

Абеля); аксиому существования матрицы – экспоненты $X = e^{At}$ (где A – постоянная матрица) в виде $X = A X$; ... и т. д., то получим матричный аналог теории элементарных функций, реализуемой в системе Matlab, насчитывающей таких функций около трёхсот. Для вычислений e^{At} задаётся матричным рядом $E + (At)/1! + (At)^2/2! + \dots$, сходящимся для любых At (аналог скалярной целой функции [2]). Аналогичным образом вычисляются $\sin A$, $\cos A$, $\operatorname{sh} A$, $\operatorname{ch} A$, ... и т.д. Но $\cos A$ и $\sin A$ можно вычислить и другим способом, поскольку $e^{iA} = \cos A + i \sin A$, то вещественная часть этого равенства даст $\cos A$, а мнимая даст $\sin A$. Берём в качестве примера матрицу A размерности 2×2 , первая строка которой 1, 2, а вторая строка 3, 4, что на языке Matlab запишется в виде:

```
>> A = [ 1 2 ; 3 4 ] ;
```

Затем для рассматриваемого случая вычисляем e^{At} :

```
>> expm (i * A),
```

что приводит к ответу

```
ans = 0.8554 - 0.4656 i - 0.1109 - 0.1484 i  
- 0.1663 - 0.2226 i 0.6891 - 0.6882 i
```

Вычисляя вещественную $B = \operatorname{real}(\operatorname{ans})$ и мнимую части $C = \operatorname{imag}(\operatorname{ans})$, найдём, что тождество $\sin^2 A + \cos^2 A = E$ выполняется с точностью до четырёх знаков после запятой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Тарушкин В.Т., Тарушкин П.В., Тарушкина Л.Т., Юрков А.В. Элементарная теория групп в системе Deductio. VI общероссийская научная конференция “Перспективы развития вузовской науки”, г. Сочи, 21 – 23 сентября 2009 г. (в печати).

2. Смирнов В.И. Курс высшей математики, т. 3, ч. 2 – М.: ГИТТЛ, 1951. – 676 с.

3. Дьяконов В. Matlab 6. – М.: ПИТЕР, 2001. – 592с.

Экологический мониторинг

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ КАРАГАНДИНСКОЙ И ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ержанов Е.Т.

*Карагандинский государственный университет
им. Е.А. Букетова
Караганда, Казахстан*

Пожары в сосняках бывают низовые, беглые и верховые. Низовой пожар не оказывает особого влияния на энтомоустойчивость насаждений. Иногда при слабых пожарах энтомоустойчивость даже несколько повышается по сравнению с контролем. Только при пожарах, когда высота нагара на стволе достигает 3 м, резко снижается устойчивость насаждения как к хвоегрызущим, так и к стволовым вредителям. Сосновые гари с большим количеством мертвых и сильно ослабленных древесных растений становятся очагами распространения целого ряда опасных вредителей леса. Здесь при наличии богатой кормовой базы успешно развиваются и размножаются чёрный сосновый усач, синяя сосновая златка, фиолетовый рогохвост, сосновый жердняковый долгоносик.

Особо сильные повреждения наносят пожары молоднякам. Повреждения пожаром ведут за собой гибель деревьев или их ослабление. В последнем случае деревья быстро заселяются грибами и насекомыми, в результате чего они болеют или погибают. Усыхание древостоев наблюдается в течении 5 лет, на третий год после пожара погибает 8% сосен в насаждениях, на четвёртый год – 5,1%, на пятый – 4%. Выделение смолы из ран у сосен значительно замедляет за-

ражение её вредителями и возбудителями болезней.

При устойчивом низовом пожаре в средневозрастных и спелых сосняках происходит ожог корневых лап и корневой шейки деревьев, подсушка луба и просмоление водопроводящих сосудов, что приводит к нарушению водоснабжения кроны.

