



МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ:
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ**

Новосибирск, 2013 г.

УДК 50

ББК 20

Е 86

Е 86 «Естественные и математические науки: актуальные вопросы и тенденции развития»: материалы международной заочной научно-практической конференции. (04 февраля 2013 г.) — Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. — 93 с.

ISBN 978-5-4379-0214-1

Сборник трудов международной заочной научно-практической конференции «Естественные и математические науки: актуальные вопросы и тенденции развития» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современных естественных наук.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития естественных наук.

Рецензенты:

- канд. физ.-мат. наук Зеленская Татьяна Евгеньевна
- канд. биол. наук Харченко Виктория Евгеньевна;
- канд. с.-х. наук Яковишина Татьяна Федоровна

ISBN 978-5-4379-0214-1

ББК 20

© НП «СибАК», 2013 г.

Оглавление	
Секция 1. Математика	6
1.1. Математическая логика, алгебра и теория чисел	6
РАССМОТРЕНИЕ ГРАФА В МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТАХ В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТА	6
Ежова Марина Алексеевна Пастухова Галина Витальевна	
Секция 2. Информационные технологии	12
2.1. Системный анализ, управление и обработка информации	12
НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОДНЫХ СРЕДАХ	12
Шейнкман Леонид Элярдович Дергунов Дмитрий Викторович	
2.2. Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей	19
МУЛЬТИМЕДИА И «ОБЛАЧНЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ КАК СОВРЕМЕННЫЙ РЕСУРС ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ЖЕТЫСУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. И. ЖАНСУГУРОВА	19
Сулейменова Айнур Алтаевна Мамедова Эльмина Ядигаровна Тукенова Наталья Иембергеновна	

Секция 3. Физика	25
3.1. Механика деформируемого твердого тела	25
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДНООСНООРИЕНТИРОВАННОГО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА	25
Рымкевич Павел Павлович	
Головина Виктория Владимировна	
Романова Алла Александровна	
Коцкович Владимир Богданович	
3.2. Радиофизика	38
ЭФФЕКТ ВЫНУЖДЕННОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ В БЛИЖНЕПОЛЕВОМ МИКРОВОЛНОВОМ СКАНИРУЮЩЕМ МИКРОСКОПЕ С АКТИВНЫМ ЗОНДОМ ГЕНЕРАЦИОННОГО ТИПА	38
Гайдай Юрий Алексеевич	
Сидоренко Владимир Семенович	
Синькевич Олег Владимирович	
Секция 4. Биология	44
4.1. Медицинская биология	44
ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЧЁЛ В УСЛОВИЯХ ДИСКРЕТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМП ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ	44
Петров Владимир Александрович	
Хомутов Александр Евгеньевич	
4.2. Физиология	51
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО- ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ КРЫС ПРИ ИНГАЛЯЦИИ ПРЕПАРАТА «АПИНГАЛИН» НА ФОНЕ АДРЕНАЛОВОГО ОТЕКА ЛЕГКИХ	51
Копылова Светлана Вячеславовна	
Старателева Юлия Андреевна	

СТРУКТУРА ПИТАНИЯ УЧАЩИХСЯ СЕЛЬСКИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ НА ЮГЕ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН Курбанов Шониёз Курбанович Рахматуллаев Ёркин Шокирович Курбанов Абдулазиз Шониёзович Каримов Олим Расулович	57
4.3. Экология и природопользование	66
ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП Густинович Олеся Николаевна Терещенко Дмитрий Геннадиевич Избранова Светлана Иосифовна	66
Секция 5. Химия	70
5.1. Высокмолекулярные соединения	70
ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ АМИН-, АМИД- ИЛИ КАРБОКСИДСОДЕРЖАЩИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП И КОНФОРМАЦИИ МАКРОМОЛЕКУЛЫ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ПОЧВ Асанов Аманкайт Темиртаева Айдана Жакыповна	70
5.2. Медицинская химия	79
ЗАВИСИМОСТЬ УРОВНЯ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ 4-АРИЛАМИНОПИРИМИДИНОВ ОТ ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ ИХ МОЛЕКУЛ Ёркин Андрей Викторови	79
5.3. Неорганическая химия	84
ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ В СУЛЬФАТНЫХ РАСТВОРАХ, СОДЕРЖАЩИХ ХРОМ, ТИТАН И АЛЮМИНИЙ Трошина Марина Александровна	84

СЕКЦИЯ 1.

МАТЕМАТИКА

1.1. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ

РАССМОТРЕНИЕ ГРАФА В МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТАХ В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТА

Ежова Марина Алексеевна

аспирант УрФУ, г. Екатеринбург, преподаватель ПФ МЭСИ, г. Пермь

E-mail: egova_marina@mail.ru

Пастухова Галина Витальевна

аспирант МПГУ, г. Москва, старший преподаватель ПГГПУ, г. Пермь

E-mail: pastuhova13@rambler.ru

Граф, как его понимают математики, является достаточно интересным и разносторонним объектом. С одной стороны имеются вполне конкретные характеристики и свойства, индивидуальные для каждого конкретного графа, но с другой стороны — каждый рисует граф в меру своих творческих способностей. А учитывая, что все чаще идет обращение к математическим пакетам (*Mathematica*, *Maple*, *GAP* и др.) для ускорения процесса вычисления, появляется вопрос: как же пакеты аналитических вычислений представляют для себя граф и какие операции над ним они поддерживают?

Начнем с самого алгебролизованного пакета — система компьютерной алгебры *GAP*. Известно, что эта система, в отличие от подавляющего числа остальных, была задумана именно как инструмент комбинаторной теории групп, а только после стала охватывать другие разделы алгебры, в частности теорию графов.

Вспомним, что граф группы является одним из наглядных способов ее изображения, иногда более эффективный и эффектный, чем таблица Кэли, и именно с этой позиции система *GAP* и рассматривает графы.

Пусть G — группа, имеющая два образующих элемента a и b . Между вершинами P_g графа группы G и элементами g группы G установим взаимно однозначное соответствие. Пусть вершины графа соединяются ориентированными ребрами двух типов, соответствующих образующим элементам (например, два различных цвета D_a и D_b), по последующему закону: если $x a^{-1} = t$, $x a = s$, то ориентированное ребро цвета D_a идет

- к вершине P_s от вершины P_x ;
- к вершине P_x от вершины P_t .

Если же $x b^{-1} = v$, $x b = u$, то ориентированное ребро цвета D_b идет

- к вершине P_u от вершины P_x ;
- к вершине P_x от вершины P_v .

Построенную конструкцию называю графом группы G , имеющей образующие элементы a и b . Иначе «диаграмма Кэли», «групповая диаграмма», «цветная группа».

В данный момент в системе **GAP** отсутствуют инструменты для изображения графа, но в большинстве случаев для решения задачи достаточно бывает получить численное описание. Для этого используют следующие функции.

Первая из них [4] дает возможность вычислить список всех элементов группы, а также все её порождающие элементы. Таким образом, получаем описание графа через список, каждый элемент которого является тройкой чисел $[i, j, k]$, говорящий, что ориентированное ребро цвета k проведено от i -ой вершины к j -ой вершине:

Graph:=function(G)

local elms, — список элементов группы

gens, — список элементов, порождающих группу

graph, — описание графа

i, — номер элемента группы

k, — номер цвета (порождающего элемента группы)

j; — номер вершины, являющейся концом ребра, начинающееся в вершине **i**, и обладающее цветом **k**

elms:=AsSSortedList(G);

gens:=GeneratorsOfGroup(G);

graph:=[];

for i in [1 .. Length(elms)] do

for k in [1 .. Length(gens)] do

j:=Position(elms, elms[i]*gens[k]);

Append(graph, [[i,j,k]]);

od;

od;

```
return graph;  
end;
```

В [4] указана вторая функция, отображающая список, составленный с помощью первой функции, как квадратную матрицу порядка $|G|$. В ней элемент a_{ij} равен k , если ориентированное ребро цвета k проведено от i -ой вершины к j -ой вершине, иначе — нулю. Заметим, что подобная матрица содержит достаточно много нулевых элементов, что является неэкономичным способом хранения информации о графе группы.

Рассмотрим пример применения этих функций для описания графа симметрической группы подстановок степени три. Зададим группу:

```
gap> S:=SymmetricGroup(3);  
Sym([1 .. 3])
```

Выведем порождающие элементы и элементы всей группы на экран, чтобы в дальнейшем уточнять, как вершиной графа с соответствующим номером соотносится с элементом группы:

```
gap> GeneratorsOfGroup(S);  
[ (1,2,3), (1,2) ]  
gap> AsSSortedList(S);  
[ (), (2,3), (1,2), (1,2,3), (1,3,2), (1,3) ]
```

Получим описание графа группы через список:

```
gap> t:=Graph(S);  
[ [ 1, 4, 1 ], [ 1, 3, 2 ], [ 2, 3, 1 ], [ 2, 4, 2 ], [ 3, 6, 1 ], [ 3, 1, 2 ], [ 4, 5, 1 ],  
[ 4, 2, 2 ], [ 5, 1, 1 ], [ 5, 6, 2 ], [ 6, 2, 1 ], [ 6, 5, 2 ] ]
```

Эту же информацию можно отобразить в виде матрицы, используя функцию *Display*:

```
gap> m:=Mat(t);  
[ [ 0, 0, 2, 1, 0, 0 ], [ 0, 0, 1, 2, 0, 0 ], [ 2, 0, 0, 0, 0, 1 ], [ 0, 2, 0, 0, 1,  
0 ], [ 1, 0, 0, 0, 0, 2 ], [ 0, 1, 0, 0, 2, 0 ] ]  
gap> Display(m);  
[ [0, 0, 2, 1, 0, 0],  
  [0, 0, 1, 2, 0, 0],  
  [2, 0, 0, 0, 0, 1],  
  [0, 2, 0, 0, 1, 0],  
  [1, 0, 0, 0, 0, 2],  
  [0, 1, 0, 0, 2, 0] ]
```

Граф (в общем случае ориентированный) представим как список элементов (откуда идет ребро, куда идет ребро, какого цвета ребро), который для удобства можно представить в виде матрицы.

Таким образом, граф как самостоятельный объект для системы *GAP* не существует. Однако данную позицию не разделяют другие математические пакеты.

Например, возьмем систему *Maple* [1]. Как и другие системы, она может выполнять аналитические символьные преобразования, что незаменимо при решении задач на графах. К тому же в *Maple* есть специализированная система *networks*, составленная исключительно из операторов для работы с графами.

Неориентированный граф изначально можно задать оператором *graph(V,E)*, соединяя тем самым множество вершин *V* (которые могут быть обозначены числами или любым текстом в кавычках: «my mother», «my pet» и т. д.) и множество ребер *E*. Можно использовать оператор *new(G, addvertex* (с указанием списка ребер, инцидентных вершинам) и *addedge* (с указанием вершин, принадлежащих этому ребру), создавая тем самым новый объект *G* — граф.

Для него можно построить матрицу смежности (*A:=adjacency(g)*), узнать диаметр самого графа, а также наличие эйлеровой цепи и многое другое.

Интересно, что *Maple* может выводить изображение графа на экран. В целом программа придерживается правила: поместить все вершины на одну окружность (не всегда равномерно) и соединить согласно условию. Во многих случаях это можно принять за некий стандарт изображения графа.

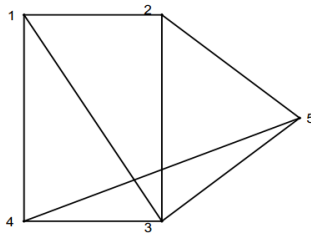
С другой стороны, оператор *draw(G)* не отличает ориентированный граф от неориентированного и рисует их одинаково, т. е. без стрелок. Конечно, можно самостоятельно дополнить программу следующим текстом:

```
>restart;
> Draw1:=proc(S,G)
> local q,k,n,n1,m,m1,i,j,t,v,x,y,x1,x2,y1,y2,c,e,E;
> n1:=nops(S); # Задание число столбцов вершин
> n:=nops(vertices(G)); # Задание число вершин графа
> E:=ends(G); # Список концов дуг
> m1:=nops(E); # Задание числа дуг
> q:=.5, 2, .05, color=green; # Выбор стиля стрелок
> for i to n1 do
> m:=nops(S[i]); # Число вершин в столбце i
> for j to m do
> k:=S[i][j]; # Номер вершины
> x[k]:=100/n1*i; y[k]:=100/(m+1)*j; # Набор координат
> c[k]:=disk([x[k],y[k]],0.5,color=blue); # Набор вершин
> t[k]:=textplot([x[k]+4,y[k]+1,r[i][j]], # Набор подписей
> align={ABOVE,RIGHT},font=[TIMES,ITALIC,16]);
> od;
> od;
```

```

> od;
> for i to m1 do
> x1:=x[E[i][1]]: y1:=y[E[i][1]]: # Первый набор координат
> x2:=x[E[i][2]]: y2:=y[E[i][2]]: # Второй набор координат
> v[i]:=arrow([x1,y1],[x2,y2],q): # Набор дуг
> e[i]:=textplot([(x1+x2)/2,(y1+y2)/2+1,e|i],
> align={ABOVE,RIGHT},# Набор подписей дуг
> font=[HELVETICA,OBLIQUE,12],color=red);
> od;
> display(seq(c[i],i=1..n),seq(t[i],i=1..n),
> seq(e[i],i=1..m1),seq(v[i],i=1..m1),
> axes=none,scaling=constrained);
> end proc;
> save Draw1, "C:\\SBDISKR\\MAPLE\\draw.m";
И вот, что получится при применении этой программы:
> restart;
> with(plots): with(plottools): with(networks):
> G:=void(5): # Пустой граф
> E:=[[1,4],[2,1],[2,3],[3,1],[2,5], # Дуги
> [3,5],[4,3],[4,5]]:
> addedge(E,G): r:=[4,1],[3,2],[5]:
> draw(Linear(r),G): # Стандартный вариант рисунка

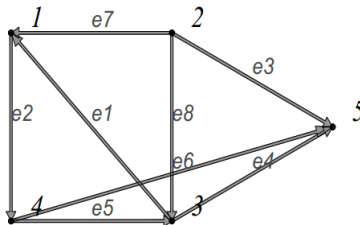
```



```

> read "C:\\SBDISKR\\MAPLE\\draw.m";
> Draw1([r],G): # Вариант рисунка орграфа

```



В данной системе граф не просто список цифр, а отдельный объект. И рассматривается он не как характеристика какой-нибудь группы, именно как некое целое.

Написание дополнительных блоков программы может доставить некоторое неудобство. Те, кто не собирается тратить время подобным образом, могут воспользоваться системой *Mathematica* и ее пакетом дискретной математики *DiscreteMath*. Там представлены 4 типа функций: представление графа, создание графа, свойства графа, алгоритмическая теория графов. Функции позволяют построить граф, исходя из данного или псевдослучайного списка вершин и ребер, матрицы смежности, характеристики графа (полнота, двоичное дерево с n уровнями), а также импортируя изображение из файла или как результат операции над уже известными графами. По уже построенному графу можно определить число и список вершин и ребер, степени вершин и ребер, длину кратчайшего пути между двумя вершинами, цикл, проходящий через все ребра или вершины, изоморфность другому графу, а также имеется возможность программирования действий на графе и многое другое. Именно системой *Mathematica* дает наибольшее из возможных разнообразий операций над графами, а также над графическим представлением.

Можно сделать вывод, что выбор математического пакета зависит от типа задачи, которую предстоит решать.

Список литературы:

1. Кирсанов М.Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы: пособие по дискретной математике для студентов университета. М.: Издательство ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 168 с.
2. Пакет дискретной математики DiscreteMath / Сайт физического факультета Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://phys.bspu.unibel.by/static/lib/inf/cmat/mathem4/gl11/index4.htm> (дата обращения 07.11.12).
3. Пастухова Г.В. Об одной проблеме из Коуровской тетради // В мире научных открытий, 2010. № 4 (10), Часть 11. С. 17—18.
4. Система компьютерной алгебры GAP — примеры [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://ukrgap.exponenta.ru/Examples/Graph.htm> (дата обращения 07.11.12).

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

2.1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОДНЫХ СРЕДАХ

Шейнкман Леонид Элярович

*д-р техн. наук, профессор Тульского государственного университета,
г. Тула*

E-mail: eliard@yandex.ru

Дергунов Дмитрий Викторович

*канд. техн. наук,
инженер Тульского государственного университета,
г. Тула*

E-mail: dmitrov83@mail.ru

Проблема управлением очисткой промышленных сточных вод, содержащих трудно окисляемые органические соединения, является одной из острых проблем для большинства производственных комплексов России.

Для принятия эффективных управленческих решений, направленных на снижение антропогенного влияния органических соединений, сбрасываемых в составе промстоков, необходим инструмент прогнозирования уровня загрязнителя в воде после осуществления очистки на этапе сброса. Таким инструментом могут послужить нейросетевые регрессионные модели зависимости концентрации загрязнителя от параметров процесса очистки. Применение нейронных сетей для построения прогнозных моделей продиктовано их свойством, воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости нелинейным моделированием [4].

На основе экспериментальных исследований, основанных на усовершенствованных окислительных процессах очистки вод, построена матрица оптимального планирования эксперимента, представленная в табл. 1.

Таблица 1.

Матрица полного факторного эксперимента

Опыты	Планирование									Переменная состояния у
	z ₀	кодированный масштаб				натуральный масштаб				
		z ₁	z ₂	z ₃	z ₄	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	
1	+1	-1	-1	-1	-1	0,05	100	1	1	0,036
2	+1	+1	-1	-1	-1	0,1	100	1	1	0,071
3	+1	-1	+1	-1	-1	0,05	200	1	1	0,035
4	+1	+1	+1	-1	-1	0,1	200	1	1	0,068
5	+1	-1	-1	+1	-1	0,05	100	2	1	0,033
6	+1	+1	-1	+1	-1	0,1	100	2	1	0,064
7	+1	-1	+1	+1	-1	0,05	200	2	1	0,031
8	+1	+1	+1	+1	-1	0,1	200	2	1	0,061
9	+1	-1	-1	-1	+1	0,05	100	1	2	0,032
10	+1	+1	-1	-1	+1	0,1	100	1	2	0,062
11	+1	-1	+1	-1	+1	0,05	200	1	2	0,03
12	+1	+1	+1	-1	+1	0,1	200	1	2	0,059
13	+1	-1	-1	+1	+1	0,05	100	2	2	0,028
14	+1	+1	-1	+1	+1	0,1	100	2	2	0,056
15	+1	-1	+1	+1	+1	0,05	200	2	2	0,027
16	+1	+1	+1	+1	+1	0,1	200	2	2	0,053

В процессе проведения эксперимента, осуществляемого в соответствии с построенной матрицей оптимального планирования (табл. 1) [2]. Сравнивалось воздействие УФ излучения и окислителей на интенсивность разложения органического загрязнителя (бисфенола-А (ВРА)) в модельном растворе при различных концентрациях ВРА — x_1 (50 мкг/л, 100 мкг/л); перекиси водорода H_2O_2 — x_2 (100 мг/л, 200 мг/л) и хлорида железа (III) (1; 2 г/л) — x_3 . Пробы отбирались через 1 и 2 часа после облучения (время облучения t — x_4), и измерялась остаточная концентрация ВРА (переменная состояния — y) [5].

При решении задач прогнозирования роль нейронной сети состоит в предсказании будущей реакции системы по её предшествующему поведению. В данном случае нейронная сеть играет роль универсального аппроксиматора функции от нескольких переменных, реализует нелинейную функцию

$$y = f(x),$$

где: x — входной вектор;

y — реализация векторной функции нескольких переменных.

Используя нелинейный аппарат нейросетевого моделирования, в программной среде Statistica v. 6.1 решалась регрессионная задача по определению прогнозного уровня остаточной концентрации фенольного соединения в водной среде под действием физико-химических факторов. Исходя из результатов планирования эксперимента параметрами входного вектора являются: начальная концентрация фенольного соединения (C (BPA)), концентрация перекиси водорода (C (H_2O_2)), концентрация хлорида железа (III) $FeCl_3$, выступающего в качестве активатора (C_A) и время воздействия на систему ультрафиолетового излучения (t), выходного — остаточная концентрация загрязнителя (C_{ost}).

Из пяти тысяч построенных нейросетевых регрессионных моделей отобраны два четырехслойных персептрона № 194, 4663 (рис. 1).

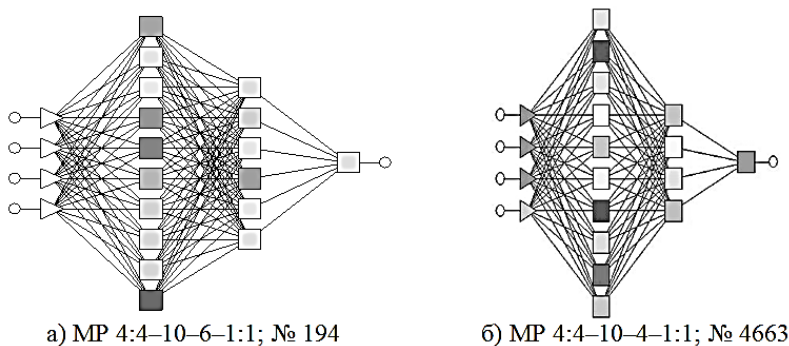


Рисунок 1. Архитектура четырехслойного персептрона

Модели четырехслойного персептрона имеют четырехслойную структуру с четырьмя входными нейронами, одним выходом и двумя скрытыми слоями, содержащими по 10 и 4 нейрона в модели № 4663 и 10 и 6 нейрона в модели № 194.

Результаты работы сетей в задаче регрессии приведены в табл. 2

Таблица 2.

