей 3301, 3302

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом института в качестве учебного пособия

МОСКВА 2001

УДК 504.7.05

Ч 49

**Ч 49 Т. В. Черненкова, А.М. Степанов.** Общая экология. Природопользование. Раздел: Воздействие тяжелых металлов на растительные сообщества: Курс лекций – М: МИСиС, 2001. – 53с.

В курсе лекций содержится обзорный материал по естественным и антропогенным источникам тяжелых металлов в биосфере, а также оригинальные данные по реакции растительности на атмосферные выбросы металлургических предприятий. Приведенные результаты по оценке воздействия загрязняющих веществ на лесные сообщества дают базовое представление о процессах их деградации.

Пособие предназначено для студентов специальностей 3301 и 3302.

© Московский государственный  
институт стали и сплавов  
(Технологический университет)  
(МИСиС), 2001

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. Естественные и антропогенные источники тяжелых металлов в биосфере .....	6
2. Реакция лесных сообществ на избыточное содержание тяжелых металлов в окружающей среде .....	19
2.1. Объекты исследования .....	20
2.2. Методы исследования .....	20
2.3. Оценка трансформации лесных сообществ в окрестностях металлургических комбинатов .....	31
ВЫВОДЫ .....	44
ЛИТЕРАТУРА .....	48

# ВВЕДЕНИЕ

В ряду важнейших экологических проблем, связанных с преобразованием поверхности Земли в результате антропогенной деятельности, стоит проблема предотвращения деградации лесных массивов в результате химического загрязнения атмосферы. На глобальном уровне, в пределах стран и целых континентов причиной повреждения лесов являются “кислотные дожди”<sup>1</sup>, вызывающие снижение жизненного состояния древесных пород, сокращение видового разнообразия флоры и фауны, ухудшение плодородия почв. На импактном уровне (зона максимального воздействия), в окрестностях локальных источников загрязнения повреждение экосистем проявляется более резко, вплоть до полной деградации природных комплексов и формирования “антропогенной пустыни”.

Тяжелые металлы, входящие в группу основных типов загрязняющих веществ, представляют наибольшую опасность из-за высокой токсичности их избыточных количеств, пролонгированности и практической не выводимости из системы: почва – растения – животные – человек. Тяжелыми металлами называются цветные металлы с плотностью, большей чем у железа: Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg. Понятие «микроэлементы» более широкое и отражает в своем определении в основном биологический аспект. Они определяются как группа химических элементов, содержащихся в организмах в низких концентрациях (обычно тысячные доли процента и ниже), и необходимых для нормальной жизнедеятельности живых объектов. Насчитывают свыше 30 металлов и неметаллов. Таким образом, понятие «тяжелые металлы» является более узкими, чем понятие «микроэлементы».

В данной работе мы будем использовать в разных аспектах как термин «тяжелые металлы», так и термин «микроэлементы». Значение микроэлементов в жизни живых организмов и в частности растений, достаточно известно – это их участие в важнейших биохимических процессах фотосинтеза, образования органо-минеральных соединений, дыхания, трансформации вещества и т.д. Как недостаток, так и избыток микроэлементов в почвах приводит к различным

---

<sup>1</sup> “Кислотные дожди” имеют  $\text{pH} \leq 5,0$ . Кислотность осадков обусловлена повышенным содержанием  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  и различных органических кислот в среднем до 60, 34 и 6%, соответственно [45]. Кислотность может быть повышена металлами, играющими роль катализаторов. Термин “кислотные дожди” традиционно употребляется также в случае общего загрязнения воздуха.

отклонениям в развитии растений [19]. Таким образом, с одной стороны загрязнение среды устраняет ограничение в потреблении растениями необходимых металлов, а с другой – при повышенном поступлении металлов могут быть достигнуты токсические уровни.

Понятие “токсичность” в экологическом контексте относится к химическому влиянию веществ, которые понижают жизнедеятельность видов и популяции, а также изменяют взаимоотношения между популяциями. Главный интерес при изучении токсичности традиционно был сконцентрирован на возможном летальном эффекте. Однако для того чтобы понять долговременные последствия загрязнения экосистем, важно определить и сублетальные эффекты. Их различают по следующим признакам: морфологическим изменениям; скорости роста организма и репродуктивной скорости; изменению способности эффективно конкурировать с другими организмами, генетическим модификациям и т.д.

В настоящее время инструментальные методы определения химического состава среды достаточно развиты и применяются особенно успешно при работе с такими компонентами биосферы, как атмосферный воздух, воды, снег. Однако при анализе изменения биологических объектов использование лишь аналитических методов не достаточно, так как состояние живых организмов и целых сообществ не всегда адекватно уровню загрязнения среды, к тому же оно варьирует у различных таксонов. Поэтому только средствами биологического мониторинга может быть получена ответная реакция живых организмов на изменение среды обитания, в данном случае на изменение ее химического состава. Мы разделяем мнение Х.Х.Трасса [35] выделяющего следующие три преимущества экологического (биологического) мониторинга по сравнению с физико-химическими методами исследования:

- не требует дорогостоящего оборудования;
- позволяет получить интегральные оценки;
- дает возможность характеризовать большие территории.

В данном пособии обобщены различные методы биомониторинга растительных сообществ, подверженных техногенной нагрузки, и предложен собственный подход к изучению растительных систем, находящихся в условиях экстремального химического воздействия, основанный на получении комплексных количественных данных, характеризующих степень деградации растительных сообществ с учетом ценотических связей различных групп растений.

Данная работа выполнена при поддержке научно-технической программы “Биоразнообразие” (2.20.06).