В результате наших исследований выявлен 31 вид насекомых дендрофагов, вредящих разным органам сосны. По видовому богатству преобладают ксилофаги (20 видов), затем филофаги (14 видов), карпофаги и ризофаги представлены соответственно 2 и 4 видами. По степени хозяйственной значимости имеются 7 видов, массовое размножение которых может привести к полному или частичному усыханию сосны. Больше половины видов составляют специализированные к питанию на сосне монофаги и узкие олигофаги.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ (МЕДИ, ЦИНКА И СВИНЦА) В РАСТЕНИЯХ УРБОЛАНДШАФТОВ Г. АРХАНГЕЛЬСКА

Попова Л.Ф., Никитина М.В.

*Поморский государственный университет
имени М.В. Ломоносова*

Растительность является важнейшим компонентом биогеоценоза, обеспечивающим жизнедеятельность других биотических компонентов. Изменения растительности под действием различных факторов внешней среды влияют на состояние биогеоценоза в целом и, вследствие этого, могут использоваться в качестве диагностических признаков. В значительной степени экологи-

ческие проблемы, вызванные деятельностью человека, обусловлены включением в миграционные потоки всех основных цепей техногенных токсикантов, в том числе и тяжёлых металлов (ТМ). Потребляя металлы из окружающей среды, растительные организмы участвуют в их миграции и тем самым осуществляют свою геохимическую функцию.

На базе лаборатории биогеохимических исследований Поморского государственного университета было исследовано содержание тяжёлых металлов в растениях, произрастающих в селитебном, промышленном и луговом ландшафтах г. Архангельска. Для выявления зависимости их накопления в условиях городской среды нами изучено содержание меди, цинка и свинца в от-

дельных органах (корни, листья, ветви, кора) древесных растений, надземных органах и корнях разнотравья.

По меди на всех ландшафтах превышения ПДК для разнотравья не отмечается (табл. 1). Для свинца в промышленном ландшафте превышение ПДК наблюдается на 43% пробных площадей (ПП) (1,1 – 2)ПДК, в селитебном на 60% ПП (1,4 – 2,7) ПДК. Антропогенным источником свинца в этом ландшафте долгое время являлся автотранспорт. Для цинка отмечается превышение ПДК в 1,2 раза на 1 ПП в селитебном ландшафте, что может быть объяснено его поступлением из строительного мусора. Для растений лугового ландшафта превышения содержания ТМ не отмечается.

Таблица 1.

Содержание ТМ (мг/кг) в разнотравье урбандиафтов г. Архангельска

ландшафт	Органы растений	медь	цинк	свинец
промышленный	Надземн.	$\frac{3,4-11,8}{6,4}$	$\frac{21,1-62,4}{36,3}$	$\frac{0,2-0,8}{0,5}$
	Подземн.	$\frac{8,3-14,9}{11,3}$	$\frac{40,6-75,1}{59,3}$	$\frac{2,3-10,0}{4,7}$
	Среднее	9,0	45,0	2,7
	Кк	0,2	0,3	0,5
селитебный	Надземн.	$\frac{4,4-10,5}{6,6}$	$\frac{38,9-83,6}{45,9}$	$\frac{0,7-1,2}{0,9}$
	Подземн.	$\frac{5,2-21,7}{11,3}$	$\frac{84,9-158,5}{128,4}$	$\frac{4,3-13,8}{8,7}$
	Среднее	8,9	87,2	5,0
	Кк	0,2	0,6	1
луговой	Надземн.	$\frac{4,5-5,5}{5,0}$	$\frac{21,6-35,9}{26,7}$	$\frac{0,1-1,0}{0,4}$
	Подземн.	$\frac{5,9-8,7}{7,0}$	$\frac{57,3-85,1}{67,1}$	$\frac{0,9-4,6}{2,7}$
	среднее	6,0	45,1	1,4
	Кк	0,1	0,3	0,3
ПДК [2]		50	150	5

В древесных растениях, произрастающих как в промышленном, так и селитебном ландшафтах превышения ПДК для меди и свинца, не отмечается (табл. 2).