Описательные статистики

Статистики	Номера нейронных сетей	
	194_МР	4663_МР
Среднее данных	0,046625	0,046625
Ст.откл. данных	0,015767	0,015767
Среднее ошибки	0,000216	0,000720
Ст.откл. ошибки	0,001049	0,001070
Среднее абсолютной ошибки	0,000728	0,000864
Отношение ст.откл.	0,066506	0,067876
Корреляция	0,997856	0,997703

Наиболее важной статистикой характеризующей качество нейросетевой модели является отношение стандартных отклонений (Отношение ст. откл. или S.D. ratio), представляющее собой отношение стандартного отклонения ошибки прогноза к стандартному отклонению исходных данных. Величина этой статистики составляет 0,066506 для модели МР nn_194 и 0,067876 для МР nn_4663. Величина этой статистики значительно меньше единицы (Отношение ст. откл. < 0,1 [3]) отражает хорошее качество регрессии, что также подтверждается коэффициентом корреляции Пирсона, между предсказанными и наблюдаемыми выходными значениями, равным для МР nn_194 и nn_4663 соответственно 0,997856 и 0,997703. Долю объясненной дисперсии зависимой переменной в общей выборочной дисперсии по результату работы сети в задаче регрессии характеризует регрессионное отношение. Которое определяется $R = 1 - S.D. \text{ ratio}$ и равно соответственно 0,933494 и 0,932124 для nn_194 и nn_4663, что составляет 93,35 % и 93,21 %. Высокий процент объясненной дисперсии является универсальной мерой качества нейросетевых регрессионных моделей [3].

Четырехслойные перцептроны (рис. 1) обучены на основе алгоритма обратного распространения ошибки и сопряженных градиентов.

Сто эпох (итераций) обратного распространения, двадцать и восемь эпох сопряженными градиентами (OP100, CG20, CG8 b) с ошибкой обучения 0,00482, контрольной ошибкой 0,02105 и тестовой ошибкой 0,05182 сформировали нейронную сеть nn_194. Четырехслойный перцептрон nn_4663 сформирован за счет ста итераций обратного распространения, двадцати и пяти итераций сопряженными

градиентами (OP100, СГ20, СГ5 б) с ошибкой обучения 0,006764, контрольной ошибкой 0,033119 и тестовой ошибкой 0,049106.

При обучении сети алгоритмом обратного распространения все наблюдения из обучающего множества на каждой эпохе по очереди подаются на вход сети. Сеть обрабатывает их и выдает выходные значения, которые сравниваются с целевыми выходными значениями, содержащимися в наборе исходных данных. В процессе обучения происходит корректировка весов сети, направленная на уменьшение ошибки, т. е. разности между желаемым и реальным выходом. При обучении вычисляется локальный градиент каждого веса для каждого наблюдения. Веса корректируются после обработки каждого наблюдения по формуле [1, с. 3]:

$$\Delta w_{ij}(t) = \eta \delta_j o_i + \alpha \Delta w_{ij}(t-1),$$

где: η — скорость обучения;

δ — локальный градиент ошибки;

α — коэффициент инерции;

o_i — выходное значение i -го элемента (пороги считаются весами с $o_i = -1$);

t — номер итерации (эпохи).

В методе спуска по сопряженным градиентам происходит последовательный поиск минимума по различным направлениям на поверхности ошибок. Сначала берется направление наискорейшего спуска, вдоль которого ищется минимум. Направления поиска (сопряженные направления) выбираются из тех соображений, чтобы не терять минимума по тем направлениям, по которым уже произведена минимизация. Градиент ошибки вычисляется как сумма градиентов ошибок по всем обучающим наблюдениям. Начальное направление поиска задается формулой:

$$d_0 = -g_0,$$

где: d_0 — начальное направление спуска;

$-g_0$ — антиградиент минимизируемой функции в точке x_0 , т. е. $-\nabla f(x_0)$.

На последующих шагах направление поиска корректируется с помощью формулы Полака-Рибьера:

$$d_{j+1} = -g_{j+1} + \beta_j d_j,$$
$$\beta_j = \frac{g_{j+1}^T (g_{j+1} - g_j)}{g_j^T g_j},$$

где: d_j — направление спуска на j -ом шаге;

β_j — величина шага;

g_j — вектор градиента минимизируемой функции на j -ом шаге;

g_j^T — транспонированный вектор градиента.

В случае если по данному направлению ошибка не убывает, то алгоритм снова берёт направление наискорейшего спуска.

В качестве синаптической в рассматриваемых нейронных сетях используется линейная функция, а в качестве функции активации — линейная на входном и выходном слое и гиперболическая на скрытых слоях.

Уровень активации на вход сети передается в неизменном виде посредством линейной функции активации. Входы на скрытые слои (второй, третий, четвертый) активируются гиперболической функцией, представляющей собой функцию гиперболического тангенса (\tanh) [4]:

$$y = \frac{e^{as} - e^{-as}}{e^{as} + e^{-as}},$$

где: a — коэффициент, характеризующий крутизну функции.

На выходе нейронной сети активация осуществляется линейной функцией, т. е. на выход сети значения с выхода предыдущего слоя передаются в неизменном виде.

Применение нейронных сетей для анализа поведения зависимой переменной, в данном случае концентрации фенольного соединения в сточных водах от параметров процесса очистки — концентрации перекиси водорода, хлорида железа (III), выступающих в качестве окислителя и активатора фотохимической реакции и времени ультрафиолетового воздействия, позволяет выработать механизм управления

очисткой промышленных сточных вод, содержащих фенольные соединения.

Список литературы:

1. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. (+CD). СПб.: Питер, 2003. 688 с.
2. ГОСТ Р 50.1.040-2002. Статистические методы. Планирование экспериментов. Термины и определения. М. Госстандарт России, 2002. 36 с.
3. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных /Под. ред. В.П. Боровикова 2-е изд., перераб. и доп. М.: Горячая линия — Телеком, 2008. 392 с.
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации /Пер. с польского И.Д. Рудинского. М.: Финансы и статистика, 2004. 344 с.
5. Чернова М.В. Исследование процесса очистки водных систем от фенольных соединений под действием физико-химических факторов. Дис. канд. техн. наук: 03.00.16. Калуга — Тула, 2009. 118 с.

2.2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

МУЛЬТИМЕДИА И «ОБЛАЧНЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ КАК СОВРЕМЕННЫЙ РЕСУРС ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ЖЕТЫСУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. И. ЖАНСУГУРОВА

Сулейменова Айнура Алтаевна

Мамедова Эльмина Ядигаровна

*магистранты ЖГУ им. И. Жансугурова,
Казахстан, Алматинская область, г. Талдыкорган
E-mail: aika_2403@bk.ru, elmina.89@mail.ru*

Тукенова Наталья Иембергеновна

*канд. пед. наук, директор института ДОТ ЖГУ им. И. Жансугурова
Казахстан, Алматинская область, г. Талдыкорган
E-mail: t.natalia_66@mail.ru*

В современном обществе использование различных информационных и облачных сервисов становится неотъемлемой частью решения необходимых задач. Использование различных современных технологий для обучения и следования тренду индивидуализации всегда привлекало педагогов, поскольку давало инструмент автоматизации процессов, связанный с определением и учётом личностных особенностей обучающихся.

Одним из вариантов индивидуализации является необходимость построения индивидуальной траектории обучения. При котором осуществляется учёт не только уровня знаний, но и уровня мотивации, особенностей развития памяти, сформированности различных мыслительных операций и т. д. Сегодня мультимедиа и «облачные» технологии находят активное применение во всех развитых странах, обеспечивая принципиально новые, экономически эффективные возможности,

как для образования, так и научных исследований. Суть «облачных» технологий заключается в предоставлении пользователям удаленного доступа к услугам, вычислительным ресурсам и приложениям (включая операционные системы и инфраструктуру) через Интернет [1, с. 85—90].

Они могут быть использованы в управлении ВУЗом, учебном процессе, создании эффективных инструментов организации научно-исследовательской деятельности, как в масштабах вуза, так и на межвузовском уровне. В связи с этим, повышение квалификации в области облачных технологий для работников высшего образования в настоящее время приобретает особенное значение.

В основе «облачных» технологий лежат «облачные услуги» — функции, которые предоставляются поставщиком облачных технологий для пользователей. Включают в себя «облачные приложения», «облачные сервисы» и «облачные хранилища данных».

Рассмотрим примеры некоторых облачных сервисов, реализующих соответствующие функции.

1. Хранение и синхронизация файлов называется Box.net. Файловое облачное хранилище — место хранения информации, расположенное у поставщика облачных услуг, не относящееся к конкретному оборудованию и доступное через сеть Интернет. Позволяет хранить документы MS Word, MS Excel, MS PowerPoint, музыкальные и видео файлы, открывать к ним доступ коллегам и обучающимся. Также дает возможность осуществлять кросс-платформенную синхронизацию файлов.

Следующий очень распространенный сервис из той же категории — dropbox.com. Файловое хранилище Dropbox.com позволяет хранить и синхронизировать ваши документы на всех устройствах, откуда будет установлен доступ к сети Интернет.

Сервис отечественной компании Яндекс позволяет реализовать такие же функции, что box.net и dropbox.com. Отличительной особенностью является количество места, которое предоставляет для работы — 10 гигабайт.

2. Хранение закладок — Diigo.com. Данный ресурс позволяет сохранять закладки, группировать их, открывать к ним доступ и дает возможность сохранять заметки к этим ресурсам, различные закладки, писать к ним комментарии и организовывать закладки в группы. Особенность заключается в том, что предоставлена возможность обеспечить коллективный доступ к закладкам с совместным редактированием, возможность организовать работу с любого устройства и браузера.

Также нельзя не отметить программный продукт, входящий в состав стандартного набора Microsoft Office — One Note. Данное

приложение позволяет работать с заметками практически на любом мобильном устройстве с последующей загрузкой в «облако» и возможностью просмотра их на обычном компьютере.

В образовательный процесс, в том числе и в процесс обучения информатике, использование «облачных технологий» приходит постепенно и пока не находит широкого применения. Хотя современное общество в настоящее время очень много читает об «облачных технологиях» и используют некоторые из них в своей личной деятельности [2, с. 286].

С целью показать возможности «облачных» технологий в образовании и для совершенствования образовательного процесса в дистанционном обучении, а также повышения качества образования, институтом дистанционных образовательных технологий Жетысуского государственного университета им. И. Жансугурова был организован обучающий семинар на тему «Использование мультимедиа и «облачных» технологий, как средство организации дистанционного обучения». Ответственными лицами за данный семинар были, первый проректор ЖГУ им. И. Жансугурова — проректор по учебно-методической работе, д-р юрид. наук, профессор Еркинбаева Л.К., директор института дистанционных образовательных технологий, канд. пед. наук Тукунова Н.И., заместитель директора института дистанционных образовательных технологий по информационно-технической работе Тулегенов Д.Т.



Рисунок 1. Процесс обучение участников семинара



Рисунок 2. План обучающего семинара



Рисунок 3. Лекционный материал

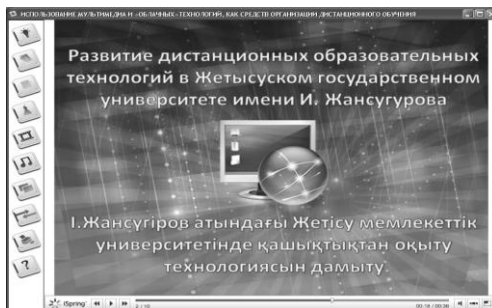


Рисунок 4. Презентация

Таблица 1.

Программа семинара

№	Наименование модулей, разделов и тем	Всего час.	В том числе		Ответственный за проведение
			Лек.	Практ.	
Модуль 1. Дистанционные образовательные технологии					
1	Тема 1. Развитие дистанционных образовательных технологий в ЖГУ им. Ильяса Жансугурова	10	2	8	Директор института ДОТ, к. п. н. Туkenова Н.И.
Модуль 2. Использование ресурсов сети Internet в образовательном процессе					
2	Тема 1. Практическое применение сети Internet	12	2	10	Заместитель директора института ДОТ по УМР, к. п. н. Бекболганова А.К.
3	Тема 2. Использование сервиса видеоконференций «ВидеоМост»	12	2	10	Заместитель директора института ДОТ по ИТР, Тулегенов Д.Т.
Модуль 3. Разработка мультимедийных обучающих материалов					
4	Тема 1. Технология создания цифровых мультимедийных материалов	12	2	10	Специалист по разработке дидактических средств и цифровых материалов института ДОТ, Журавлёв С.И.
5	Тема 2. Публикация мультимедийных материалов в сети Internet. «Облачные» сервисы хранения информации	12	2	10	Web-программист института ДОТ, Атабаева З.М.
6	Тема 3. Использование программного обеспечения «UniFace» для разработки цифровых обучающих курсов	10	2	8	Программист прикладного программного обеспечения института ДОТ, Гаитов Д.О.
Итоговая аттестация		4			
Итого		72	12	56	

Основными задачами семинара, имеющего обучающий характер является:

- ознакомление с понятием и возможностями мультимедиа и «облачных» технологий в образовании;
- обучение участников семинара совместной работе с необходимыми материалами в облачном офисе;
- изучение возможностей мультимедиа и «облачных» технологий в области электронного обучения и дистанционных образовательных технологий;

- освоение технологий разработки мультимедийных и интерактивных электронных учебных изданий и курсов с использованием мультимедиа и «облачных» технологий.

Естественно, что продолжительность обучения имела определённые временные рамки. Учащимся было дано задание, которое они должны были выполнить в срок. Сам обучающий семинар состоял из нескольких модулей и включал в себя следующее:

- традиционные лекции и практические занятия по темам, которые будут предоставлены в виде лекций и презентаций, сопровождаемых заданиями и указаниями по их выполнению, а также ссылками на дополнительные ресурсы;

- самостоятельную работу, предполагающую знакомство с литературой, выделенными Интернет-источниками, электронными образовательными ресурсами, а также выполнение заданий, сопровождаемых методическими рекомендациями по их выполнению;

- методическое консультирование опытными организаторами семинара, направленное на оказание помощи при выполнении слушателями заданий, а также ответы на возникающие вопросы;

- выполнения контрольных работ по модулям.

И в заключении хотелось бы отметить, что применение облачных технологий в целях развития информационно-образовательной среды ВУЗа позволит не только повысить эффективность учебного процесса и удобство работы преподавателей и студентов, но и снизить экономические издержки.

Отсюда можно сделать вывод, что ВУЗы не должны отставать от прогресса и, по возможности, использовать современные информационные технологии, в том числе мультимедиа и «облачные», для подготовки инновационных специалистов.

Список литературы:

1. Галеева Н.Л., Заславская О.Ю. Информационные и телекоммуникационные технологии как ресурс управленческой деятельности учителя. // Вестник РУДН. Серия Инфор. образов. — М.: РУДН, 2010, № 4. — 85—90 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://strf.ru/material.aspx> (дата доступа 24.06.2010).
2. Гребнева Е. Облачные сервисы: взгляд из России /М.: Сnews, 2011. — 286 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — : URL: <http://computer.susu.ac.ru/> (дата доступа 30.03.2011).
3. Облачные вычисления // Материал из Википедии — свободной энциклопедии [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Облачные_вычисления.

СЕКЦИЯ 3.

ФИЗИКА

3.1. МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДНООСНООРИЕНТИРОВАННОГО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА

Рымкевич Павел Павлович

канд. физ.-мат. наук, проф. СПбГУСЭ, г. Санкт-Петербург

Головина Виктория Владимировна

преподаватель ВКА им. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург

Романова Алла Александровна

канд. тех. наук, доц. СПбГУСЭ, г. Санкт-Петербург

Коцкович Владимир Богданович

канд. тех. наук, доц. СПбГУСЭ, г. Санкт-Петербург

E-mail: romallaa@yandex.ru


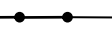
Современные полимерные материалы используются практически во всех областях техники. Для описания вязкоупругого поведения одноосноориентированных полимерных материалов, например, нитей, стержней, разработан ряд теорий нелинейной вязкоупругости [1, 8, 11, 14], основанных на известном принципе Больцмана. Большинство этих теорий отличается видом ядра релаксации и основывается либо на анализе экспериментальных данных, либо на общих физических аналогиях [2, с. 4—7, 12]. Как показано в классических работах, описывающих поведение полимерных материалов при воздействии температурного фактора и механических нагрузок [2, 6, 11], основным фактором, определяющим вязкоупругое поведение данного

типа материалов, является преодоление различных по высоте и ширине потенциальных барьеров. Обобщая результаты работ [3, 4, 7, 12, 13, 15], можно сделать предположение о том, что при получении полимерных нитей и пленок в результате одноосной ориентационной вытяжки при высоких температурах материал переходит в метастабильное состояние, при котором обратные переходы «заморожены». Впервые идея о квантованности деформации в синтетических нитях изложена в работе [9] и развита в работе [10].

При изучении поведения полимерных материалов следует рассматривать три уровня иерархии структур: молекулярный уровень, уровень мезаструктуры (так называемый надмолекулярный уровень) и макроуровень (поведение материала как целого объекта). Молекулярный уровень характеризуется временами релаксации $10^{-12} — 10^{-6}$ с и не может отвечать за «долговременные» процессы ползучести и релаксации напряжения. Молекулярный уровень определяет упругие свойства материала с соответствующими временами релаксации. Весьма сложная и многообразная надмолекулярная структура ориентированных аморфно-кристаллических полимеров определяет мезоуровень. При деформировании материалов данного класса основную долю деформации составляет обратимая вязкоупругая часть деформации. В общем случае полную деформацию ε можно представить в виде суммы упругой (ε_y), вязкоупругой или конформационной (ε_K) и необратимой (ε_H) частей деформации, а именно:

$$\varepsilon = \varepsilon_y + \varepsilon_K + \varepsilon_H. \quad (1)$$

Скачкообразность и длительность процессов деформирования свидетельствует о том, что все основные перестройки при деформировании полимеров происходят на мезоуровне с достаточно большими временами релаксации ($10^{-3} — 10^2$ с). Таким образом, следует признать, что на мезоуровне полимеры в нагруженном состоянии могут находиться в различных квазиравновесных состояниях. Наиболее правдоподобной является гипотеза о том, что на мезоуровне отдельные устойчивые структуры (кластеры) могут находиться в двух устойчивых состояниях. Разделенных энергетическим барьером высотой H и шириной δ . В соответствии с терминологией, принятой в работе [14], данные устойчивые структуры будем называть активными конформационными элементами (в дальнейшем АКЭ),

природа которых для механического описания не имеет принципиального значения. Переход из одного устойчивого состояния в другое сопровождается квантом деформации δ . При таком подходе вязкоупругая часть деформации лимитируется обратимыми переходами АКЭ из одного состояния в другое. Одно из устойчивых состояний АКЭ с минимальным линейным размером — состояние 1 — будем называть условно свернутым и обозначать . Второе устойчивое состояние 2 будем называть условно развернутым и обозначать . В ненагруженном состоянии кластер находится либо в состоянии 1, либо в состоянии 2, разделенным энергетической щелью шириной U . В большинстве случаев состояние 1 более устойчивое ($U > 0$), хотя модель не исключает и состояния с $U < 0$.

Высоты барьеров H и энергетические зазоры U будем называть высокими, если H или U значительно больше T , и низкими в противном случае. Как принято в молекулярной физике высоту барьера будем измерять в Кельвинах. Переход к обычным физическим единицам осуществляется через известные постоянные k_B и R . На макроскопическом уровне между элементами мезоструктуры происходит обмен энергией и импульсом, что приводит к общему уменьшению свободной энергии всей системы, т. е. происходит выравнивание макроскопических флуктуаций, возникающих на мезоуровне. Макроскопически в процессе релаксации данный механизм проявляется в перераспределении нагрузки между разными молекулярными структурами.

Необратимую часть деформации будем рассматривать как принципиально обратимую при высоких температурах, полученную при термическом ориентировании и после охлаждения разделенную высоким энергетическим барьером. В данной части работы будет рассмотрена только обратимая часть деформации, т. е. принимается в соотношении (1) $\varepsilon_n \equiv 0$.

Таким образом, обобщенную физическую модель ориентированного полимерного материала можно представить в виде набора кластеров (АКЭ) с набором следующих характеристик: H_n , U_n , δ_n , m_{1n} , m_{2n} .

Здесь, n — номер типа кластера; H_n — высота барьера; U_n — ширина энергетического зазора; δ_n — величина кванта деформации; m_{1n} и m_{2n} — числа заполнения состояний. В ненагруженном состоянии числа заполнения m_1^P и m_2^P определяются в соответствии со статистикой Больцмана, за исключением «высоких» барьеров, где числа заполнения m_1^O и m_2^O определяются технологией создания образцов, при этом уровни с числом заполнения m_2^O чаще всего перенаселены. При термической усадке числа заполнения m_1^P и m_2^P принимают равновесные значения.

При выводе основного локального определяющего уравнения сделаем ряд упрощающих допущений.

Д1. На мезоуровне кластеры системы могут находиться в двух энергетических состояниях: условно свернутом состоянии 1, энергию которого в ненапряженном состоянии примем равной нулю. И в ориентированном состоянии 2, энергию которого примем равной U , разделенных барьером высотой H . При переходе АКЭ из состояния 1 в состояние 2 высвобождается (рождается) квант деформации δ и поглощается при противоположном переходе. Так как внешняя сила оказывает активирующее действие на АКЭ, понижая потенциальный барьер на величину упругой энергии, являющейся квадратичной функцией от величины деформации, в направлении прямого перехода и наоборот, повышая величину барьера (эту работу надо дополнительно совершить против внешних сил) в противоположном направлении. Значение энергии $E = H$ можно рассматривать как некоторое нестабильное промежуточное короткоживущее состояние, аналогом которого является активированный комплекс в химии или компаунд-ядро в ядерной физике.

Д2. Примем, что числа заполнения состояний 1 и 2 подчиняются в равновесном состоянии статистике Больцмана. Обозначим через m_1^P и m_2^P числа заполнения АКЭ на единицу длины образца, причем согласно статистике Больцмана

$$m_1^P = \frac{m_0}{1 + e^{-U^*}} \quad (2)$$

$$m_2^P = \frac{m_0}{1 + e^{U^*}},$$

где: $m_0 = m_1^P + m_2^P = \text{const}$ — полное число АКЭ на единицу длины образца.

Таким образом, числа заполнения m_1^P и m_2^P не зависят от высоты барьера, а определяются шириной энергетического зазора U . Высота барьера определяет кинетику процесса деформирования.

Д3. Упругая часть деформации подчиняется закону Гука, то есть:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_0} + \varepsilon_K. \quad (3)$$

Д4. Обратимые переходы $1 \leftrightarrow 2$ статистически независимы (модель радиоактивного распада). Таким образом, в данной модели рассматриваются лишь спонтанные переходы. Однако, как показывают результаты анализа, имеет смысл рассмотреть модели, содержащие и вынужденные переходы, то есть ввести взаимодействие АКЭ между собой. Для рождения и уничтожения квантов деформации можно использовать методы вторичного квантования. Следовательно, данная модель эквивалентна модели идеального газа из активных конформационных элементов.

Д5. Высота энергетического барьера H определяется химическим строением полимера. Примем, что при данной температуре в размороженном состоянии находится лишь один тип обратимых переходов.

При выводе локального определяющего уравнения рассмотрим «физически бесконечно малый объем» полимера, содержащий достаточно большое число АКЭ. Пусть m_0 — локальная плотность АКЭ — в общем случае случайная локальная величина. Причем m_1 из них находится в состоянии 1 и m_2 — в состоянии 2, соответственно,

в момент времени t . Пусть в стационарном недеформированном состоянии эти числа равны m_1^0 и m_2^0 соответственно. Тогда локальное определяющее уравнение можно представить в виде:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_0} + (m_2 - m_2^0) \delta. \quad (4)$$

В дальнейшем упругую часть деформации для простоты будем

обозначать через x , то есть $x = \varepsilon_y = \frac{\sigma}{E_0}$. В общем случае стационарное состояние является по определению устойчивым, но не обязательно состоянием термодинамического равновесия.

Пусть \tilde{W}_{12} и \tilde{W}_{21} – вероятности перехода в единицу времени из состояния $1'$ в состояние $2'$ и наоборот. При этом по Больцману

$$\begin{aligned} \tilde{W}_{12} &= \nu e^{-\tilde{H}_{12}^*} \\ \tilde{W}_{21} &= \nu e^{-\tilde{H}_{21}^*}, \end{aligned} \quad (5)$$

где: \tilde{W}_{12} и \tilde{W}_{21} — вероятности перехода в единицу времени из состояния $1'$ в состояние $2'$ и наоборот, которые определяются приведенной высотой потенциального барьера,

ν — частота подхода к барьеру.

$$\tilde{H}_{12}^* = \frac{\tilde{H}_{12}}{T} = \frac{1}{T} (H - \gamma x^2) = H^* - \gamma^* x^2 \quad (6)$$

$$\tilde{H}_{21}^* = \frac{\tilde{H}_{21}}{T} = \frac{1}{T} (H - U + \gamma x^2) = H^* - U^* + \gamma^* x^2,$$

здесь j — структурно-чувствительный коэффициент, который определяется упругой энергией АКЭ.

В стационарном состоянии

$$m_1^p \tilde{W}_{12} = m_2^p \tilde{W}_{21} \quad (7)$$

$$m_1 + m_2 = m_0,$$

Если в начальный момент времени система находится в равновесном ненапряженном состоянии, то

$$m_1^p W_{12} = m_1^p v e^{-H^*} = m_2^p W_{21} = m_2^p v e^{-H^* + U^*} \quad (8)$$

здесь W_{12} и W_{21} — вероятности перехода в единицу времени из состояния 1 в состояние 2 и наоборот без нагрузки. Из соотношения (8) следует распределение Больцмана, то есть соотношение (2).

Для dm_2 можно написать очевидное кинетическое уравнение

$$dm_2 = [m_1 \tilde{W}_{12} - m_2 \tilde{W}_{21}] dt. \quad (9)$$

С учетом уравнения (4) будем иметь

$$\frac{d}{dt}(\varepsilon - x) = \delta \frac{dm_2}{dt} = \delta [m_1 \tilde{W}_{12} - m_2 \tilde{W}_{21}] = \delta [m_0 \tilde{W}_{12} - (\tilde{W}_{12} + \tilde{W}_{21})(m_2 - m_2^0 + m_2^0)]$$

Или

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}(\varepsilon - x) + (\varepsilon - x)(\tilde{W}_{12} + \tilde{W}_{21}) &= \delta [m_0 \tilde{W}_{12} - (\tilde{W}_{12} + \tilde{W}_{21})m_2^0] = \\ &= \delta [m_0 \tilde{W}_{12} - (\tilde{W}_{12} + \tilde{W}_{21})m_2^p] + \delta (\tilde{W}_{12} + \tilde{W}_{21})(m_2^p - m_2^0) \end{aligned} \quad (10)$$

С учетом (7) будем иметь:

$$\begin{aligned}
m_0 \tilde{W}_{12} - (\tilde{W}_{21} + \tilde{W}_{12}) m_2^p &= m_0 \tilde{W}_{12} - \frac{(\tilde{W}_{21} + \tilde{W}_{12}) m_0 W_{12}}{(W_{21} + W_{12})} = m_0 \frac{\tilde{W}_{12} W_{21} - \tilde{W}_{21} W_{12}}{W_{21} + W_{12}} = \\
&= m_0 \frac{v^2 e^{-2H^* + U^*} (e^{\gamma^* x^2} - e^{-\gamma^* x^2})}{W_{21} + W_{12}} = \frac{2m_0 v e^{-H^*}}{(1 + e^{-U^*})} sh(\gamma^* x^2)
\end{aligned} \quad (11)$$

Введем дополнительные обозначения:

$\tau_p = \frac{1}{v} e^{H^*}$ — внутреннее время релаксации, определяемое

высотой барьера;

$A = e^{U^*}$; $q = \frac{2m_0 A}{1+A} = \frac{2m_0}{1+e^{-U^*}}$ — константа материала, слабо

зависящая от температуры;

$\tau = \frac{t}{\tau_p}$ — безразмерное время;

$\varepsilon^0 = \delta(m_2^0 - m_2^p)$ — начальная деформация в отсутствии упругих напряжений.

С учетом соотношений (10) и (11) окончательный вид локального определяющего уравнения вязкоупругости примет вид:

$$\frac{d}{dt}(\varepsilon - x) + (\varepsilon - x) \left(e^{\gamma^* x^2} + A e^{-\gamma^* x^2} \right) = q sh(\gamma^* x^2) - \varepsilon^0 \left(e^{\gamma^* x^2} + A e^{-\gamma^* x^2} \right) \quad (12)$$

В большинстве случаев начальное состояние, от которого отсчитывается деформация, можно считать равновесным, и в этом случае $\varepsilon^0 \equiv 0$. При наличии нескольких типов АКЭ можно ввести часть конформационной деформации, вызываемой только определенным типом АКЭ, то есть

$$\varepsilon_n = \delta_n \Delta m_{2n} = \delta_n (m_{2n} - m_{2n}^p). \quad (13)$$

Общую деформацию, включая и возможную необратимую часть, можно представить в виде:

$$\varepsilon - x = \sum_{(n)} \Delta m_{2n} \delta_n = \sum_{(n)} \varepsilon_n. \quad (14)$$

Для каждого типа кластеров можно написать определяющее уравнение в виде:

$$\tau_n \dot{\varepsilon}_n + \left(e^{\gamma_n^* x^2} + A_n e^{-\gamma_n^* x^2} \right) \varepsilon_n = q_n sh(\gamma_n x^2). \quad (15)$$

Система уравнений (14) и (15) дает полное детальное описание вязкоупругости ориентированных полимерных материалов. Однако, для описания большинства явлений вязкоупругости достаточно уравнения (12).

Использование уравнения (12) в качестве определяющего уравнения вязкоупругости показывает, что модель с одним типом АКЭ вполне адекватно описывает наблюдаемые экспериментальные данные. Однако, результаты по ползучести для «больших» времен выдерживания под нагрузкой имеют ряд особенностей. Во-первых, они хорошо укладываются в экспоненциальную зависимость, но со значительно большим временем релаксации, то есть для описания длительной ползучести необходимо добавить еще одно слагаемое, не вытекающее из уравнения (12). Во-вторых, данные по длительной ползучести ($t \geq 10$ мин) весьма сильно разбросаны для разных образцов с одной и той же степенью вытяжки.

Отметим, что уравнение (12) является локальным, и линейная плотность АКЭ является случайной величиной. Поэтому определяющее уравнение для всего образца должно содержать поправочные слагаемые. С позиций физики полное описание макроскопической системы должно подчиняться *принципу иерархии времён релаксации*. Согласно этому принципу равновесие сначала наступает на локальном

уровне с соответствующим временем релаксации τ_P , то есть локальная свободная энергия имеет локальный минимум, при этом суммарная свободная энергия не достигает наименьшего значения. Таким образом, механическое напряжение не одинаково по всему образцу. В механике твердого тела этот факт широко известен. Выравнивание свободной энергии (стремление свободной энергии к глобальному минимуму) характеризуется временем релаксации

системы $\tau_c \gg \tau_p$. Этот факт можно учесть, используя теорию возмущений.

Пусть $\psi(q)$ — нормированная функция распределения АКЭ по объему, зависящая от методики приготовления образцов. Обозначим через

$$q_0 = \langle q \rangle = M[q] = \int_{(q)} q \psi(q) dq, \quad (16)$$

$$D_q = \langle (q - q_0)^2 \rangle = \langle q^2 \rangle - q_0^2,$$

соответственно, среднее значение и дисперсия случайной величины q .

При заданном режиме деформирования $\varepsilon(t)$ механическое напряжение x ($x = \frac{\sigma}{E_0}$) есть решение локального уравнения, которое является функцией параметра q , то есть определяется числом «работающих» АКЭ. Обозначим через μ

$$\mu(t) = \int_{(q)} x(q, t) \psi(q) dq. \quad (17)$$

Таким образом, $\mu(t) = \frac{\sigma}{E_0}$ является механическим напряжением, приложенным ко всему образцу, то есть величина, непосредственно определяемая из эксперимента (наблюдаемая физическая величина). Считая, что разброс по q не является значительным (нет макроскопических дефектов структуры),

$$x(q, t) = \mu(t) + y(q, t). \quad (18)$$

$y(q, t)$ — является малой поправкой в локальном уравнении (12). При этом

$$\int_{(q)} y(q, t) \Psi(q) dq \equiv 0. \quad (19)$$

Произведем линеаризацию уравнения (12) с учетом (18), сохраняя только слагаемые первой степени по y . В результате имеем:

$$\begin{aligned} & \frac{d}{d\tau} [(\varepsilon - \mu) - y] + [(\varepsilon - \mu) - y] \left(e^{\gamma^* \mu^2} + Ae^{-\gamma^* \mu^2} \right) + (\varepsilon - \mu) \left(e^{\gamma^* \mu^2} - Ae^{-\gamma^* \mu^2} \right) 2\gamma^* \mu y = \\ & = qsh(\gamma^* \mu^2) + ch(\gamma^* \mu^2) 2\gamma^* \mu y \end{aligned} \quad (20)$$

Умножим левую и правую части уравнения (20) на $\Psi(q)$ и проинтегрируем по всем значениям q с учетом (19), получим следующее выражение:

$$\frac{d}{d\tau} (\varepsilon - \mu) + (\varepsilon - \mu) \left(e^{\gamma^* \mu^2} + Ae^{-\gamma^* \mu^2} \right) = q_0 sh(\gamma^* \mu^2) + 2\gamma^* \mu ch(\gamma^* \mu^2) Z, \quad (21)$$

где поправка Z определяется из условия

$$Z(t) = \int_{(q)} y(q, t) q \Psi(q) dq. \quad (22)$$

Для получения замкнутой системы уравнений умножим выражение (20) на $q\Psi(q)$ и произведем интегрирование по всем возможным значениям q :

$$\begin{aligned} & q_0 \frac{d}{d\tau} (\varepsilon - \mu) - \frac{dZ}{d\tau} + q_0 (\varepsilon - \mu) \left(e^{\gamma^* \mu^2} + Ae^{-\gamma^* \mu^2} \right) - \left(e^{\gamma^* \mu^2} + Ae^{-\gamma^* \mu^2} \right) Z + \\ & + (\varepsilon - \mu) \left(e^{\gamma^* \mu^2} - Ae^{-\gamma^* \mu^2} \right) 2\gamma^* \mu Z = \langle q^2 \rangle sh(\gamma^* \mu^2) + ch(\gamma^* \mu^2) 2\gamma^* \mu \langle q^2 y \rangle \end{aligned} \quad (23)$$

Учтем, что

$$\begin{aligned}
\langle yq^2 \rangle &= \int_{(q)} \psi(q)y(q)q^2 dq = \int_{(q)} \psi(q)y(q) \left[(q - q_0)^2 + 2q_0(q - q_0) + q_0^2 \right] dq = \\
&= 2q_0 Z + \int_{(q)} \psi(q)y(q)(q - q_0)^2 dq \cong 2q_0 Z
\end{aligned}
\tag{24}$$

Здесь второе слагаемое содержит компонент более высокого порядка малости по степени δq . С учетом соотношений (16) и (21) получим:

$$\frac{dZ}{d\tau} + \Theta(\mu, \varepsilon)Z = -sh(\gamma^* \mu^2) D_q,
\tag{25}$$

где:

$$\Theta(\mu, \varepsilon) = \left(e^{\gamma^* \mu^2} + Ae^{-\gamma^* \mu^2} \right) + 2\gamma^* \mu \left[q_0 ch(\gamma^* \mu^2) - (\varepsilon - \mu) \left(e^{\gamma^* \mu^2} - Ae^{-\gamma^* \mu^2} \right) \right]
\tag{26}$$

Таким образом, описание одноосноориентированного полимерного материала с учетом неоднородностей сводится к решению системы двух обыкновенных дифференциальных уравнений, связывающих между собой деформацию $\varepsilon(t)$ (режим деформирования), $\mu(t)$ — усредненное механическое напряжение внутри образца и усредненную поправку к механическому напряжению Z . Окончательно, данную систему уравнений можно представить в виде:

$$\begin{aligned}
\frac{d}{d\tau} (\varepsilon - \mu) + (\varepsilon - \mu) \left(e^{\gamma^* \mu^2} + Ae^{-\gamma^* \mu^2} \right) &= q_0 sh(\gamma^* \mu^2) + 2\gamma^* \mu ch(\gamma^* \mu^2) Z \tag{27} \\
\frac{dZ}{d\tau} + \Theta(\mu, \varepsilon)Z &= -sh(\gamma^* \mu^2) D_q.
\end{aligned}$$

Система уравнений (27) дает полное описание процессов вязкоупругости в изучаемых одноосноориентированных полимерных

материалах. Решение задачи Коши для системы (27) требует задания начальных условий, а также вида режима деформирования.

В качестве реологической модели поведения полимерного материала вместо классических демпферов и гукских пружин (обобщенные модели Максвелла и Кельвина-Фойгта) предлагается модель последовательно соединенных упругих пружин АКЭ с двумя устойчивыми состояниями, подчиняющихся законам статистической механики.

Список литературы:

1. Алфрей Т. Механические свойства высокополимеров. — М.: ИЛ, 1952. — 720 с.
2. Бугаков И. И. Ползучесть полимерных материалов. — М.: Наука, 1973. — 288 с.
3. Гроссберг А.Ю., Хохлов А.Р. Статистическая физика макромолекул. — М.: Наука, 1989. — 344 с.
4. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Вариант моделирования нелинейно-наследственной вязкоупругости полимерных материалов // Известия РАН. Механика твердого тела. — 2009. — № 1. — С. 155—165.
5. Екельчик В.С., Рябов В.М. Об использовании одного класса наследственных ядер в линейных уравнениях вязкоупругости // Механика композитных материалов. 1981. № 3. — С. 393—404.
6. Макаров А.Г., Демидов А.В. Методы математического моделирования механических свойств полимеров. — СПб.: Изд-во СПГУТД, 2009. — 392 с.
7. Макаров А.Г., Демидов А.В. Оптимизация методов спектрального моделирования деформационных процессов полимеров. — СПб.: Изд-во СПГУТД, 2008. — 280 с.
8. Работнов Ю. Н. Элементы наследственной механики твердых тел. — М.: Наука, 1977. — 384 с.
9. Рымкевич П.П., Сталевич А.М. Кинетическая теория конформационных переходов в полимерах // Физико-химия полимеров: сб. науч. тр. Тверской гос. ун-т. Вып. 5. — Тверь, 1999. — С. 52—58.
10. Рымкевич П.П., Романова А.А., Горшков А.С., Макаров А.Г. Физические основы вязкоупругого поведения ориентированных аморфно-кристаллических полимеров // Известия вузов. Технология легкой промышленности. — 2012. — № 2. — С. 70—73.
11. Сталевич А. М. Деформирование ориентированных полимеров. — СПб.: Изд-во СПГУТД, 2002. — 250 с.
12. Сталевич А.М., Макаров А.Г. Простейший вариант наследственного ядра релаксации ориентированного аморфно кристаллического полимера // Физико-химия полимеров: сб. науч. тр. Тверской гос. ун-т. Вып. 5. — Тверь, 1999. — С. 58—64.
13. Сандитов Д.С., Бартенев Г.М. Физические свойства неупорядоченных структур. — Новосибирск: Наука, 1982. — 259 с.
14. Ферри Дж. Вязкоупругие свойства полимеров. — М.: Наука, 1970.— 535 с.
15. Romanova A.A., Rymkevich P.P., Gorshkov A.S., Stalевич A.M., Ginzburg B.M. A New Phenomenon — Amplitude-Modulated Free Oscillations (Beatings) in Loated, Highly Oriented Fibers from Semi crystalline Polymers // Journal of Macromolecular Science. Part B: Physics. — 2007. — № 46. — P. 467—474.

3.2. РАДИОФИЗИКА

ЭФФЕКТ ВЫНУЖДЕННОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ В БЛИЖНЕПОЛЕВОМ МИКРОВОЛНОВОМ СКАНИРУЮЩЕМ МИКРОСКОПЕ С АКТИВНЫМ ЗОНДОМ ГЕНЕРАЦИОННОГО ТИПА

Гайдай Юрий Алексеевич

канд. физ.-мат. наук, доцент КНУ имени Тараса Шевченко, г. Киев

Сидоренко Владимир Семенович

*канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. КНУ имени Тараса Шевченко,
г. Киев*

E-mail: sidor1944@ya.ru

Синькевич Олег Владимирович

инженер КНУ имени Тараса Шевченко, г. Киев

E-mail: osinkevich@ya.ru

Микроволновая сканирующая микроскопия (МСМ) — это современный метод исследования характеристик диэлектрических и полупроводниковых материалов [4]. Он обеспечивает высокую точность, локальность измерений и нередко сочетается с другими типами сканирующей зондовой микроскопии.

Принцип работы микроволновых микроскопов резонаторного типа основан на измерении сдвига резонансной частоты и добротности СВЧ зонда при внесении в его ближнее поле исследуемого объекта. В настоящее время часто применяются зонды на основе высокодобротного $\lambda/4$ коаксиального полуоткрытого резонатора с иглой на центральной жиле. Такая конструкция обеспечивает высокую локализацию поля в области иглы зонда.

Резонансную частоту и добротность нагруженного зонда можно определить с помощью СВЧ анализатора цепей. Однако точность таких измерений будет невысокой, поэтому на практике применяются различные аппаратные схемы измерения параметров резонатора. Чаще всего используются различные компенсационные и модуляционные методы. Они обеспечивают высокую точность измерений, но содержат

большое количество дополнительных элементов и являются достаточно сложными.

Нами была предложена конструкция микроволнового микроскопа [1], в которой резонаторный СВЧ зонд является частото-задающим элементом генератора (рис. 1а). В предложенной схеме активного зонда (АЗ) генерация автоматически возникает на частоте максимума резонансной характеристики. Измеряя ее непосредственно частотомером можно с высокой точностью определять малые смещения резонансной частоты зонда. Как и в большинстве аналогичных конструкций микроволновых сканирующих микроскопов, зонд неподвижно закреплялся над объектом, который перемещался с помощью автоматизированного координатного столика. Параметры созданного прототипа микроскопа следующие: рабочая частота 2,1—2,2 ГГц, стабильность частоты 1 кГц, минимальный шаг сканирования 2 мкм.

С помощью микроскопа проводились эксперименты по визуализации материальных параметров объектов и скрытых дефектов в СВЧ диапазоне. На рис. 1б показано изображение фрагмента микросхемы ТМ5, на котором видны дорожки в приповерхностном слое.

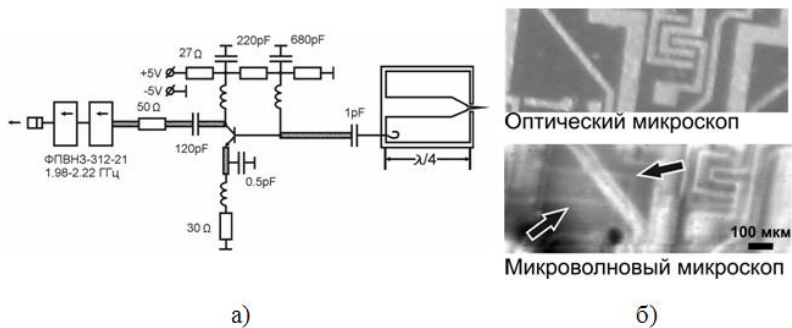


Рисунок 1. Схема ближнеполевого микроволнового микроскопа с активным зондом (а) и полученное с его помощью изображение фрагмента микросхемы (б)

Кроме визуализации неоднородностей диэлектрической проницаемости микроволновый микроскоп способен также работать в режиме визуализации локального поля [3]. Зонд на основе $\lambda/4$ коаксиального резонатора чувствителен к вертикальной компоненте электрического поля с резонансной (или достаточно близкой к ней) частотой.

В традиционной схеме микроскопа сигнал на детекторе, подключенном к выводу резонатора, будет пропорционален амплитуде поля.

В отличие от пассивных методик измерения, в нашем микроволновом микроскопе с АЗ наблюдается эффект вынужденной синхронизации частоты генерации с частотой внешнего поля. На рис. 2 показана зависимость частоты измеряемого частотомером сигнала от частоты внешнего поля. В литературе часто встречается аналогичные зависимости в виде функции частоты биений от расстройки, как показано на вставке рис.2.