Превышение ПДК по цинку в селитебном ландшафте не выявлено, но в промышленном ландшафте отмечается превышение (1,5 – 6,7)ПДК на 71% ПП. Фитотоксичный уровень содержания (более 400,0 мг/кг) отмечается для растений, произрастающих на 1 ПП промышленного ландшафта, где интенсивно ведётся строительство. Другим источником цинка в данном ландшафте может служить автотранспорт.

Для оценки депонирующих свойств корня был рассчитан коэффициент задержки: $K_z = \frac{C_k}{C_c}$, где C_k – содержание элемента в корне, C_c – содержание в надземных органах (табл. 3).

Для разнотравья этот коэффициент на всех типах ландшафтов больше 1, что указывает на депонирующую роль корня относительно тяжёлых металлов. Особенно высок он для свинца, что объясняется наличием хорошо действующей в растениях системы инактивации элемента, проникающего в корневую систему. В условиях высокой антропогенной нагрузки у растений корни начинают выполнять защитную функцию и депонируют излишние количества этого элемента.

Таблица 2.

Содержание ТМ в древесных растениях урболов ландшафтов г. Архангельска				
ландшафт	Органы деревьев	медь	цинк	свинец
промышленный	ветви	$\frac{3,6-8,1}{6,1}$	$\frac{171,8-337,6}{220,9}$	$\frac{0,3-1,5}{0,4}$
	кора	$\frac{2,0-5,5}{3,1}$	$\frac{41,7-945,6}{348,6}$	$\frac{0,3-32,8}{2,4}$
	корни	$\frac{2,8-8,9}{5,5}$	$\frac{55,4-171,1}{112,5}$	$\frac{0,7-7,7}{2,0}$
	листья	$\frac{5,5-13,4}{8,3}$	$\frac{59,4-485,1}{248,1}$	$\frac{0,3-1,2}{0,7}$
	среднее	6,3	178,8	2,8
	Кк	0,12	1,2	0,6
селитебный	ветви	$\frac{0,5-0,8}{7,5}$	$\frac{32,7-142,3}{82,4}$	$\frac{0,5-0,8}{0,6}$
	кора	$\frac{2,0-5,9}{3,4}$	$\frac{22,2-233,2}{113,3}$	$\frac{1,1-2,8}{1,7}$
	корни	$\frac{4,2-5,5}{5,1}$	$\frac{0,5-0,8}{7,5}$	$\frac{0,6-2,5}{1,4}$
	листья	$\frac{4,3-8,3}{6,1}$	$\frac{35,5-186,7}{102,7}$	$\frac{0,4-1,3}{0,9}$
	Среднее	4,6	83,8	1,1
	Кк	0,1	0,6	0,2
ПДК [2]		50	150	5

Таблица 3.

Значение коэффициента задержки (Кз) для разнотравья и древесных растений

Ландшафт	Древесные растения			Разнотравье		
	медь	цинк	свинец	медь	цинк	свинец
Луговой				2,0	1,7	9,9
Селитебный	1,1	1	0,7	1,9	3,1	12,1
Промышленный	1,1	0,6	1,9	1,4	2,5	15,2

Для древесных растений в накоплении свинца существенную роль выполняет не только корневая система, но и кора. Однако необходимо учитывать поверхностное аэротехногенное загрязнение, так как исследуемые образцы не отмывались. Аккумулирующая способность по отношению к данному металлу у органов исследуемых древесных видов в промышленном ландшафте снижается в ряду: кора \approx корни > листья > ветви. Для селитебного ландшафта характерно аналогичное расположение: кора > корни > листья > ветви.

Для древесных растений Кз относительно меди \approx 1. Аккумулирующая способность по отношению к данному металлу у органов исследуемых растений в селитебном ландшафте снижается в ряду: ветви > листья > корни > кора. Для промышленного ландшафта характерно следующее накопление: листья > ветви > корни > кора. Это может быть обусловлено значительным аэротехногенным загрязнением листьев растений, произрастающих в промышленном ландшафте.