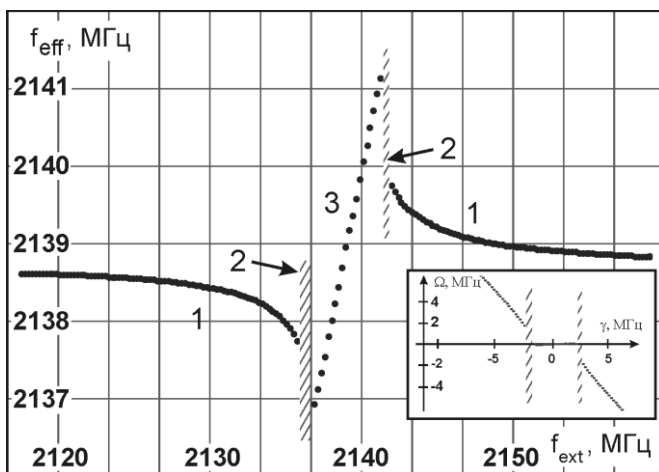


Рисунок 2. Зависимость измеряемой частоты с выхода активного зонда от частоты внешнего поля

Область 1 — квазипериодический режим работы активного зонда. Частота генерации здесь не меняется (это видно с помощью анализатора спектра и согласуется с классической теорией вынужденной синхронизации), однако, меняется так называемая «наблюдаемая» или «эффективная» частота, которая и измеряется частотомером. Из-за наличия шумов точка бифуркации превращается в область бифуркации 2 (в которой частотомер не способен зафиксировать частоту), за которой следует собственно режим захвата частоты 3.

Была измерена ширина области вынужденной синхронизации для нескольких значений мощности внешнего поля. Его источником выступал стандартный СВЧ коннектор, поднесенный к зонду (как показано на вставке рис. 3). Данный ряд измерений позволяет отобразить область синхронизации (рис. 3) или так называемый язык

Арнольда [2]. К сожалению, при мощности меньше 1 мВт, область вынужденной синхронизации значительно уменьшается и для ее наблюдения необходим источник сигнала с высокой стабильностью и точностью установки частоты. Используемый нами генератор Г4-122 не обеспечивает достаточные значения этих параметров для исследования пороговой чувствительности эффекта к мощности внешнего поля.

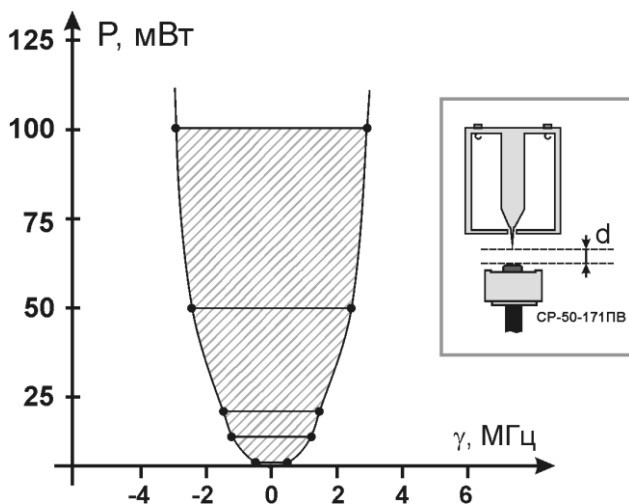


Рисунок 3. Область вынужденной синхронизации частот при разной мощности внешнего сигнала

Нами было предложено использовать выведение активного зонда в квазипериодический режим (область 1 на рис. 2) для увеличения точности измерения малых смещений резонансной характеристики зонда. Как показано на рис. 4а, вблизи точки перехода к синхронизации, смещение эффективной частоты существенно превосходит смещение резонансной частоты СВЧ зонда. Другими словами, вблизи точки бифуркации при фиксированной частоте внешнего поля, даже незначительное изменение резонансной частоты зонда приводит к значительному изменению частоты биений. Вблизи перехода к синхронизации ее можно оценить как $\Omega \sim \sqrt{\gamma - \gamma_{\max}}$ [2]. Тогда коэффициент усиления сигнала

$$k_s = \alpha \frac{\sqrt{\gamma - \gamma_{\max}} + \Delta f_r - \sqrt{\gamma - \gamma_{\max}}}{\Delta f_r}.$$

При $\gamma = \gamma_{\max}$ получим $k_s^{\max} = \frac{\alpha}{\sqrt{\Delta f_r}}$,

где: α — определяется при калибровке,

Δf_r — сдвиг резонансной частоты зонда.

В то же время уровень шума увеличивается в k_n раз

$$k_n = \frac{\eta_g + \eta_{ext} k_s}{\eta_g},$$

где: η_g — исходный шум активного зонда,

η_{ext} — шум внешнего источника.

В качестве источника внешнего сигнала можно использовать высокостабильный синтезатор частоты, который достаточно перестраивать с дискретным шагом для выхода в нужную рабочую точку. Таким образом, можно считать $\eta_{ext} \ll \eta_g$ и усилением шума фактически можно пренебречь.

Существенную нелинейность коэффициента усиления можно считать недостатком предложенного метода. Тем не менее, достаточно большие отклонения Δf_r фиксируются и без применения дополнительных методик. Данный способ повышения чувствительности может применяться опционально при исследовании объектов с низкой диэлектрической контрастностью.

Для экспериментального подтверждения предложенного метода сканировались дефекты в образце СВЧ керамики ($\epsilon_r=16$). Результаты сканирования показаны на рис. 46.

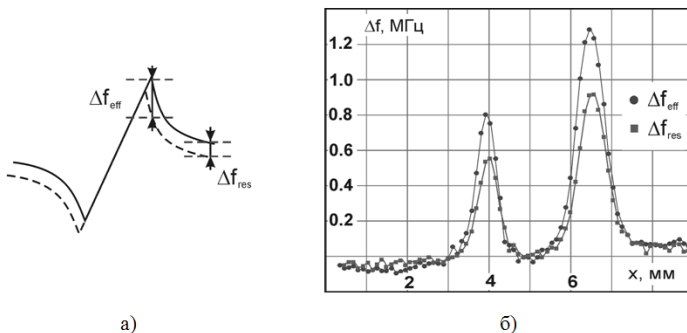


Рисунок 4. Изменение эффективной и резонансной частоты (а) и результат сканирования объекта в квазипериодическом и обычном режиме (б)

Из-за низкой стабильности используемого внешнего генератора не удалось выйти в рабочую точку с достаточной крутизной, поэтому прирост сигнала составил всего — 1,5 раза. Однако согласно нашим оценкам при использовании синтезатора соотношение сигнал/шум для малых отклонений ε_r может быть увеличено на порядок.

Таким образом, квазипериодический режим зонда генерационного типа может быть использован для увеличения чувствительности при исследовании образцов с низкой диэлектрической контрастностью. Особенно актуальным является применение данного метода для диэлектриков с высоким значением ε_r , при исследовании которых чувствительность МСМ существенно снижается.

Список литературы:

1. Пат. № 60519 Україна, МПК7 G 01 В 7/34. Пристрій для ближньопольової мікроскопії діелектричних об'єктів / В.С. Сидоренко, Ю.О. Гайдай, О.В. Сінкевич, С.В. Жила; заявник і патентовласник Київський національний університет імені Тараса Шевченка. — № 2002119038; заявл. 13.11.2002; опубл. 15.10.2003, Бюл. № 10.
2. Пиковский А. Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление / А. Пиковский, М. Розенблом, Ю. Куртс — М.: Техносфера, 2003. — 496 с.
3. Dutta S.K. Imaging microwave electric fields using a near-field scanning microwave microscope / S.K. Dutta, C.P. Vlahacos, D.E. Steinhauer, A.S. Thanawalla, B.J. Feenstra, F.C. Wellstood, S.M. Anlage, H.S. Newman // Applied physics letters. — 1999. — Vol. 74, № 1. — P. 156—158.
4. Rosner V.T. High-frequency near-field microscopy / V.T. Rosner, D.W. Van Der Weide // Review of scientific instruments. — 2002. — Vol. 73, № 7. — P. 2505—2522.

СЕКЦИЯ 4.

БИОЛОГИЯ

4.1. МЕДИЦИНСКАЯ БИОЛОГИЯ

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЧЁЛ В УСЛОВИЯХ ДИСКРЕТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМП ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Петров Владимир Александрович

*аспирант ННГУ,
г. Н. Новгород*

Хомутов Александр Евгеньевич

*д-р биол. наук, профессор ННГУ,
г. Н. Новгород*

В последние годы заговорили о КПС — коллапсе пчелиных семей, который проявляется в ослаблении семей осенью и слётом пчёл. Термин «Colony Collapse Disorder» (коллапс — полный упадок) впервые применили в США для обозначения явления, когда ульи с внешне нормальными в конце сезона семьями осенью вдруг оказываются без пчёл. При этом погибших пчёл нет ни на дне улья, ни вокруг него. Остаются нетронутыми медовые запасы с небольшим числом пчёл и маткой, которые обречены на гибель. Это явление приняло массовый характер в США, Европе: Греции, Италии, Испании, Польше, Португалии, Хорватии, Швейцарии и России [6, 8, 9, 11].

Многие исследователи во всём мире соглашаются, что существует ряд факторов, которые могут негативно влиять на пчёл. Новое поколение пестицидов + совместное воздействие группы пестицидов. Накопление в воске остатков препаратов, которые применяют против варроатоза. Прямые и сопутствующие разрушения, вызванные варроатозом + неизвестные вирусы, ухудшение биоразнообразия — небольшой набор пыльцы, новые заболевания, стресс, вызванный

переменной погоды, миграцией семей пчёл, плохим питанием, электромагнитные излучения (особенно радиостанций, TV, мобильных телефонов и других приборов), влияние генетически модифицированных растений [1, 2, 6, 7, 12].

В конце прошлого столетия были проведены многочисленные исследования влияния антропогенных электромагнитных полей на физиологические показатели и экстерьерные признаки пчел, однако эти эксперименты проводились при высокой напряжённости электрических полей [4, 10, 13]. В нашу задачу входило исследование изменений экстерьерных признаков пчёл при действии низкоамплитудных электрических полей.

Работа была выполнена на 24 полноценных пчелиных семьях, содержащихся в 12-рамочных ульях, в течение 2011—2012 гг. Пчелиные семьи были разделены по группам в связи с условиями эксперимента: первая группа — контрольная, в которой содержались интактные пчёлы, не подвергавшиеся действию электрических полей; вторая группа подвергалась воздействию через каждые 5 дней в течение июня — августа, третья группа — через каждые 10 дней, четвёртая — через каждые 15 дней.

Для индукции электромагнитного поля на пчёл на кафедре физиологии и биохимии человека и животных ННГУ было разработано устройство, включающее генератор напряжения с диапазоном амплитуды 0—100 В. Пчёлы подвергались воздействию электромагнитного поля (ЭМП) напряжённостью 30 В/см. в течение 3-х часов в одно и то же время с 9.00 до 12.00 часов. Индуктор ЭМП в виде электродной сетки располагался в надрамочном пространстве улья.

Оценку экстерьера производили по общепринятым методам [5], промеряя длину и ширину правого переднего крыла, подсчитывали число зацепок на заднем крыле, вычисляли кубитальный индекс.

Статистическая обработка экспериментальных данных была выполнена с помощью программы «Биостат». Для сравнения нескольких групп использовали однофакторный дисперсионный анализ и критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони для множественных сравнений [3].

В контрольной группе пчелиных семей максимального размера длина крыла достигала к концу июля ($9,04 \pm 0,03$ мм), а к концу августа снижалась до $8,94 \pm 0,05$ мм. В конце июня эта величина равнялась $8,76 \pm 0,05$ мм. Таким образом, наибольшее различие показателей длины крыла составляло 3,2 % (рис. 1).

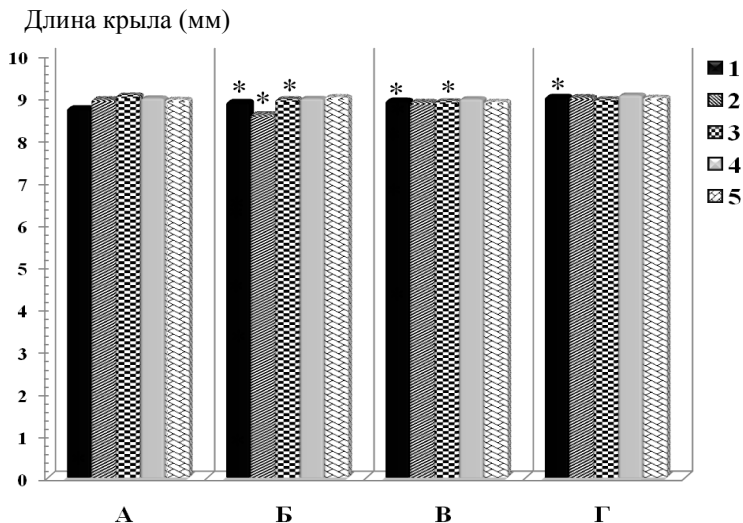


Рисунок 1. Влияние ЭМП низкой напряжённости на изменение длины переднего крыла в течение летнего периода
А — Контроль; Б — Воздействие ЭМП каждые 5 дней;
В — Воздействие ЭМП каждые 10 дней; Г — Воздействие ЭМП каждые 15 дней; 1—5 — номера заборов для фиксации пчёл;
*** — Различия между контрольными и экспериментальными группами статистически значимы ($p \leq 0,05$)**

В течение пчеловодного сезона изменялась длина крыла и в экспериментальных группах пчелиных семей. При 5-ти дневном раздражении минимальное значение длины крыла отмечалось в начале июля ($8,60 \pm 0,06$ мм), а максимальное в конце августа — $9,01 \pm 0,03$ мм, что составило 4,8 % , при 10-ти дневном режиме — процент прироста снижался до 0,6 % , а при 15-дневном — до 0,5 % (рис. 1).

Измерение ширины правого переднего крыла показало, что в течение сезона как в контрольной, так и в экспериментальных группах пчел этот показатель незначительно варьировал. Однако, следует отметить, что в первой экспериментальной группе, в которой пчелы подвергались действию импульсного тока каждые 5 дней, ширина крыла увеличивалась с $3,02 \pm 0,02$ мм в конце июня до $3,12 \pm 0,02$ в конце августа (рис. 2).

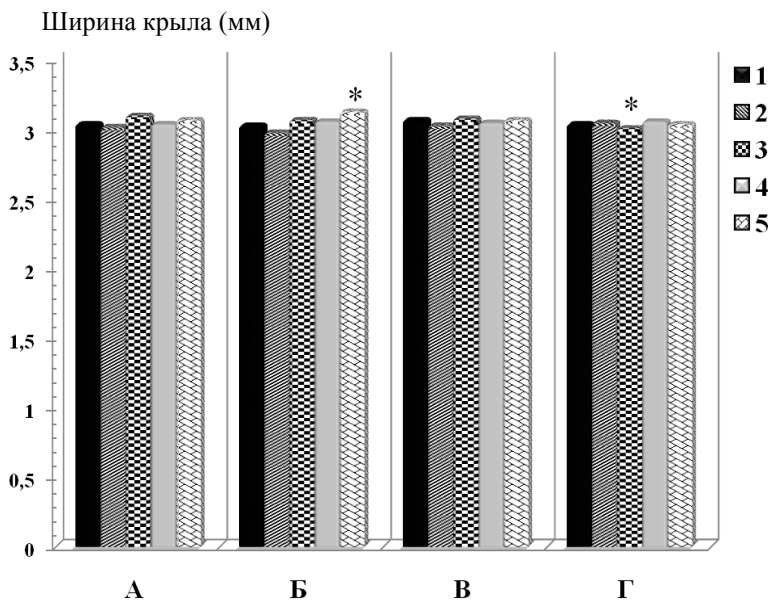


Рисунок 2. Влияние ЭМП низкой напряжённости на изменение ширины правого переднего крыла в течение летнего периода
A — Контроль; Б — Воздействие ЭМП каждые 5 дней;
В — Воздействие ЭМП каждые 10 дней; Г — Воздействие ЭМП каждые 15 дней; 1—5 — номера заборов для фиксации пчёл;
*** — Различия между контрольными и экспериментальными группами статистически значимы ($p \leq 0,05$)**

Большинство источников литературы утверждает, что кубитальный индекс не подвержен сезонным колебаниям [5], тем не менее, как показали наши исследования, в контрольной серии опытов, где пчелы не подвергались воздействию электрического тока, имеются достоверные различия величин кубитального индекса (рис. 3).

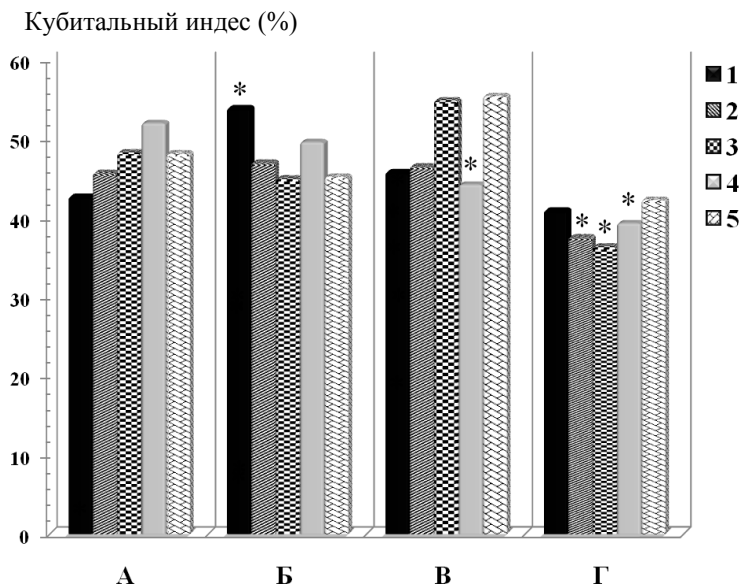


Рисунок 3. Влияние ЭМП низкой напряжённости на изменение кубитального индекса в течение летнего периода; А — Контроль; Б — Воздействие ЭМП каждые 5 дней; В — Воздействие ЭМП каждые 10 дней; Г — Воздействие ЭМП каждые 15 дней; 1—5 — номера заборов для фиксации пчёл; * — Различия между контрольными и экспериментальными группами статистически значимы ($p \leq 0,05$)

Так, если в конце июня величина кубитального индекса составляла $42,7 \pm 1,53$ %, то в начале августа эта величина равнялась $52,0 \pm 1,92$ % ($p \leq 0,05$). В большинстве экспериментов величина сезонных колебаний кубитального индекса недостоверно отличается друг от друга в разные периоды сезона. Единственным достоверным различием следует считать снижение кубитального индекса в группе семей, подвергавшихся раздражению каждые 15 дней. Так, в конце июня кубитальный индекс равнялся $41,3 \pm 0,91$ %, а в конце июля — $37,3 \pm 0,88$ % ($p \leq 0,05$).

В течение сезона в контрольной группе пчелиных семей, а также в экспериментальных группах, подвергавшихся воздействию импульсного тока через 5, 10 и 15 дней достоверных различий в количестве зацепок заднего правого крыла не отмечалось (рис. 4).

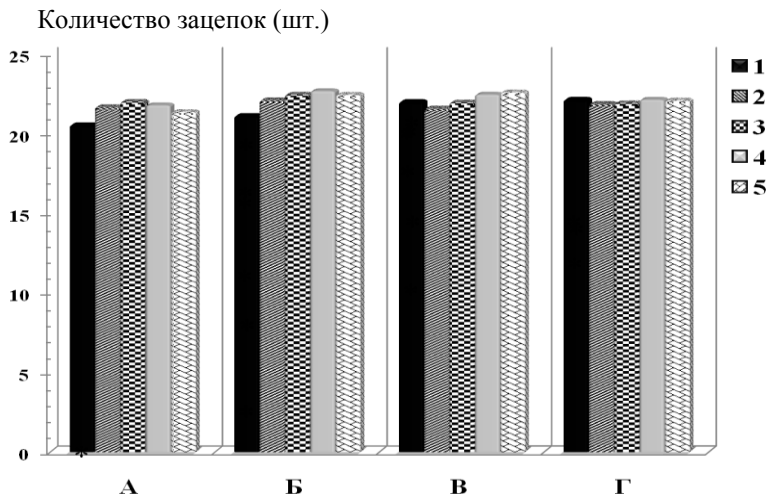


Рисунок 4. Влияние ЭМП низкой напряжённости на изменение количества зацепок на заднем правом крыле в течение летнего периода

*А — Контроль; Б — Воздействие ЭМП каждые 5 дней; В — Воздействие ЭМП каждые 10 дней; Г — Воздействие ЭМП каждые 15 дней; 1—5 — номера заборов для фиксации пчёл; * — Различия между контрольными и экспериментальными группами статистически значимы ($p \leq 0,05$)*

Таким образом, действие ЭМП низкой напряжённости практически не оказывало влияния на исследуемые признаки. Следует отметить достоверные отличия от контрольной группы семей величины кубитального индекса, который является признаком породной принадлежности пчёл [5].

Список литературы:

1. Батуев Ю.М., Гробов О.Ф., Березина Л.К., Сичанок Е.В., Сазонова С.А. Опустошительная гибель пчёл в США // Пчеловодство. — 2008. — № 5. — С. 28—30.
2. Батуев Ю.М., Карцев В.М., Березин М.В. Проблема сокращения численности семей пчёл // Пчеловодство. — 2010. — № 4. — С. 28—30.
3. Гланц Стентон. Медико-биологическая статистика. — М.: Практика, 1999. — 459 с.

4. Еськов Е.К., Брагин И.И. Действие электрических полей высоковольтных линий электропередач на пчёл // Доклады ВАСХНИЛ. — 1984. — № 11. — С. 39—40.
5. Лебедев В.И., Биляш Н.Г. Биология медоносной пчелы. М.: Агропромиздат, 1991. — 239 с.
6. Николаенко В.П. Генетический подход к коллапсу пчелиных семей // Пчеловодство. — 2010. — № 2. — С. 28.
7. Пантюхина С. Коллапс пчелиных семей: цельная картина из маленьких кусочков // Пчеловодство. — 2008. — № 1. — С. 28—29.
8. Пономарёв А.С. Только факты // Пчеловодство. — 2009. — № 7. — С. 14—15.
9. Риттер В. Гибель пчёл в США: медоносная пчела в опасности // Пчеловодство. — 2007. — № 9. — С. 28—29.
10. Bindokas V.P., Greenberg B., Gauger J.R. Effect of a 765-kV, 60-Hz transmission line on honey bees // Trends Elec. Util. Res. New York, 1984. — P. 387—396.
11. Chen Y., Evans J.D. Historical Presence of Israeli Acute Paralysis Virus in the United States // American Bee J. — 2007. — P. 218—226.
12. Hayes J. Colony Collapse Disorder // American Bee J. — 2007. — P. 158—165.
13. Horn H. Bienen im elektrischen Feld // Apidologie. — 1982. — Vol. 13, № 1. — S. 79—82.

4.2. ФИЗИОЛОГИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ КРЫС ПРИ ИНГАЛЯЦИИ ПРЕПАРАТА «АПИНАЛИН» НА ФОНЕ АДРЕНАЛОВОГО ОТЕКА ЛЕГКИХ

Копылова Светлана Вячеславовна

*доцент, канд. биол. наук, доцент ННГУ,
г. Нижний Новгород*

Старателева Юлия Андреевна

*канд. биол. наук, ассистент ННГУ,
г. Нижний Новгород
E-mail: sua13@mail.ru*

Исследовано изменение структурно-функционального состояния мембран эритроцитов крыс при ингаляционном введении препарата «Апиналин» в условиях адrenaлового отека легких. Показано, что развитие у крыс отека легких привело к дестабилизации фосфолипидного компонента эритроцитарной мембраны и снижению электрофоретической подвижности клеток. Курсовая ингаляция препаратом «Апиналин» способствовала нормализации соотношений фосфолипидных фракций мембран: снижению уровня лизофосфатидилхолина, повышению количества сфингомиелина, фосфатидилхолина и фосфатидилэтаноламина, что было сопряжено с повышением электрофоретической подвижности эритроцитов.

Введение

В последнее время все большее значение приобретает необходимость использования природных соединений с целью оптимизации лечения при ряде патологий, в том числе заболеваний дыхательной системы. Особое место среди таких соединений занимают продукты пчеловодства. Установлено, что они оказывают широкий спектр действия на организм, обладая противомикробным, противовоспалительным, биостимулирующим, анестезирующим действием [3]. По-видимому, особенно эффективным является использование апипродуктов в виде различных комплексов, поскольку

они способны оказывать более выраженное лечебное действие на организм. Одним из таких комплексов является препарат «Апингалин», приготовленный на основе пчелиного прополиса и маточного молочка.

С другой стороны, известно, что в патогенезе ряда заболеваний особое место занимают нарушения структурно-функциональных характеристик мембран клеток, в частности эритроцитов, во многом определяющих протекание физиологических и биохимических процессов во всем организме. В связи с этим, анализ изменения электрофоретической подвижности (ЭФП) и фосфолипидного спектра эритроцитов может иметь важное значение при решении проблем возникновения и терапии различных заболеваний. Исходя из вышеизложенного, целью работы явилось: исследование изменения структурно-функционального состояния эритроцитов крыс при ингаляции препарата «Апингалин» на фоне моделирования адrenaльного отека легких.

Экспериментальная часть.

Исследования проводились на белых крысах, самках, весом 150—180 грамм. Животные были разделены на группы. К первой — интактной — группе относились здоровые животные. Крысам второй — контрольной — группы моделировали адrenaльный отек легких (ОЛ). Для этого им внутривентриально вводили адrenaлин в дозе 0.5 мг/кг [6]. Третью — опытную — группу составили животные с отеком легких, которых в течение 10 дней по 10 минут ингалировали препаратом «Апингалин», представляющим собой водноспиртовую суспензию пчелиного маточного молочка и прополиса.

ЭФП эритроцитов исследовали методом микроэлектрофореза. Липидный спектр эритроцитов определяли с помощью метода одномерной тонкослойной хроматографии. Фракционирование (разгонку) осуществляли в системе хлороформ — метанол — вода (65:25:4). Хроматограммы сканировали на сканере Epson stylus CX4700, результаты обрабатывали с помощью программы «Onedscan» для Windows 98. Расчеты фракций ФЛ производили в % относительно общего содержания фосфолипидов. Применение данного метода позволило выявить 4 фракции фосфолипидов: лихофосфатидилхолин (ЛФХ), сфингомиелин (СМ), фосфатидилхолин (ФХ), фосфатидилэтаноламин (ФЭА).

Результаты и их обсуждение.

В ходе эксперимента было установлено, что развитие у крыс ОЛ повлекло за собой изменения функционального состояния мембран эритроцитов: произошло снижение ЭФП эритроцитов на 15 % относительно интактной группы животных (рис. 1).

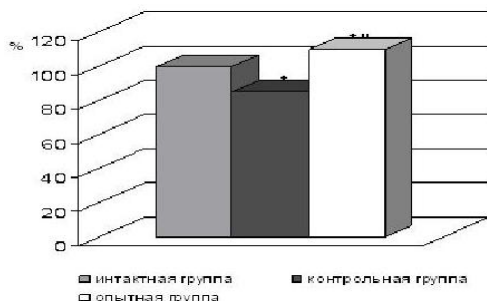


Рисунок 1. Изменение ЭФП эритроцитов крыс при ингаляционном введении препарата «Апингалин» на фоне отека легких

* — достоверность различия показателей по отношению к интактной группе животных ($p < 0,05$); ** — достоверность различия показателей по отношению к контрольной группе животных ($p < 0,05$).

Анализ липидного спектра эритроцитов показал наличие существенных изменений фосфолипидного компонента мембран. Произошло значительное увеличение количества ЛФХ — в 4 раза по сравнению с интактной группой ($p < 0,05$) (рис. 2).

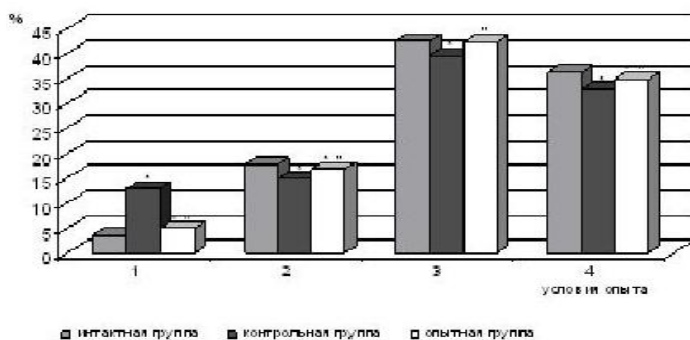


Рисунок 2. Изменение фосфолипидного спектра мембран эритроцитов крыс при ингаляции препарата «Апингалин» на фосфолипидный спектр в условиях отека легких: 1 — ЛФХ; 2 — СМ; 3 — ФХ; 4 — ФЭА

* — достоверность различия показателей по отношению к интактной группе животных ($p < 0,05$); ** — достоверность различия показателей по отношению к контрольной группе животных ($p < 0,05$)

При этом были выявлены однонаправленные изменения фракций ФХ, СМ и ФЭА сторону их уменьшения на 6,6 %, 17,6 % и 9,6 % соответственно, относительно группы «интактные животные» ($p < 0,05$) (рис. 2).

Результаты исследования ФЛ эритроцитов позволили вычислить коэффициент $\text{ФХ}^2/\text{СМ} \cdot \text{ЛФХ}$, характеризующий проницаемость мембран. Было выявлено его снижение в контрольной группе в 3,5 раза относительно интактных животных.

Обсуждая данные, касающиеся изменения ЭФП эритроцитов, следует отметить, что феномен движения клеток крови в электрическом поле связан, прежде всего, с величиной поверхностного заряда клеток, который во многом определяет их функциональное состояние. Вероятно, нарушение функциональной активности эритроцитов при отеке легких обусловлено снижением электроотрицательности клеток, что, в свою очередь, может быть связано со структурными изменениями эритроцитов, а именно — модификацией фосфолипидного спектра мембран, о чем свидетельствуют полученные результаты. Так, было выявлено значительное нарушение соотношений между мембранодеструктивными и мембраностабилизирующими фракциями в сторону снижения последних и значительного увеличения уровня ЛФХ — наиболее цитотоксичной фракции. Возможно, ее высокое содержание является следствием избыточной активности фосфолипидных реакций, характерных для воспалительного процесса, и приводящих к накоплению лизоформ ФЛ, характеризующихся высокими детергентными свойствами [1].

Наличие мембранодеструктивных процессов подтверждает и уменьшение фракции ФХ, являющегося стабилизатором фосфолипидного бислоя эритроцитарных мембран, а так же снижение количества СМ и ФЭА. Как известно, СМ находится преимущественно в поверхностном слое плазматической мембраны, а ФЭА — во внутреннем, следовательно, в эритроцитарных мембранах происходят структурные нарушения на протяжении всего липидного бислоя. Кроме того, известно, что ФЭА принадлежит к легкоокисляемым фракциям и является основным субстратом перекисного окисления липидов (ПОЛ), в связи с этим, можно предположить, что уменьшение содержания данной фракции обусловлено интенсификацией ПОЛ при ОЛ. Повышенная активность ПОЛ влечет за собой повышение проницаемости мембран, утечку из клеток ионов калия и снижение ЭФП, что подтверждается полученными данными [2, с. 4].

Выявленное снижение коэффициента $\text{ФХ}^2/\text{СМ} \cdot \text{ЛФХ}$ по сравнению с нормой так же указывает на повышение проницаемости

мембран, и подтверждает данные об усилении активности фосфолипаз и накоплении лизопроеизводных ФЛ [6].

Таким образом, развитие у крыс отека легких привело к дестабилизации фосфолипидного компонента эритроцитов, что повлекло за собой снижение суммарного заряда клеток и, как следствие, нарушение функциональной полноценности эритроцитарной мембраны.

Ингаляционная терапия животных препаратом на основе маточного молочка и прополиса «Апингалин» способствовала нормализации изучаемых параметров. Наблюдалось достоверное увеличение ЭФП эритроцитов на 25 % относительно контрольной группы животных (рис. 1). Была выявлена тенденция к восстановлению нормального соотношения между фракциями ФЛ эритроцитов. Обнаружено заметное снижение фракции ЛФХ — в 2,6 относительно контрольной группы ($p < 0,05$) (рис. 2). Произошло повышение уровня ФЭА на 5,7 %, а так же увеличение количества СМ — почти на 12,2 % и ФХ — на 6,3 % по сравнению с контрольной группой животных ($p < 0,05$) (рис. 2). Расчет интегрального коэффициента проницаемости $ФХ^2/СМ \cdot ЛФХ$ показал значительное увеличение его по сравнению с контрольной группой — в 2 раза.

По-видимому, нормализация структурного состояния эритроцитов обусловила повышение электрокинетического потенциала и, как результат, улучшение функциональных свойств эритроцитов, на что указывает повышение ЭФП клеток.

Вероятно, одним из механизмов восстановления соотношений липидного компонента после курсовой ингаляции «Апингалином» может быть торможение повышенного ПОЛ, которым сопровождалось развитие отека легких. Немаловажную роль при этом играют биофлавоноиды прополиса, которые, как известно, за счет своей структуры в той или иной степени обладают антиоксидантными свойствами и являются ловушкой для свободных радикалов.

Так, в опытной группе животных было отмечено значительное снижение фракции ЛФХ, обладающей мембранотоксическим и мембранолитическим действием. Мы считаем, что это связано с ингибированием эндогенных фосфолипаз антиоксидантами прополиса. В результате, по всей видимости, происходит торможение гидролитического окисления жирных кислот, приводящего к образованию деструктивной фракции ЛФХ и субстратов ПОЛ — ненасыщенных жирных кислот [1, с. 6].

Еще одной характеристикой мембраностабилизирующих процессов в эритроцитах можно считать повышение количества СМ и ФХ. Известно, что СМ входит в состав липопротеиновых комплексов

Na-K-АТФазы, следовательно, повышение его количества отразится на активности АТФазы, и, следовательно, — на электрокинетических свойствах эритроцитарных мембран [4]. В частности, после курсовой ингаляции крыс препаратом «Апингалин» прослеживается тенденция к восстановлению нормальной проницаемости эритроцитов, на что указывает повышение коэффициента $\Phi X^2/СМ \cdot ЛФХ$ по сравнению с контрольной группой. Очевидно, это привело к стабилизации эритроцитарных мембран и улучшению структурно-функциональных характеристик эритроцитов.

Исходя из полученных результатов, можно заключить, что курсовая ингаляция крыс препаратом «Апингалин» в условиях адrenaльного отека легких способствовала модификации структуры эритроцитарных мембран в сторону более оптимального состава фосфолипидного спектра, что является необходимым условием нормального функционирования клетки. По-видимому, это обусловило нормализацию физико-химических свойств эритроцитов и, следовательно, привело к восстановлению функциональной активности клеток, на что указывает повышение ЭФП.

Список литературы:

1. Евдокимова Е.В. Влияние Учумской грязи на структурно-функциональное состояние мембран эритроцитов в динамике лечения больных остеохондрозом позвоночника: Автореф. дис. канд. мед. наук. — Красноярск, 2005. — 25 с.
2. Клеменова И.А. Клинико-патогенетическая роль структурно-функциональной организации плазматических мембран при псориазе: Автореф. дис. д-р мед. наук. — М., 2008. — 40 с.
3. Крылов В.Н., Агафонов А.В., Кривцов Н.И., Лебедев В.И. и др. Теория и средства апитерапии. М.: Комильфо, 2007. — 296 с.
4. Крылов В.Н., Дерюгина А.В., Антипенко Е.А. Типовые изменения электрофоретической подвижности эритроцитов и их фосфолипидный состав при разных заболеваниях // Клиническая лабораторная диагностика. — 2009. — № 9. — С. 37—40.
5. Попов В.Г., Тополянский В.Г. Отек легких. М., 1975. — 60 с.
6. Преснухина Н.Г. Структурно-функциональное состояние эритроцитов при псориазе и КВЧ-воздействии: Автореф. дис. канд. биол. наук. — Н. Новгород, 2005. — 22 с.

СТРУКТУРА ПИТАНИЯ УЧАЩИХСЯ СЕЛЬСКИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ НА ЮГЕ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Курбанов Шониёз Курбанович

*профессор, д-р биол. наук, Каршинский ГУ
г. Карши*

Рахматуллаев Ёркин Шокирович

*кандидат биол. наук, Каршинский ГУ
г. Карши*

Курбанов Абдулазиз Шониёзович

*доцент, канд. биол. наук, Каршинский ГУ
г. Карши*

Каримов Олим Расулович

*доцент, канд. биол. наук, Каршинский ГУ
г. Карши*

E-mail: abdulazizshk@mail.ru

Известно, что питание как фактор внешней среды, во многом определяет рост и развитие организма. Правильное или рациональное питание является важным условием для сохранения здоровья, повышения работоспособности и продолжительности жизни населения вообще и для обеспечения нормального роста и развития детей в особенности [16; 2; 15; 9; 20; 19].

Надо отметить, что проведён ряд исследований по изучению фактического питания учащихся общеобразовательных школ [8; 23; 28; 3; 1; 29], однако они выполнены в большинстве своем в условиях городских школ, а в отношении учащихся сельских школ этот вопрос изучен крайне недостаточно. Кроме того, реалии сегодняшнего дня требуют пересмотра норм питания учащихся, с учетом увеличивающихся умственных и физических нагрузок на их организм и в соответствии с принятым в Узбекистане Законом об образовании и Национальной программой подготовки кадров (1997). Необходимо учитывать тот факт, что большая часть школьников, обучающихся в Республике, проживают в условиях сельской местности. К тому же, в проведенных медицинских исследованиях всего 22—25 % школьников оказались здоровыми [11; 24; 7].

Отмечено, что 40 % болезней детей школьного возраста развивается в результате неправильного питания [3]. Вышеизложенное указывает на то, что изучение физиологического обеспечения пищевыми веществами школьников в сельских условиях является актуальным вопросом современной нутрициологии.

С другой стороны, необходимо отметить, что оценка нутритивного статуса и организация правильного питания той или другой группы населения является весьма трудоемкой задачей. Поскольку это требует учета не только количества и качества пищевых продуктов в рационе, но также и экологических особенности региона, национальных и местных традиций в питании, степени обеспеченности отдельными пищевыми продуктами, финансового статуса семьи и многого другого [25; 14; 21; 5; 6]. В связи с этим, изучение фактического питания отдельных групп населения с учетом вышеперечисленных условий является актуальной задачей.

Поскольку в условиях юга Узбекистана исследований, направленных на изучение фактического питания сельского населения, не проводилось или проводилось давно и недостаточно полно [18], мы поставили перед собой задачу изучить фактическое питание учащихся сельских общеобразовательных школ Кашкадарьинской области, расположенной в южном регионе Республики.

Исследования были проведены в зимне-весенний период на 956 учащихся 11—17-летнего возраста, в общеобразовательных средних школах отдела народного образования Каршинского района Кашкадарьинской области. Учащиеся были разделены на две возрастные группы: 1-ая группа — 11—13-летние (всего 413—199 мальчиков и 214 девочек), 2-ая группа — 14—17-летние (всего 543 — 243 мальчиков и 300 девочек).

Фактическое питание учащихся были изучены опросно-анкетным методом [12] при ежедневном проведении контроля анкетных листов.

Для определения содержания отдельных витаминов в пище были использованы и биохимические методы. Содержание, к примеру, витамина С в биологических жидкостях (моча) определяли методом Н.С. Железнякова с соблюдением рекомендаций А.А. Минха [13] и А.А. Покровского [17].

Статическая обработка полученных данных проводилась с помощью компьютерной программы Microsoft Excel и Origin 6.1.

Таблица 1.

**Содержание пищевых продуктов (г) в суточном рационе
школьников**

Продукты	11—13 летние		14—17 летние	
	Мальчики	Девочки	Юноши	Девушки
Хлеб и мучные изделия	$\frac{289}{490,7}$	$\frac{289}{575,9}$	$\frac{354}{572,8}$	$\frac{284}{546,4}$
Картошка	$\frac{150}{77,3}$	$\frac{150}{72,3}$	$\frac{225}{72,3}$	$\frac{200}{52,8}$
Овощи	$\frac{313}{88,9}$	$\frac{313}{99,6}$	$\frac{448}{83,3}$	$\frac{295}{73,3}$
Фрукты	$\frac{353}{43,2}$	$\frac{353}{44,3}$	$\frac{343}{123,0}$	$\frac{352}{82,2}$
Сахар	$\frac{69}{26,05}$	$\frac{69}{25,7}$	$\frac{65}{25,9}$	$\frac{65}{20,2}$
Растительное масло	$\frac{12}{15,6}$	$\frac{12}{20,1}$	$\frac{12}{19,8}$	$\frac{12}{18,9}$
Животный жир	$\frac{20}{13,3}$	$\frac{20}{13,2}$	$\frac{23}{16,9}$	$\frac{22}{12,2}$
Мясо и мясные изделия	$\frac{135}{41,3}$	$\frac{135}{52,2}$	$\frac{175}{48,0}$	$\frac{155}{37,9}$
Рыба	$\frac{63}{0}$	$\frac{63}{0}$	$\frac{70}{0}$	$\frac{70}{0}$
Молоко и молочные продукты	$\frac{528}{78,1}$	$\frac{528}{77,6}$	$\frac{465}{74,8}$	$\frac{460}{90,5}$
Яйца	$\frac{47}{28,2}$	$\frac{47}{18,9}$	$\frac{47}{30,2}$	$\frac{47}{17,3}$
Кондитерские изделия	$\frac{0}{31,8}$	$\frac{0}{43,3}$	$\frac{0}{41,7}$	$\frac{0}{48,04}$
Макаронны	$\frac{10}{8,2}$	$\frac{10}{5,61}$	$\frac{10}{4,72}$	$\frac{10}{3,86}$

Примечание: в числителе — норма, в знаменателе — полученный результат.

Как показали результаты исследований, состав продуктов питания и их количество в рационе учащихся существенно отличаются от предложенных для данного возраста норм (таблица 1).

Так, если содержание в суточном рационе хлеба и мучных продуктов превышает норму (на 84,5 % в первой группе и на 75,4 % — во второй), то количество других углеводсодержащих продуктов (картошка, овощи, фрукты) значительно снижено (в обеих группах

в среднем на 74 %). Также, существенно снижено относительно нормы потребление продуктов богатых белками (мясо и мясные продукты, рыба, молоко и молочные продукты, яйца) (в среднем на 80,8 % в первой группе и на 80 % — во второй). Такой дисбаланс продуктов в питании может привести к развитию различных заболеваний, связанных с нарушениями большинства физиологических и биохимических процессов, протекающих в организме [26; 27; 30; 31; 1; 29; 10].

Содержание белков, жиров и углеводов в суточном рационе учащихся оказалось ниже нормативных значений (таблица 2).

Таблица 2.

Основные пищевые вещества и их калорийность в суточном рационе школьников

Показатели	ГРУППЫ, ВОЗРАСТ			
	11—13		14—17	
	Мальчики	Девочки	Юноши	Девушки
Общий белок, г	$\frac{90}{70,0 \pm 2,7}$	$\frac{82}{74,5 \pm 2,4}$	$\frac{98}{78,2 \pm 2,9}$	$\frac{90}{72,3 \pm 2,3}$
в том числе животный, г	$\frac{54}{14,8 \pm 0,5}$	$\frac{49}{15,1 \pm 0,6}$	$\frac{59}{16,4 \pm 0,6}$	$\frac{54}{15,5 \pm 0,6}$
Общий жир, г	$\frac{92}{45,8 \pm 2,5}$	$\frac{84}{46,7 \pm 5,2}$	$\frac{100}{48,9 \pm 2,6}$	$\frac{90}{43,05 \pm 2,5}$
в том числе растительный, г	$\frac{18}{15,6 \pm 0,6}$	$\frac{16}{20,1 \pm 0,7}$	$\frac{20}{19,8 \pm 0,7}$	$\frac{18}{18,9 \pm 0,8}$
Общие углеводы, г	$\frac{390}{361,1 \pm 17,7}$	$\frac{355}{395,0 \pm 16,5}$	$\frac{425}{397,1 \pm 18,2}$	$\frac{360}{351,8 \pm 17,0}$
Общая калорийность, ккал	$\frac{2750}{2136,5 \pm 60,0}$	$\frac{2500}{2298,5 \pm 67,0}$	$\frac{3000}{2341,5 \pm 70,5}$	$\frac{2600}{2084,0 \pm 60,0}$

Средний для обеих возрастных групп учащихся показатель содержания в рационе белков был снижен на 18,2 и жиров — на 49,5 %. Дефицит белков в рационе был более выражен в отношении белков животного происхождения (животный белок составляет 28,6 % общего белка). Подобная недостаточность животных белков в питании растущего организма является важным фактором, нарушающим нормальное физическое и умственное развитие [16; 20; 22].