Для цинка Кз меньше 1, особенно это проявляется для растений, произрастающих в промышленном ландшафте. Аккумулирующая способность по отношению к цинку у органов исследуемых древесных видов в селитебном ландшафте снижается в ряду: корни > кора > листья > ветви. Для промышленного ландшафта характерно следующее расположение: кора > листья > ветви > корни. Аномально высокие концентрации цинка в промышленном ландшафте, вероятно, привели к перераспределению его содержания по всему растению, и в условиях высокой техногенной нагрузки аккумуляция цинка происходит не в корнях, а в наземных органах растений.

Специфика загрязнения исследуемых ландшафтов выявляется корреляционной зависимостью содержания металлов в однолетних растениях. Средними корреляционными связями ($r = 0,6 - 0,8$) [1] обладают Cu - Zn в промышленном и селитебном ландшафтах. Для лугового ландшафта выделяется группа Zn - Pb с сильными корреляционными связями ($r > 0,8$), что, по-видимому,

имеет естественный характер. Для древесных растений всех исследуемых ландшафтов зависимости не обнаруживается.

Таблица 4.

Значение коэффициентов корреляции (r) для разнотравья

	промышленный		селитебный		луговой	
	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn	Pb
Cu	+0,70	+0,54	+0,72	+0,60	+0,30	+0,32
Zn	-	+0,63	-	+0,57	-	+0,81

Таким образом, под воздействием антропогенных факторов в городских условиях диапазон поглощения тяжелых металлов может меняться, приводя к изменению защитных функций отдельных органов растений и миграции поллютантов в биогеоценозе в целом.

Исследования поддержаны грантом РФФИ-Север 08-0498808

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Уфимцева М.Д. Фитоиндикация экологического состояния урбоэкосистем Санкт-Петербурга. – СПб.: Наука, 2005. – 339 с.
2. Черных Н.А. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере: Монография. М.: Изд-во РУДН, 2003. – 560 с.

ЭКОЛОГИЯ: ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ОКРУЖЕНИЕ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ

Чиженкова Р.А.

*Институт биофизики клетки РАН
Пуццоно Московской области, Россия*

Повсеместное распространение техногенных электромагнитных полей широкого диапазона частоты и интенсивности привело к "электромагнитному загрязнению" внешней среды и создало новые условия жизни, что породило ряд новых экологических проблем. Основными из них являются: (1) воздействия данных физических факторов на здоровье человека и (2) их функционального влияния на деятельность головного мозга. Первая из указанных проблем вполне осознан-

на в современном обществе, вторая пока скрыта от глаз стороннего наблюдателя.

Проведенное нами рассмотрение литературных сведений на основе базы данных Medline за последние 30 лет показало, что лидируют исследования в области прикладных аспектов биологического действия электромагнитных полей (дозиметрических и гигиенических). Фундаментальным исследованиям деятельности мозга в электромагнитных полях уделяется более, чем скромное внимание. В частности, существуют лишь единичные работы, по анализу влияния данных физических факторов на деятельность нейронов мозга, причем наши исследования в этом направлении являются приоритетными.

Нами было установлено, что низкоинтенсивное электромагнитное облучение при коротких экспозициях в малой степени отражается на частоте нейронной активности, однако вызывает кардинальные перестройки в рисунке импульсных потоков центральных нейронов, приводящие к изменениям в кодировании информации и детекции параметров сигнала.

Таким образом, при внешней относительной стабильности усредненных показателей частоты импульсации корковых нейронов в результате облучения происходят существенные изменения интегративных функций в нейронных популяциях коры. Благополучное состояние здоровья при низкоинтенсивных кратковременных электромагнитных воздействиях не исключает возможность неправильных решений и неадекватного поведения в критических ситуациях.