Доля растительных жиров в составе общего потребляемого школьниками жира была на уровне нормы, что объясняется использованием в пище жиров в основном растительного происхождения (хлопковое масло). Количество углеводов в пище оказалось близким к норме и составляло у 11—13-летних школьников в среднем

378,0±17,1 г при норме 372,5 г, у 14—17-летних — 374,4±17,6 г при норме 392,5 г. Обнаруженный дисбаланс эссенциальных пищевых веществ можно объяснить превалированием углеводов в питании сельчан. Общая калорийность суточного рациона в первой группе исследуемых составляла 2217,5±63,5 ккал (средняя норма 2625 ккал), во второй — 2217,7±65,2 ккал (средняя норма 2800 ккал). Соотношение содержащихся в их пище белков, жиров и углеводов по энергетическому вкладу выражается как 13,2:18,6:67,9 (норма 14:31:55), что указывает на превышение необходимой энергетической доли углеводов в питании исследуемых школьников.

Изучение витаминного состава пищи школьников выявило значительно низкое содержание витаминов всех групп, за исключением витаминов В₁, В₂ и В₆ (таблица 3). В частности, количество витамина С в пище составляло 33,9 мг против 70 мг в норме (48,4 % от нормы), а его выделение с мочой достигало 0,32 мг/час. Такое положение усугубляется неправильным хранением продуктов в селах и это показывает, что в зимне-весенний период школьники получают овощей, фруктов, зелени и других богатых витаминами продуктов ниже нормы.

Из макроэлементов содержание в суточном рационе школьников кальция и фосфора было ниже нормы на 69,5 и 34,1 % соответственно, и из микроэлементов низкое содержание выявлено для цинка и йода соответственно на 41,5 и 58,4 %.

Таким образом, количество эссенциальных и неэссенциальных веществ в пище исследуемых школьников значительно снижено относительно норм, установленных для детей данного возраста, что не может повлиять на рост и развитие растущего организма и его физическое и умственное совершенствование.

Таблица 3.

**Витамины и некоторые минеральные вещества в суточном
рационе школьников**

Показатели	Возраст и группы			
	11—13 летние		14—17 летние	
	Мальчики	Девочки	Юноши	Девушки
С, мг	<u>70</u> 34,1±2,0	<u>70</u> 34,6±1,8	<u>70</u> 33,3±2,0	<u>70</u> 33,7±1,7
А, мг	<u>1,0</u> 0,22±0,02	<u>0,8</u> 0,15±0,01	<u>1,0</u> 0,21±0,02	<u>0,8</u> 0,16±0,01
Д, мкг	<u>2,5</u> 1,25±0,1	<u>2,5</u> 1,04±0,05	<u>2,5</u> 1,3±0,05	<u>2,5</u> 1,0±0,07
В ₁ , мг	<u>1,4</u> 1,5±0,9	<u>1,3</u> 1,7±0,06	<u>1,5</u> 1,6±0,06	<u>1,3</u> 1,3±0,05
В ₂ , мг	<u>1,7</u> 1,1±0,07	<u>1,5</u> 1,01±0,03	<u>1,8</u> 2,2±0,06	<u>1,5</u> 1,3±0,06
В ₆ , мг	<u>1,8</u> 1,7±0,06	<u>1,6</u> 1,7±0,06	<u>2,0</u> 1,7±0,07	<u>1,6</u> 1,5±0,06
Ниацин, мг	<u>18</u> 14,8±0,6	<u>17</u> 15,0±0,6	<u>20</u> 15,6±0,6	<u>17</u> 13,7±0,6
Фолатин, мкг	<u>200</u> 151,7±7,3	<u>200</u> 155,4±6,2	<u>200</u> 159,8±4,7	<u>200</u> 145,1±6,1
В ₁₂ , мкг	<u>3,0</u> 1,5±0,08	<u>3,0</u> 1,4±0,06	<u>3,0</u> 1,6±0,1	<u>3,0</u> 1,3±0,06
Кальций, мг	<u>1200</u> 361,1±22,9	<u>1200</u> 373,8±17,9	<u>1200</u> 381,0±24,4	<u>1200</u> 352,6±14,4
Фосфор, мг	<u>1800</u> 1149,6±53,4	<u>1800</u> 1195,3±45,1	<u>1800</u> 1219,5±47,4	<u>1800</u> 1186,7±50,0
Магний, мг	<u>300</u> 355,5±15,5	<u>300</u> 361,4±16,7	<u>300</u> 368,5±13,5	<u>300</u> 348,0±13,5
Са:Р	1:3,1	1:3,1	1:3,2	1:3,3
Цинк, мг	<u>15</u> 7,9±0,3	<u>12</u> 8,07±0,2	<u>15</u> 8,1±0,3	<u>12</u> 7,4±0,3
Железо, мг	<u>15</u> 17,3±0,7	<u>18</u> 17,9±0,7	<u>15</u> 18,8±0,8	<u>18</u> 18,0±0,8
Йод, мкг	<u>100</u> 46,8±2,8	<u>100</u> 47,7±2,2	<u>130</u> 52,0±2,5	<u>130</u> 45,1±2,2

Выявленные нарушения в питании учащихся сельских общеобразовательных школ указывает на необходимость предприятия соответствующих мер по рационализации их питания с учетом локальных условий, улучшению качества общественного и домашнего

питания, повышению культуры питания населения в целом и школьников в особенности. Для этого немаловажное значение имеет проведение агитационно-пропагандистской работы по организации правильного питания, обучение школьников принципам рационального питания путем проведения факультативных занятий по правильному питанию. Способствовать повышению культуры питания должно проведение семинаров-тренингов по правильному питанию среди родителей, педагогов и работников сферы питания, популяризация результатов научных исследований, организация встреч со специалистами в данной области с вовлечением средств массовой информации.

Список литературы:

1. Алимухамедов Д.Ш. Гигиеническая оценка фактического питания детей и школьного возраста и подростков, страдающих железодефицитной анемией, проживающих в сельской местности // Патология. — Ташкент, 2005. — № 1. — С. 87—90.
2. Бобоўжаев Н.К. Республика аҳолисининг овқатланишига оид долзарб гигиеник муаммолар // Ақтуал. проб. гигиен. науки в свете реформы системы здравоохранения. Узб-на: Материалы науч.прак. конф. — Ташкент, 1999. — С. 152—155.
3. Вельтишев Ю.Е. Экология и питание детей // Вопр. питания. Москва, 1996. — № 5. — С. 14—17.
4. Воронина Н.В. Обоснование потребности в энергии и пищевых веществах учащихся общеобразовательных школ в условиях Республики Узбекистан: Дис. канд. мед. наук. — Т.: НИИСГПЗ, 1993. — 187 с.
5. Воронина Н.В. Характеристика пищевого статуса выпускников общеобразовательных школ // Педиатрия. — Ташкент, 2001. — № 1. — С. 35—37.
6. Глобальная стратегия по питанию, физической активности и здоровью. ВОЗ. — Женева, 2004. — 18 с.
7. Каримов У.А. Мактаб ўқувчиларига кўрсатилаётган тиббий ёрдам ҳолати ва уни такомиллаштириш чоралари // Мактаб ёшидаги болаларнинг саломатлик ҳолатини муҳофаза қилиш муаммолари: Республика илмий-амалий конференция материаллари. — Ташкент, 2005. — Б. 9—16.
8. Кондратьева И.И. Питание школьников. — Москва: Наука, 1983. — С. 176—196.
9. Курбанов Ш.Қ. Овқатланиш маданияти. Ташкент: Маънавият, 2005. — 205 б.
10. Лакшин А.М., Кожевникова Н.Г. Питание как фактор формирования здоровья и работоспособности студентов // Вопр. пит. — Москва, 2008. — № 1. — С. 43—45.

11. Махмудова Д.И., Каримов У.А., Ахмедов М.Н. Мактаб ўқувчиларининг саломатлик ҳолатини яхшилашга қаратилган асосий йўналишлар // Мактаб ёшидаги болаларнинг саломатлик ҳолатини муҳофаза қилиш муаммолари: Республика илмий-амалий конференция материаллари. — Ташкент, 2005. — Б. 3—5.
12. Методические рекомендации по вопросам изучения фактического питания и состояния здоровья населения в связи с характером питания / Зайченко А.И., Волгарев М.Н., Бондарев Г.И и др. — Москва. — 1986. — 86 с.
13. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. — 2е исп. и доп. изд. М.: Медгиз, 1961. — С. 413—414.
14. Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения СССР // Вопр. питания. — Москва, 1992. — № 2. — С. 6—15.
15. Онищенко Г.Г., Тутельян В.А. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни. — Новосибирск: Медицина, 2002. — 344 с.
16. Питание глобальная проблема: Международная конференция по питанию. — Рим, 5—11 декабря 1992. — 33 с.
17. Покровский А.А. Биохимические методы исследования в клинике. — М.: Медицина, 1969. — С. 469—483.
18. Расулов Б.Д., Яппаров Г.Г., Ташбеков Т.У. Гигиеническое изучение питания и физического развития детей общеобразовательных школ Кашкадарьинской области и ККАССР / Проблемы гигиены и организации здравоохранения в Узбекистане: Тез. докл. — Т., 1977. — С. 96—98.
19. Рахматуллаев Ё.Ш. Микронутриенты в суточном рационе учащихся сельских общеобразовательных школ // Вестник Каракалпакского отделения Академии Наук Республики Узбекистан. — Нукус, 2007. — № 4 (209). — С. 57—59.
20. Рахматуллаев Ё.Ш. Обеспеченность некоторыми витаминами и минеральными веществами учащихся сельских школ // Фундаментальная и клиническая медицина: Десятая Всероссийская медико-биологическая конференция молодых исследователей «Человек и его здоровье» 20—21 апреля 2007 года. СПб. — 2007. — С. 369—371.
21. Рацион, питание и предупреждение хронических заболеваний: Доклад исследовательской группы Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), серия технических докладов 797. — Женева, 1993. — 208 с.
22. Рацион, питание и предупреждение хронических заболеваний: Доклад совместного консультативного совещания экспертов ВОЗ/ФАО, серия технических докладов 916. — Женева, 2003. — 196 с.
23. Романченко Н.Л. Болалар ва ўсмирларнинг овқатланиши. — Ташкент: Медицина, 1985. — 20 б.

24. Салихова Н.С. Основные гигиенические проблемы общеобразовательных школ Республики // Мактаб ёшидаги болаларнинг саломатлик ҳолатини муҳофаза қилиш муаммолари: Республика илмий-амалий конференция материаллари. — Ташкент, 2005. — Б. 5—8.
25. Смоляр В.И. Рациональное питание. — Киев: Наукова Думка, 1991. — 368 с.
26. Спиричев В.Б. Витаминная обеспеченность учащихся школьного возраста и пути ее оптимизации // Вопр. питания. — Москва, 1992. — № 3. — С. 6—14.
27. Спиричев В.Б. Теоретические и практические аспекты современной витаминологии // Вопр. питания. — Москва, 2005. — № 5. — С. 32—48.
28. Федорова Г.М. Витаминная обеспеченность учащихся сельского ПТУ и их профилактическая витаминизация // Вопросы питания. — Москва, 1992. — № 5—6. — С. 34—37.
29. Хайров Х.С. Структура питания подростков в Республики Таджикистан // Вопр. питания. — Москва, 2007. — № 1. — С. 27—30.
30. Худойберганов А.С. Гигиеническое обоснование рационализации питания школьников по белково-витаминной обеспеченности и биологической ценности продуктов в условиях Узбекистана: Дисс. док. мед. наук. — Т.: П ТашГосМИ, 1993. — 391 с.
31. Шайхова Г.И. Выявление скрытого дефицита железа среди детей дошкольного возраста в условиях Ташкента // Актуал. проб. гигиен. науки в свете реформы системы здравоохранения. Узб-на: Материалы науч.прак. конф. — Ташкент, 1999. — С. 50—52.

4.3. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

Густинович Олеся Николаевна

студент факультета Физической культуры и биологии «Кубанского государственного университета» филиал в г. Славянск-на-Кубани

Терещенко Дмитрий Геннадиевич

*магистрант факультета Физической культуры и биологии
Кубанского государственного университета» филиал*

в г. Славянск-на-Кубани

E-mail: carvinus_87@mail.ru

Избранова Светлана Иосифовна

*канд. техн. наук, доцент кафедры Физической культуры
и естественно-биологических дисциплин*

*«Кубанского государственного университета» филиал
в г. Славянск-на-Кубани*

Приспособленность онтогенеза растений к условиям среды является результатом их эволюционного развития (изменчивости, наследственности, отбора). На протяжении филогенеза каждого вида растений в процессе эволюции выработались определенные потребности вида к условиям существования и приспособленность к занимаемой им нише [1, с. 122].

Все физиологические и биохимические процессы идут лишь в определенных температурных границах и оптимальных для вида водных условиях. Изучение водоудерживающей способности растений является показателем их водообмена и устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды [2, с. 241].

Целью работы является выявление основных распространенных видов растений обладающих наибольшими водоудерживающими способностями.

Объектом исследования являются растения разных экологических групп, произрастающих и культивирующихся на территории

Краснодарского края: Ель обыкновенная, Бирючина обыкновенная, Крапива двудомная, Катарантус розовый, Щитовник мужской и Сосна обыкновенная.

Предметом исследования работы является водоудерживающая способность изучаемых растений.

Чем выше водоудерживающая способность растений, тем оно устойчивее. Растения считают устойчивыми, если за 60 мин. они теряют не более 4—6 % воды от своей массы.

Для опыта отбирают по 3 растения каждого вида. В полевых условиях с каждого участка отбирают так же по 3 растения, отделяют у них корневую систему. Свежий нижний срез стебля промокают ватой и смазывают расплавленным парафином (с температурой не выше 50°C), чтобы исключить его участие в испарении воды. Все растения взвешивают на весах и аккуратно расставляют в штативе на столе так, чтобы они не касались друг друга и не мешали испарению воды листьями [1, с. 186].

Стебли древесных и кустарниковых растений не должны быть меньше 15 см, но не более 25 см, а травянистых растений не менее 10 см, но не длиннее 20 см. Необходимо следить за температурой окружающей среды. Чтобы не наблюдалось колебаний в температуре до 0,5°C.

Через 1 час на тех же весах делают повторное взвешивание растений. Так последовательно взвешивают растения через 1, 2, 3 и 4 часа от первоначального взвешивания. По разности предыдущей массы растений и последующей определяют количество потерянной воды растениями за каждые 60 мин.

Для расчета испарившейся влаги пользуются формулой отношения разности массы последующего взвешивания от первоначального к значению первоначальной массы.

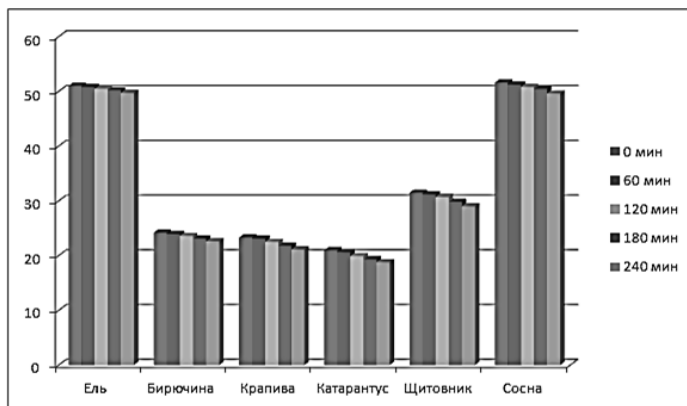


Рисунок 1. Изменение массы растений во время экспозиции

Масса растений во время экспозиции уменьшается. Скорость и характер снижения массы растительного материала во время экспозиции характерно для каждого вида (рис. 1).

Таблица 1.

Средняя водоудерживающая способность растений, %

Растительные объекты	Потеря воды после 60 мин экспозиции	Общая потеря воды, %	Водоудерживающая способность, %
Ель обыкновенная	0,3	2,6	97,4
Бирючина обыкновенная	1,0	6,7	93,3
Крапива двудомная	0,9	9,4	90,6
Катарантус розовый	1,9	10,5	89,5
Щитовник мужской	0,9	8,0	92,0
Сосна обыкновенная	0,7	3,6	96,4

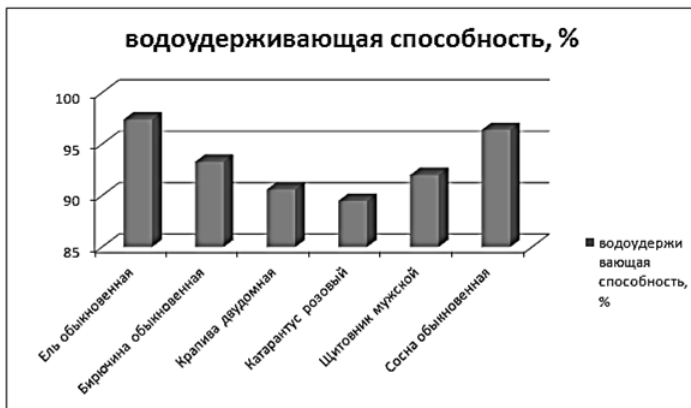


Рисунок 2. Водоудерживающая способность растений

Проанализировав данные можно заключить, что большая водоудерживающая способность характерна для хвойных деревьев Ели и Сосны обыкновенной — 97,4 и 96,4 %, соответственно. Меньшей водоудерживающей способностью обладает кустарниковое растение Бирючины обыкновенной — 93,3 %. Наименьшая водоудерживающая способность у травянистых растений Крапивы двудомной и Катарантуса розового — 90,6 и 89,5 %, соответственно. Несколько более высокой способностью к водосохранению обладает Щитовник мужской 92 % (табл. 1 и рис. 2).

Полученные данные позволяют судить об устойчивости растения к потерям воды при своей жизнедеятельности в определенных условиях.

Список литературы:

1. Алексеев А.М. Водный режим растений и влияние на него засухи В 2 Т. Т. 1. / А.М. Алексеев. — Казань: «мир науки», 1948. — С. 175—196.
2. Горышкина Т.К. Экология растений / Т.К. Горышкина. М.: Высшая школа, 1979. — 368 с.

СЕКЦИЯ 5.

ХИМИЯ

5.1. ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ АМИН-, АМИД- ИЛИ КАРБОКСИДСОДЕРЖАЩИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП И КОНФОРМАЦИИ МАКРОМОЛЕКУЛЫ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ПОЧВ

Асанов Аманкайт

*канд. хим. наук, профессор Таразского государственного
университета имени М.Х. Дулати г. Тараз, Республика Казахстан*

Темиртаева Айдана Жакыповна

*практикующийся специалист Таразского государственного
университета имени М.Х. Дулати г. Тараз, Республика Казахстан
E-mail: aidana_xtnb27@mail.ru*

Одной из важнейших проблем современной химии высокомолекулярных соединений, имеющее теоретическое и практическое значение, является получение и исследование полиэлектролитов, проявляющих высокое флокулирующее, структурообразующее действие. Известно [5, с. 46, 114; 10, с. 200—204], что полиэлектролиты (ПЭ), обладающие флокулирующими способностями, используются с целью ускорения процесса очистки природных мутных (ПМВ), производственных вод (ПРВ), а также в гидрометаллургической промышленности для обезвоживания осадков [8, с. 57] и разделения пустой породы от концентрата, содержащего ценные редкие ионы металлов. Структурообразующее действие позволяет применять ПЭ в закреплении грунтов [9, с. 8, 32], промышленных отвалов, подвижных песков [3, с. 8, 10, 13]. Что приводит к предотвра-

щению процесса пылеобразования, уменьшению отрицательного влияния на окружающую среду [6, с. 22, 48], а также регулировать агрегативный состав, улучшать структуру и агромелиоративные свойства [4, с. 8, 76], повышать плодородие почв [7, с. 44, 60]. Однако на проявление структурообразующих свойств ПЭ и на процесс взаимодействия с дисперсными системами наряду с другими факторами существенное влияние оказывает вид, природа, количественное соотношение функциональных групп, расположенных вдоль цепи, а также конформация макромолекулы.

В этом аспекте актуальность имеет исследование влияния соотношения амин-, амид-, или карбоксидсодержащих функциональных групп и конформации макромолекулы образцов полиэлектролитов (ПЭ), являющихся продуктом сополимеризации 2-метил-5-винилпиридин гидрохлорида (2-М-5-ВП*НСl) с акриламидом (АА) или акриловой кислотой (АК) на процесс структурообразования почв. Для этого были получены образцы ПЭ путем сополимеризации 2-М-5-ВП*НСl с АА или АК при соотношении мономерных звеньев 6,0:1,0; 4,0:1,0; 2,0:1,0; 1,0:1,0; 1,0:2,0; 1,0:4,0; 1,0:6,0 моль в водной среде по способу [2, с. 29—31]. А также для сравнения поли-2-метил-5-винилпиридин гидрохлорид (П-2-М-5-ВП*НСl), полиакриламид (ПАА) и полиакриловая кислота (ПАК). Влияние вида, природы и соотношения функциональных групп, расположенных в цепи, на свойства и конформационное состояние макромолекулы образцов ПЭ, выясняли, измеряя удельную вязкость ($\eta_{уд}$), электропроводность ($\chi_{уд}$), оптическую плотность (D), значение рН. А также определяя изменение количества водопрочных агрегатов (ВПА), образовавшихся в присутствии 0,25 г\дл. растворов образцов ПЭ, и вычисляя [1, с. 76—79] необходимую минимальную дозу (НМД) для создания одинаковой массы структурированной почвы, что позволяет оценивать структурообразующее действия.

Данные свидетельствуют, что по мере увеличения акриламидного (АА) звена в составе продукта сополимеризации 2-М-5-ВП*НСl:АА, удельная вязкость ($\eta_{уд}$) сначала несколько уменьшается, а затем, начиная от 1,0:1,0 моль, вновь постепенно растет (Рис. 1а), а значения удельной электропроводности ($\chi_{уд}$) в исследованном интервале соотношений мономеров по мере роста акриламидного звена, наоборот, сначала увеличивается, а затем происходит постепенное уменьшение. Выявленные закономерности при измерении $\eta_{уд}$ и $\chi_{уд}$ образцов ПЭ 2-М-5-ВП*НСl:АА в основном связаны с изменением количественных соотношении мономерных звеньев в составе макромолекул, содержащих одноименно положительно заряженную

более сильно ионизируемую аминную и слабо диссоциируемую амидную функциональную группы. Наблюдаемое увеличение значения удельной электропроводности ($\chi_{уд}$) по мере уменьшения звена 2-М-5-ВП*НСI:АА в составе продукта сополимеризации связано со снижением взаимного подавления ионизации аминных групп, которое приводит к созданию условий для более полного участия макроиона в переносе электрического тока.

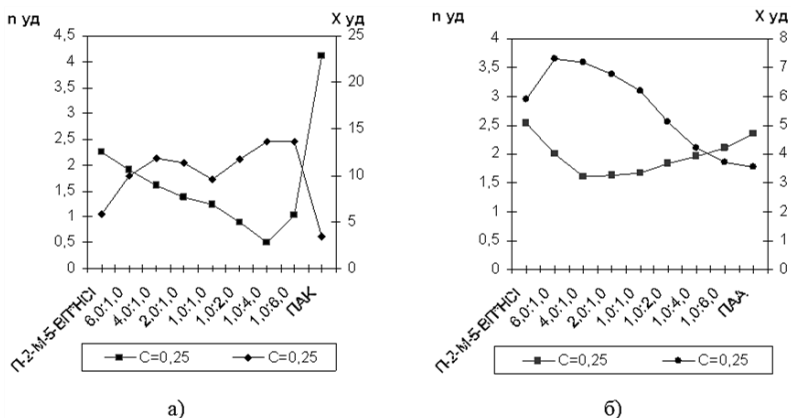


Рисунок 1. Изменение удельной вязкости ($\eta_{уд}$) и электропроводности ($\chi_{уд}$) образцов 2-М-5-ВП*НСI:АА (а) и 2-М-5-ВП*НСI:АК (б) в зависимости от соотношении мономерных звеньев в составе макромолекулы ПЭ

Анализ изменений этих параметров 0,25 г/дл. растворов образцов продукта сополимеризации 2-М-5-ВП*НСI:АК показали, что по мере роста в составе макромолекулы ПЭ звеньев акриловой кислоты (АК) удельная вязкость ($\eta_{уд}$) также постепенно уменьшается, достигнув минимального значения при соотношении 1,0:4,0 моль, а затем вновь растет (Рис. 1б). А ход изменений значения удельной электропроводности ($\chi_{уд}$) образцов ПЭ 2-М-5-ВП*НСI:АК имеет сложный вид, то есть сначала по мере увеличения количества акриловых звеньев значение удельной электропроводности ($\chi_{уд}$) увеличивается, а затем снижается. При этом, достигнув наименьшего значения удельной электропроводности ($\chi_{уд}$) при соотношении 1,0:1,0 моль, где количества положительно заряженных аминных и отрицательно заряженных карбоксидных функциональных групп почти одинаково, а затем при дальнейшем росте количества акриловых звеньев в составе

макромолекулы ПЭ вновь растет. Отсутствие и минимальное значение оптической плотности (D) свидетельствует о сохранении гомогенного, термодинамически устойчивого состояния исследуемых растворов образцов продукта сополимеризации. А значение pH 0,25 г/дл. растворов образцов ПЭ изменяется в пределах 4,0—5,0 в зависимости от вида и соотношения функциональных групп в составе макромолекулы.

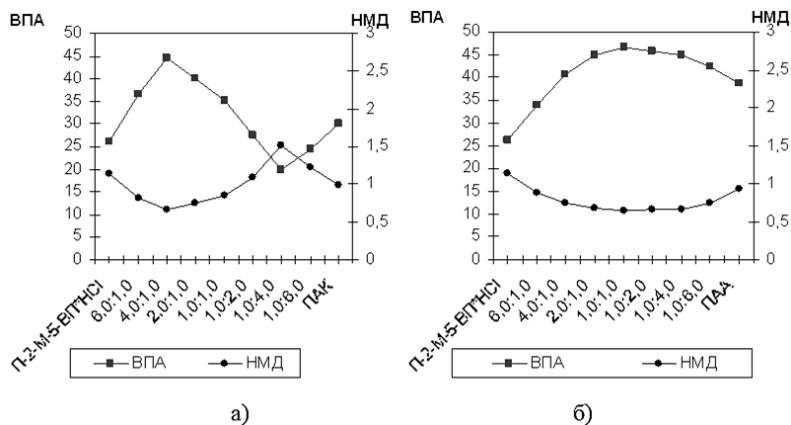


Рисунок 2. Изменение количества водопрочных агрегатов (ВПА %) и необходимой минимальной дозы (НМД, мг) образцов 2-М-5-ВП*НСl:АА (а) и 2-М-5-ВП*НСl:АК (б) для образования одинаковой массы оструктурированной почвы

Выявленные закономерности при изучении $\eta_{уд}$ и $\chi_{уд}$, а также значения оптической плотности и pH растворов образцов ПЭ в зависимости от природы и соотношения мономерных звеньев оказывают влияние и на эффективность структурообразующего действия. Которые, оцениваются по изменению количества водопрочных агрегатов (ВПА) и необходимой минимальной дозы (НМД) ПЭ для создания одинаковой массы сруктурированных почв (Рис. 2). При этом обнаружено, что структурообразующее действие образцов ПЭ 2-М-5-ВП*НСl:АА сначала заметно усиливается по мере роста количества акриламидных звеньев в составе макромолекулы продукта сополимеризации, и, достигнув максимального значения при соотношении 2,0:1,0—1,0:2,0, особенно 1,0:1,0 моль, с дальнейшим ростом количества амид содержащих звеньев в составе макромолекулы, приводит к некоторому ослаблению (Рис. 2а). На это указывает изменение количества ВПА бесструктурных почв и НМД полиэлектро-

литов в зависимости от соотношения мономерных звеньев в составе макромолекулы.

Структурообразующая способность образцов ПЭ 2-М-5-ВП*НСI:АК, содержащих в составе цепи макромолекулы разноионно заряженные функциональные группы, имеет также сложный вид, как и изменение удельной вязкости ($\eta_{уд}$) и электропроводности ($\chi_{уд}$) в зависимости от соотношения амин- и карбоксидсодержащих мономерных звеньев (Рис. 2б). Структурообразующее действие продукта сополимеризации образцов 2-М-5-ВП*НСI:АК по мере увеличения в составе макромолекулы ПЭ количества акриловых звеньев сначала усиливается, и, достигнув максимального значения при соотношении 4,0:1,0 моль, а затем вновь снижается. При этом структурообразующее действие образца ПЭ 2-М-5-ВП*НСI:АК, полученного при соотношении 1,0:4,0 моль, несколько ниже даже по сравнению с П-2-М-5-ВП*НСI и ПАК, содержащих гомофункциональные группы.

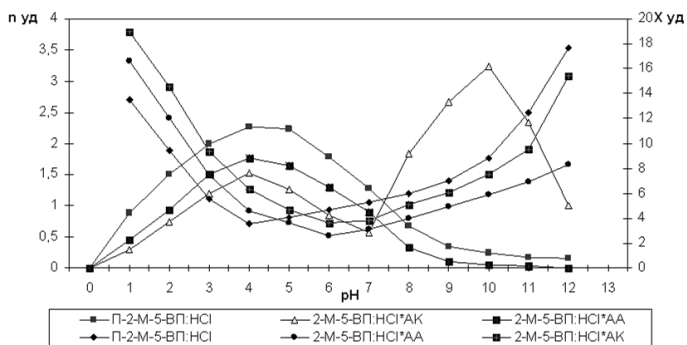


Рисунок 3. Изменение удельной вязкости ($\eta_{уд}$) и электропроводности ($\chi_{уд}$) образцов ПЭ в зависимости от значения pH растворов

Проявление наименьшего структурообразующего действия образца ПЭ 2-М-5-ВП*НСI:АК, полученного при соотношении 1,0:4,0 моль, связано с усилением электростатического взаимодействия разноионно заряженных функциональных групп, которое приводит к наиболее свернутому конформационному состоянию макромолекулы ПЭ, вследствие чего уменьшается длина цепи макромолекулы, а также количество свободных, активных функциональных групп, способных взаимодействовать с поверхностью почвенных частиц, и ослаблению мостикообразующих свойств.

Влияние природы функциональных групп и конформационного состояния на свойства исследуемых ПЭ еще ярко видно при анализе изменения величин удельной вязкости ($\eta_{уд}$), электропроводности ($\chi_{уд}$), а также структурообразующего действия в зависимости от значения рН растворов. При этом наблюдается, что изменение удельной вязкости ($\eta_{уд}$) продукта сополимеризации 2-М-5-ВП*НСI:АА, полученного при соотношении 1,0:1,0 моль и П-2-М-5-ВП*НСI, проходит через один ярко выраженный максимум в интервале рН=3,5-4,5. В области кислой, слабощелочной и особенно щелочной среды значение удельной вязкости ($\eta_{уд}$) заметно снижается, а значение удельной электропроводности ($\chi_{уд}$) проходит через минимум в области слабокислых, нейтральных, слабощелочных значений рН. В отличие значения удельной вязкости ($\eta_{уд}$) 2-М-5-ВП*НСI:АА, П-2-М-5-ВП*НСI у продукта сополимеризации 2-М-5-ВП*НСI:АК, полученного при соотношении мономерных звеньев 1,0:1,0 моль, значение удельной вязкости ($\eta_{уд}$) имеет два максимума в области слабокислой и слабощелочной и один ярко выраженный минимум в нейтральной области значений рН (Рис. 3). Наблюдаемые изменение удельной вязкости, отражающие конформационное состояние макромолекулы ПЭ в зависимости от значения рН растворов, связано с диссоциирующей способностью разноименно заряженных функциональных групп.

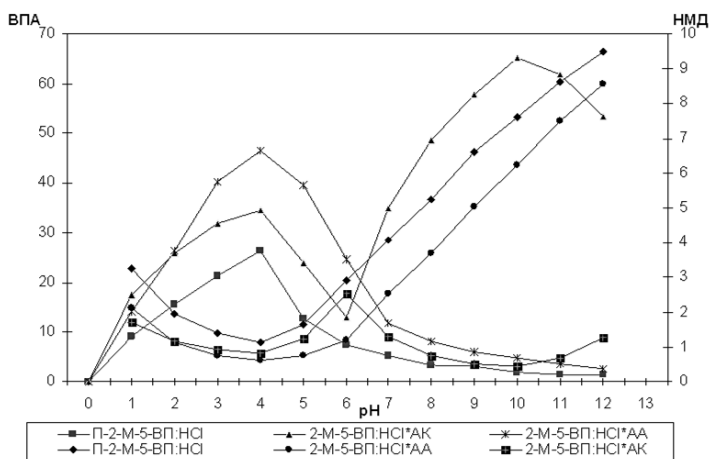


Рисунок 4. Изменение количества водопрочных агрегатов (ВПА, %) и необходимой минимальной дозы (НМД) образцов ПЭ для образования одинаковой массы структурированной почвы в зависимости от рН растворов

Установленные закономерности при определении удельной вязкости ($\eta_{уд}$), электропроводности ($\chi_{уд}$) в зависимости от pH растворов оказывают существенное влияние на структурообразующее действие (Рис. 4). При этом наиболее высокое структурообразующее действие образцов ПЭ проявляется в области pH растворов. Где, функциональные группы находятся в более полно диссоциированном состоянии, и соответственно, макромолекула — в развернутом конформационном состоянии. На это указывает изменение количества ВПА и необходимой минимальной дозы (НМД) П-2-М-5-ВП*НС1, 2-М-5-ВП*НС1:АА, 2-М-5-ВП*НС1:АК в зависимости от pH растворов. Проявление максимального структурообразующего действия при значении pH, где функциональные группы находятся наиболее диссоциированном состоянии, а макромолекула развернутом состоянии, связано с увеличением количества свободных, активных функциональных групп способных взаимодействовать с поверхностью, и улучшением мостикообразующих свойств макромолекулы между агрегируемыми почвенными частицами.

Наличие взаимосвязи между значением удельной вязкости ($\eta_{уд}$), электропроводности ($\chi_{уд}$) и количеством водопрочных агрегатов (ВПА) также было обнаружено при сравнении изменения этих параметров в зависимости от концентрации образцов продукта сополимеризации 2-М-5-ВП*НС1:АА, 2-М-5-ВП*НС1:АК, полученный при соотношении 1,0:1,0 моль, П-2-М-5-ВП*НС1, ПАА и ПАК.

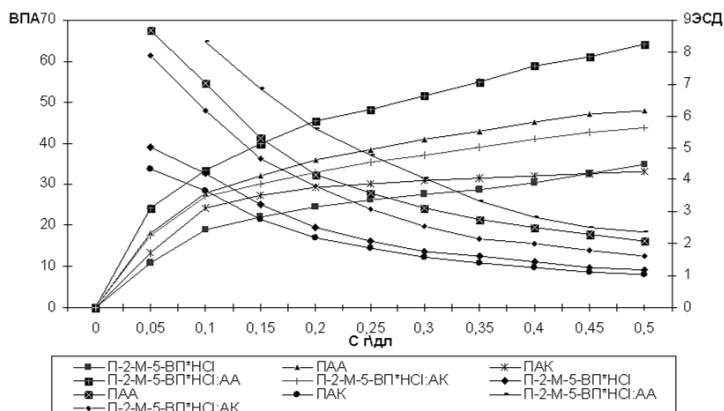


Рисунок 5. Изменение количества водопрочных агрегатов (ВПА %) и эффект структурообразующего действия (ЭСД) образцов ПЭ в зависимости от концентрации растворов

Анализ этих параметров показывает, что с ростом концентрации растворов у всех образцов наблюдается увеличение значений удельной вязкости ($\eta_{уд}$) и электропроводности ($\chi_{уд}$), а также количества ВПА, образовавшихся в присутствии исследуемых ПЭ. При этом наибольшее количество ВПА, особенно при добавлении относительно концентрированных растворов, образуется в присутствии 2-М-5-ВП*НСI:АА и ПАА, а наименьшее — П-2-М-5-ВП*НСI и ПАК (Рис. 5). Соответственно, этого изменение необходимой минимальной дозы (НМД) для образования одинаковой массы ВПА и эффекта структурообразующего действия (ЭСД) ПЭ также существенно отличается в зависимости от концентрации. Это особенно ярко видно при сравнении ЭСД, вычисленное по формуле (1), в зависимости от концентрации образцов ПЭ.

$$ЭСД = \frac{1}{НМД * 10} \quad (1)$$

где: НМД — необходимая минимальная доза ПЭ для структурирования одинаковой массы почв (по формуле-2);

1 — постоянное число;

$$НМД = m_{ПЭ} \div m_{ВПА} \quad (2)$$

где: $m_{ПЭ}$ — масса полиэлектролита, г;

$m_{ВПА}$ — масса водопрочных агрегатов почвы, г;

Наблюдаемое усиление эффекта структурообразующего действия (ЭСД) образцов ПЭ по мере разбавления добавляемой концентрации растворов связано с увеличением количества активных функциональных групп, расположенных вдоль цепи, способных взаимодействовать с поверхностью частиц, и развернутым конформационным состоянием, положительно влияющим на мостикообразующие способности макромолекулы ПЭ между агрегируемыми частицами почв.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют, что на эффект структурообразующего действия образцов ПЭ существенное влияние оказывает природа, количественное соотношение функциональных групп, расположенных вдоль цепи, а также

конформационное состояние макромолекулы, которое изменяется в зависимости от концентрации и значения pH растворов.

Список литературы:

1. Асанов А.А. Математические методы определения экономической, экологической эффективности высокомолекулярных соединений структурообразователей почв. Материалы Республиканской научно-практической конференции «Математическая наука и ее вклад в развитие прикладных научных исследований». — Тараз. 2010 г. — 76—79 с.
2. Асанов А.А., Нуриллина В.Р., Ахмедов К.С. Флоккулирующее действие водорастворимых полиэлектролитов на основе 2-метил-5-винилпиридина метакриловой кислоты и ее амида. // Доклад Академии Наук Республики Узбекистан. № 9—10. 1995 г. — 29—31 с.
3. Ахмедов К.С., Асанов А.А. и др. Устойчивость и структурообразование дисперсных систем. — Ташкент: ФАН, 1976 г. — 150 с.
4. Ахмедов К.С., и др. Водорастворимые полимеры и их взаимодействие с дисперсными системами. — Ташкент: Изд. ФАН. 1969 г. — 250 с.
5. Вейцер Ю.И., Минц Д.М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки природных и сточных вод. — М.: Строй изд-во, 1984 г. — 202 с.
6. Габов Ю.А. и др. Экологическая безопасность Казахстана (Мифы и реальность). — Астана, 2006 г. — 390 с.
7. Зайнудинов С., Ахмедов К.С. Сб. Гуминовые и полимерные препараты в сельском хозяйстве. АНУзССР, Ташкент, 1961 г. — 230 с.
8. Кузкин С.Д., Небера В.П. Синтетические флокулянты в процессах обезвоживания М.: Строй изд-во. 1963 г. — 260 с.
9. Николаев А.Ф., Охрименко Г.И. Водорастворимые полимеры. Л.: Химия, 1979 г. 144 с.
10. Asanov A.A., Matniyazova G.K. Flocculation purification of turbid waters by means of carboxyl-amide water-soluble polymers. Journal of Water Chemistry and Technology. Volume 34, № 4 [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X12040066>.

5.2. МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

ЗАВИСИМОСТЬ УРОВНЯ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ 4-АРИЛАМИНОПИРИМИДИНОВ ОТ ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ ИХ МОЛЕКУЛ

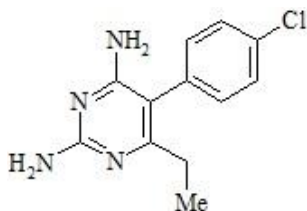
Еркин Андрей Викторович

канд. хим. наук, доцент СПбГТИ (ТУ),

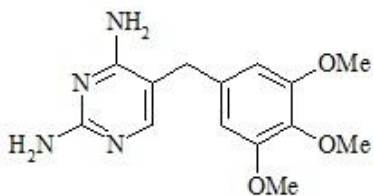
г. Санкт-Петербург

E-mail: anerkin@yandex.ru

Высокий уровень противомаларийной и антибактериальной видов активности препаратов «Хлоридин» [2,4-диамино-5-(4-хлорфенил)-6-этилпиримидин] **I** и «Триметоприм» **II** [2,4-диамино-5-(3,4,5-триметоксибензил) пиримидин] инспирировал общий интерес к 2,4-диаминопиримидинам [4]:

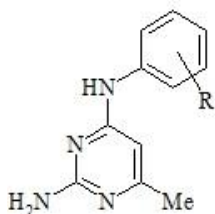


I

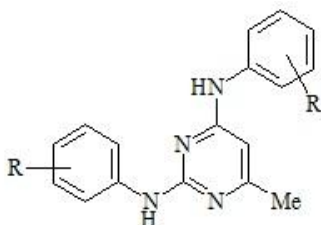


II

Впоследствии выяснилось, что способностью ингибировать рост патогенных микроорганизмов характеризовались также пиримидины **III** и **IV**, содержавшие ароматический заместитель у одной или нескольких аминогрупп [6, с. 7]:

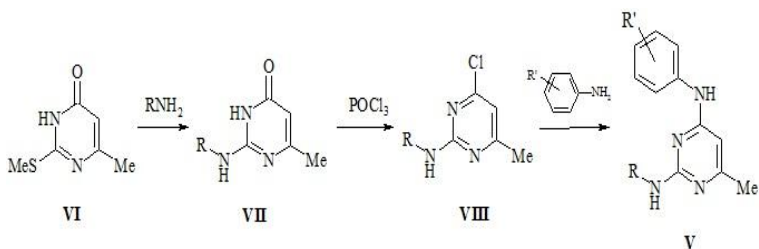


III



IV

Схожим свойством обладали 2-аминозамещенные 4-ариламино-6-метил-пиримидины **V** в виде гидрохлоридов, синтезированные нами в соответствии с нижеследующей унифицированной схемой и подавлявшие размножение клеток культуры *Mycobacterium smegmatis* [1—3]:



$R = \text{алкил, циклоалкил, аралкил}$

Конденсация 6-метил-2-метилсульфанилпиримидин-4(3H)-она **VI** с аминами приводила к 2-амино-6-метилпиримидин-4(3H)-онам **VII**, которые в ходе обменного хлорирования превращались в 2-амино-6-метил-4-хлорпиримидины **VIII**. Последние, взаимодействуя с ароматическими аминами, давали целевые соединения **V**.

Результаты расширенного биологического скрининга 4-ариламинопиримидинов **V**, проведенного под руководством докт. мед. наук проф. В.В. Теца (Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова), свидетельствовали о том, что, помимо антимикобактериального действия, йодзамещенные соединения **V** ($R' = \text{I}$) проявляли заметные ингибирующие свойства в отношении клеток золотистого стафилококка, и процесс подавления их роста мог быть описан количественной закономерностью.

Уровень антибактериальной активности 4-ариламинопиримидинов **V**, выражавшийся логарифмом обратной минимальной молярной концентрации $\lg 1/C_0$, которая обеспечивала 100 %

ингибирование биологического объекта, и параметр поляризуемости P их молекул изменялись симбатно (см. таблицу).

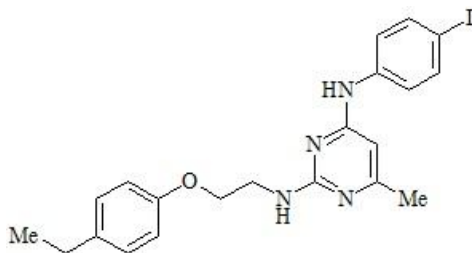
Таблица 1.

Изменение уровня антибактериальной активности и параметра поляризуемости 4-ариламинопиримидинов V ($R' = I$)

R	lg 1/C₀	P, Å
AcO(CH ₂) ₂	3,91	34,48
цикло-C ₆ H ₁₁	4,21	33,80
PhCH ₂	4,82	35,63
Ph(CH ₂) ₂	4,93	37,47
PhNHC(O)O(CH ₂) ₂	4,99	41,38

Поляризация соединений V теоретически способна привести к возникновению взаимодействия между элементами их структуры с одной стороны и комплексом пептидогликана и тейхоевых кислот, образующих оболочку клеток грамположительных бактерий, в том числе *Staphylococcus aureus* [5], с другой стороны. Не исключается, что результатом подобного взаимодействия может служить разрушение последней и, как следствие этого, деградация биологического объекта. Высказанное дает основание считать поляризуемость 4-арил-аминопиримидинов V количественной характеристикой их молекул, выбранной правомерно.

Симбатность изменения величин lg 1/C₀ и P указывала на существование корреляции между ними. Конкретизация вида зависимости lg 1/C₀ = $f(P)$ (экспоненциальная или параболическая) становилась возможной лишь при получении минимум одного значения логарифма обратной минимальной молярной концентрации аналога соединений V ($R' = I$) со значением поляризуемости, превышавшем наибольшее из указанных. Для этой цели мы синтезировали гидрохлорид 4-(4-йодфенил) амино-6-метил-2-[2-(4-этилфенокси)этил] аминопиримидина **IX** ($P = 42.23 \text{ Å}$), который, по данным биологического тестирования, ингибировал рост клеток золотистого стафилококка в концентрации IC₁₀₀ 25 мкг/мл.



IX

Получение соединения **IX** осуществлено с использованием приведенной выше схемы, исходя из метилсульфанилпиримидина **VI** и 2-(4-этилфен-окси) этиламина.

Рассчитанное на основании величины IC_{100} значение $\lg 1/C_0$, оказавшееся равным 4,31, позволило осуществить выбор вида корреляции $\lg 1/C_0 = f(P)$ в пользу параболической зависимости (см. рисунок). Несмотря на невысокий (r 0,83) коэффициент корреляции, ценность получения данной зависимости состоит, во-первых, в выявлении закона изменения рассматриваемых параметров, и, во-вторых, в возможности определения количественной характеристики соединения ряда **V** ($R' = I$) с максимальным или близким к таковому уровнем антибактериальной активности.

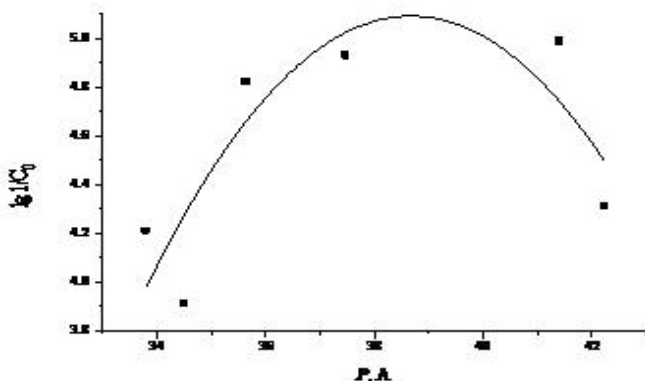


Рисунок 1. Антибактериальная активность 4-ариламино-пиримидинов **V** как функция поляризуемости их молекул

Расчет параметра поляризуемости 4-ариламинопиримидинов V ($R' = I$) производили с помощью квантово-химической программы HyperChem™ (Release 6.03 for Windows Molecular Modeling System).

Список литературы:

1. Еркин А.В., Крутиков В.И. 4-Ариламино-2-(2-ацетоксиэтил) амино-6-метилпиримидины: синтез, деацетилирование и биологическая активность // ЖОХ. 2007. Т. 77. Вып. 11. С. 1887—1892.
2. Еркин А.В., Крутиков В.И. Влияние локализации атома галогена на уровень антимикобактериальной активности 2-амино-4-ариламино-6-метил-пиримидинов // ЖОХ. 2010. Т. 80. Вып. 4. С. 657—663.
3. Еркин А.В., Крутиков В.И., Смирнова Е.Б. Синтез и антимикобактериальная активность 2-замещенных 4-ариламино-6-метилпиримидинов // ЖОХ. 2008. Т. 78. Вып. 10. С. 1708—1712.
4. Королева Е.В., Гусак К.Н., Игнатович Ж.В. Синтез и применение производных 2-аминопиримидина в качестве ключевых интермедиатов синтеза биомолекул // Усп. химии. 2010. Т. 79. Вып. 8. С. 720—747.
5. Кулаев И.С. Бактериологические ферменты микробного происхождения в биологии и медицине // Соросовский образовательный журнал. 1997. № 3. С. 23—31.
6. Ghoneim K.M., El-Telbany F., Youssef K. Synthesis and Evaluation of Some 2-, 4- and 2, 4-Disubstituted 6-Methylpyrimidine Derivatives for Antimicrobial Activity // J. Indian Chem. Soc. 1986. Vol. 63. № 10. P. 914—917.
7. Ghosh D. 2, 4-Bis(aryl amino)-6-methylpyrimidines As Antimicrobial Agents // J. Indian Chem. Soc. 1981. Vol. 58. № 5. P. 512—513.

5.3. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ В СУЛЬФАТНЫХ РАСТВОРАХ, СОДЕРЖАЩИХ ХРОМ, ТИТАН И АЛЮМИНИЙ

Трошина Марина Александровна

канд. техн. наук, доцент ТГУ,

г. Тольятти

E-mail: tma197529@mail.ru

Одним из возможных путей удовлетворения растущей потребности населения в высококачественных изделиях из кожи, повышения качества и ассортимента продукции кожевенной промышленности является внедрение в технологические процессы новых химических материалов, которые бы позволили интенсифицировать производство, улучшить эксплуатационные свойства кож, расширить их ассортимент. Поэтому в последнее время все больше внимания уделяется процессу дубления, и, следовательно, разработке новых дубящих веществ на основе соединений хрома (III), титана (IV), алюминия (III), циркония (IV) и железа (III).

Работы, выполненные в этом направлении, показали перспективность применения гетерополиядерных дубителей в производстве кож, особенно титансодержащих, так как при этом значительно увеличивается устойчивость и эффективность дубящих соединений титана.

Однако их широкое внедрение в практику осложнено недостаточными исследованиями в области комплексобразования, что не позволяет определить условия стабильного поведения комплексных соединений при дублении кож. Следствием этого является использование кожевенными заводами традиционных хромовых солей, когда применение наиболее дешевых и экологически более чистых комплексных дубителей позволит решить как экологические проблемы, так и снизить себестоимость дубителя.

Исходя из вышесказанного, в данной работе с применением методов спектрофотометрии и изотермической растворимости изучены условия образования сульфатных титансодержащих гетерополиядерных комплексных соединений, образующихся в водных растворах.

Исследование комплексобразования в сульфатных растворах, содержащих ионы хрома, титанила и алюминия, при совместном

присутствии как двух, так и трех металлов проводили с использованием спектрофотометрии. Для установления числа и природы частиц в растворе применили метод Остромысленского-Жоба (или изомолярных отношений) и расчетный метод определения числа частиц в растворе, основанный на поиске ранга матрицы.

Использование метода изомолярных отношений дает возможность определить изомолярные концентрации реагирующих веществ, отвечающие максимальному выходу образующегося комплексного соединения. Кривая зависимости выхода комплекса от состава раствора характеризуется экстремальной точкой, которая и отвечает максимально возможной концентрации гетерополиядерного соединения [3].

Для выполнения анализа готовили растворы сульфатов хрома, титанила, и алюминия одинаковой молярной концентрации, равной 0,05 М, и смешивали их по два компонента в антибатных соотношениях от 1:9 до 9:1, сохраняя неизменным общий объем раствора. При этом суммарное количество молей обоих составляющих в общем объеме смеси всегда остается постоянным.

Измерение коэффициента светопоглощения проводили с помощью спектрального вычислительного комплекса КСВУ-23 через час после приготовления растворов в кварцевых кюветах толщиной 1 см. Спектры поглощения фиксировали в ультрафиолетовой области (в интервале длин волн 200—400 нм). Исключение составили растворы, содержащие ионы титана и алюминия, ввиду их сильного поглощения, поэтому диапазон длин волн для них был смещен в видимую область (300—700 нм). Ионная сила исследуемых растворов изомолярных серий поддерживалась равной 0,01, а постоянство рН регулировали индифферентным электролитом (сульфат натрия).

По полученным электронным спектрам поглощения растворов, приготовленных по методу изомолярных отношений, были сняты характеристики коэффициента светопоглощения от длины волны и построены зависимости Жоба при четырех длинах волн. Анализ изомолярных кривых указывает на образование в растворах, содержащих катионы двух металлов, нескольких поглощающих комплексных частиц. Наличие более одного максимума, возможно, свидетельствует о протекании в растворах процессов ассоциации ионов, гидролиза, полимеризации, что, по-видимому, и усложняет вид кривых. Так, в растворах сульфатов хрома и алюминия, по аналогии с автором работы [2], были обнаружены следующие комплексные хромалюминиевые соединения: Cr:Al = 1:1; 3:1; 1:4. Для хромтитановых, и алюмотитановых растворов по зависимостям Жоба

определили наличие комплексов состава Cr:Ti = 1:4; 1:2; 2:1, Ti:Al = 1:1; 1:2; 1:4 соответственно.

Полученные результаты хорошо согласуются с проведенными ранее исследованиями по изучению тройных систем в твердом состоянии [5, с. 7]. Однако в растворах образуется большее количество гетерополиядерных комплексных соединений, чем их можно синтезировать в твердом виде.

Сложный ход изомольярных кривых не дает возможности с уверенностью говорить об образовании комплексных соединений именно в том количестве, которое было нами обнаружено графически. В растворах могут присутствовать комплексы и других составов. Более надежным следует считать число частиц, определенное анализом ранга матрицы светопоглощения. В этом случае матрица преобразуется с помощью ряда элементарных операций до эквивалентной преобразованной матрицы, в которой самые большие элементы находятся на главной диагонали, а все элементы ниже ее равны нулю. По этой же схеме преобразовывается и матрица ошибок, которая составлена из величин ожидаемых ошибок. Для спектрофотометра КСВУ-23 величина ожидаемой ошибки принята равной 0,025 единиц светопоглощения. После проведенных преобразований сравнивают элементы главных диагоналей матрицы светопоглощения и матрицы ошибок. При этом используется критерий, который заключается в том, что элемент матрицы светопоглощения можно считать отличным от нуля, если он в три раза больше, чем соответствующий элемент матрицы ошибок. Количество таких элементов и дает искомое число поглощающих частиц. Для проведения такого расчета была использована программа для ЭВМ TRIANG, которая приведена в [9].

В хромалюминиевых, хромтитановых и титаналюминиевых растворах расчетным методом определения ранга матрицы обнаружили следующие количества поглощающих комплексных соединений: 5, 5, 3 и 3 соответственно. Как видно из полученных результатов, количество образующихся комплексных частиц в растворах, найденное расчетным путем, несколько выше и только в системе «сульфат титанила — сульфат алюминия — вода» подтвердился результат, полученный графически. Подобное расхождение, вероятно, объясняется протеканием побочных процессов, многоядерностью образующихся соединений, а также взаимовлиянием комплексов друг на друга. Однако более верными следует считать расчетные данные [9].

Изучение комплексообразования между хромом, титаном и алюминием в водных растворах спектрофотометрическим методом

проводили путем смешивания в антибатных соотношениях растворов хромтитанового комплекса, взятого в соотношении Cr:Ti = 1:2 и сульфата алюминия при концентрации каждого компонента 0,05 моль/л. и ионной силе растворов 0,01. Светопоглощение хромтитаналюминиевых растворов в зависимости от длины волны и соотношения компонентов и изомолярные кривые представлены в таблице 1 и на рисунке 1 соответственно. Анализ зависимостей Жоба указывает на образование в исследуемой системе гетерополиядерных комплексных соединений, предположительно следующего состава: Cr:Ti:Al = 2:4:1, 1:2:1, 1:2:2 и 1:2:4. Число поглощающих частиц, найденное определением ранга матрицы, равно 6 (табл. 2).

Склонность к полимеризации титана, ассоциация комплексов ведут к несоответствию между результатами, полученными графическим и расчетным методами, как для тройных, так и четверных систем, что не дает с полной уверенностью говорить о существовании в растворах комплексных частиц определенного состава и в определенном количестве. Поэтому исследование комплексообразования между сульфатами хрома, титанила и алюминия было продолжено с использованием метода изотермической растворимости, дающего более наглядное представление о процессе комплексообразования в насыщенных растворах дубителей.

Таблица 1.

Данные по светопоглощению для изомолярной серии хромтитаналюминиевых растворов

№ п/п	Мольная доля		Коэффициент светопоглощения при длине волны, нм								
	XTK	Al ₂ (SO ₄) ₃	200	225	250	275	300	325	350	375	400
1.	0,1	0,9	6,807	8,723	9,981	10,14	4,803	1,278	0,610	0,307	0,264
2.	0,2	0,8	7,536	8,843	10,54	10,21	5,255	1,496	0,691	0,384	0,377
3.	0,3	0,7	7,412	9,586	10,31	10,50	6,854	2,003	0,762	0,281	0,273
4.	0,4	0,6	5,707	7,643	8,758	8,906	6,337	2,328	0,976	0,484	0,480
5.	0,5	0,5	5,811	7,738	8,849	9,814	7,186	2,745	1,149	0,472	0,464
6.	0,6	0,4	5,904	7,829	8,835	9,006	7,925	1,967	1,198	0,502	0,581
7.	0,7	0,3	5,873	7,903	8,942	9,087	8,478	2,392	1,427	0,414	0,492
8.	0,8	0,2	6,017	7,900	9,019	9,174	8,279	3,304	1,434	0,597	0,450
9.	0,9	0,1	6,284	8,093	9,186	9,385	8,923	3,857	1,708	0,714	0,569

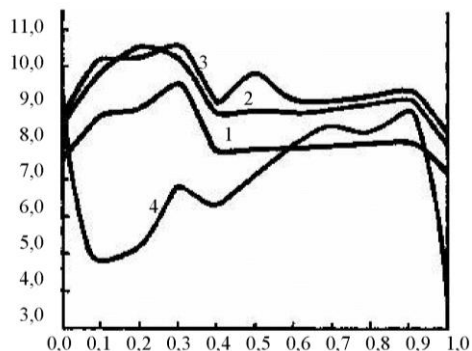


Рисунок 1. Зависимость Жоба для четверной системы $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ — TiOSO_4 — $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ — H_2O : ось абсцисс — мольная доля сульфата алюминия; ось ординат — коэффициент светопоглощения. Обозначение кривых: 225 нм (1); 250 нм (2); 275 нм (3); 300 нм (4)

Таблица 2.

Элементы главных диагоналей преобразованных матриц светопоглощения и ошибок для хромтитаналюминиевых комплексов

№ п/п	Название матрицы	Элементы главных диагоналей								
		1.	Светопоглощения	10,54	-0,331	0,982	-0,199	12,35	-1,120	0,108
2.	Ошибок	0,025	0,043	0,048	0,044	0,041	0,034	0,034	0,033	0,034

Метод изотермической растворимости широко используется для установления состава, области кристаллизации образующихся комплексов, если происходит комплексообразование в насыщенных растворах между компонентами [8], или по полученным диаграммам можно судить об отсутствии какого-нибудь химического взаимодействия.

Исследование растворимости в четверной системе $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ — TiOSO_4 — $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ — H_2O проводили методом невариантных точек. К насыщенным эвтоническим и перитоническим растворам исходных тройных систем добавляли третью соль до появления новой твердой фазы. Смеси термостатировались при температуре 25°C , которую регулировали в термостате U 15 С, с точностью до $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

Для определения составов насыщенных растворов, состоящих из трех компонентов и растворителя, использовали метод сечений

Мерцлина [6], по которому определяют зависимость какого-либо физического свойства от концентрации третьей соли при постоянной температуре и строят графики «состав-свойство». Состав насыщенных растворов находили по точкам излома функциональных кривых. За измеряемое физическое свойство был выбран показатель преломления, определяемый на рефрактометре УРЛ. Равновесие между твердой и жидкой фазами устанавливалось через 7—10 суток, о чем свидетельствовало постоянство показателя преломления.

Для построения диаграмм растворимости выбрали простой и удобный в применении метод Енеке-Буке или способ трехгранной призмы. По этому методу количество растворителя (воды) относят к постоянному количеству суммы трех солей, взятому за 100 %. Состав солей показывают на основании трехгранной призмы (плоскость равностороннего треугольника), а водный угол удален в бесконечность, перпендикулярно основанию [4].

Центральную проекцию получили при помощи лучей, проведенных из вершин воды пространственных диаграмм на плоскость равносторонних треугольников.

Температура исследования была выбрана равной 25°C из тех соображений, что при увеличении ее повышается взаиморастворимость сульфатов хрома, титанила и алюминия, а также происходит ускорение гидролиза соединений титана, в результате чего может произойти переход их в осадок до вступления в процесс гетерополиядерного комплексообразования. Снижение температуры значительно увеличивает продолжительность эксперимента ввиду медленности установления равновесия между твердой и жидкой фазами из-за понижения растворимости исходных компонентов.

В качестве исходных данных для исследования системы «сульфат хрома — сульфат титанила — сульфат алюминия — вода» были выбраны области кристаллизации хромалюминиевого (ХАК), хромтитанового (ХТК) и алюмотитанового (АТК) гетерополиядерных комплексов, а в качестве исходных компонентов использовали кристаллогидраты сульфатов хрома, титанила и алюминия.

Полученные данные по растворимости четверной системы $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{TiOSO}_4 - \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{H}_2\text{O}$ представлены на рисунке 2. Точки e_1 - e_6 являются проекциями эвтонических точек тройных систем, точки E_1 - E_6 — проекциями тройных эвтоник, а точки 1—11 — проекциями тройных переходных точек. Пограничные линии e_1E_1 и e_2E_2 , исходящие со стороны $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{TiOSO}_4$ являются геометрическим местом эвтонических точек тройной системы «сульфат хрома — сульфат титанила — вода», а линии e_3E_3 , e_4E_4

и e_5E_5 , e_6E_6 — геометрическим местом эвтоник систем «сульфат хрома — сульфат алюминия — вода» и «сульфат хрома — сульфат титанила — вода» соответственно. Пограничная линия $E_1E_2E_3E_4E_5E_6$, проходящая также через точки 1—11, есть искомая проекция поверхности кристаллизации тройных хромтитаналюминиевых соединений [1].

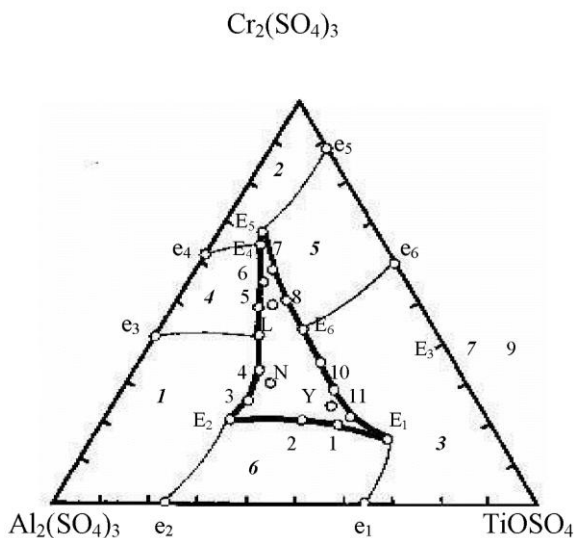


Рисунок 2. Центральная проекция диаграммы растворимости четверной системы $Cr_2(SO_4)_3 — TiOSO_4 — Al_2(SO_4)_3 — H_2O$ при $25^\circ C$

Таким образом, поверхность растворимости исследуемой четверной системы $Cr_2(SO_4)_3 — TiOSO_4 — Al_2(SO_4)_3 — H_2O$ состоит из 7 полей. Полям кристаллизации исходных солей сульфата алюминия, сульфата хрома и сульфата титанила соответствуют поля 1, 2, 3 соответственно. Поле 4 характеризуется равновесием в гетерогенной системе, состоящей из кристаллов хромалюминиевого комплекса и насыщенного раствора, а поля 5 и 6 — равновесием в системах между насыщенными растворами и кристаллами хромтитанового и алюмотитанового комплексов соответственно. Область кристаллизации тройных гетерополиядерных комплексных соединений, содержащих хром, титан и алюминий, является поле 7.

Предполагаемые валовые составы хромтитаналюминиевых комплексных соединений, рассчитанные по диаграммам растворимости и соответствующие точкам L, N, Y (рис. 2), следующие:

ХТАК-1 (точка L) - $1,5\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 1,5\text{TiOSO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 40\text{H}_2\text{O}$;

ХТАК-2 (точка N) - $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2,5\text{TiOSO}_4 \cdot 1,5\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 45\text{H}_2\text{O}$;

ХТАК-3 (точка Y) - $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{TiOSO}_4 \cdot 1,5\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 47\text{H}_2\text{O}$.

Сложные валовые составы хромтитаналюминиевых комплексных гетерополиядерных соединений и изменчивость их от соотношения хрома, титана и алюминия в растворе указывают на то, что в химическое взаимодействие между собой вступают полиядерные комплексы этих металлов.

Список литературы:

1. Аносов В.Я., Озерова М.И., Фиалков Ю.Я. Основы физико-химического анализа. — М.: Наука, 1976. — 334 с.
2. Бимурзаева З.Е. Синтез, исследование физико-химических свойств и дубящего действия алюмохромциркониевых и железохромциркониевых комплексов: Дис. канд. техн. наук. — Тараз, 1999. — 131 с.
3. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа. — Л.: Химия, 1968. — 384 с.
4. Викторов М.М. Графические расчеты в технологии неорганических веществ. — Л.: Химия, 1972. — 462 с.
5. Жарлыкапова Р.Б. Синтез, исследование строения и дубящего действия гетерополиядерных комплексов, используемых в кожевенной промышленности: Дис. канд. техн. наук. — М., 1991. — 129 с.
6. Никурашина Л.И., Мерцлин Р.В. Метод сечений. Приложение его к изучению многофазного состояния многокомпонентных систем. — Саратов: Саратовский Гос. Ун-т. 1969. — С. 3—28.
7. Сахы М. Научные основы малоотходных технологий получения и применения, экологически безвредных полиядерных комплексных соединений: Дис. докт. техн. наук. — Тараз, 1999. — 288 с.
8. Турарова Н.Я. О возможности определения состава комплекса по диаграмме состояния гетерогенной системы типа AX — BX — растворитель. // Координационная химия. — 1984. — № 3. — С. 1165—1173.
9. Хартли Ф., Бергес К., Оллок Р. Равновесия в растворах. — М.: Мир, 1983. — 360 с.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Материалы международной заочной научно-практической
конференции

04 февраля 2013 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 11.02.13. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 5,75. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3