



**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ:  
ВОПРОСЫ БИОЛОГИИ, ХИМИИ,  
ФИЗИКИ**

Новосибирск, 2012 г.

УДК 50  
ББК 20  
Е 86

Рецензент — канд. биол. наук, доцент кафедры биологии растений Луганского национального аграрного университета, Харченко Виктория Евгеньевна (г. Луганск).

**Е 86 «Естественные науки: вопросы биологии, химии, физики»:** материалы международной заочной научно-практической конференции. (10 сентября 2012 г.) — Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. — 100 с.

ISBN 978-5-4379-0126-7

Сборник трудов международной заочной научно-практической конференции «Естественные науки: вопросы биологии, химии, физики» 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.

ББК 20

ISBN 978-5-4379-0126-7

© НП «Сибирская ассоциация консультантов», 2012 г.

## Оглавление

<b>Секция 1. Биология</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Биологические аспекты сельского хозяйства</b>	<b>6</b>
СКРИНИНГ УГЛЕВОДНО-БЕЛКОВЫХ КОМПОНЕНТ В МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ОРГАНИЗМА ЖИВОТНЫХ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ОБЛУЧЕНИИ Айдарханова Гульнар Сабитовна	6
<b>1.2. Медицинская биология</b>	<b>11</b>
РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА ДИСБАЛАНСА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ У НАСЕЛЕНИЯ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ Дахова Екатерина Валерьевна Целых Екатерина Дмитриевна	11
СОДЕРЖАНИЕ МИКРОНУТРИЕНТОВ В СУТОЧНОМ РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНО-ПОЛОВЫХ ГРУПП НАНАЙСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ Кирсанова Екатерина Юрьевна Целых Екатерина Дмитриевна	16
<b>1.3. Микробиология и вирусология</b>	<b>22</b>
О ВОЗМОЖНОЙ ВИРУСНОЙ ПРИРОДЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ DACTYLORHIZA INCARNATA И EPIRACTIS PALUSTRIS ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ УКРАИНЫ Перегудова Александра Сергеевна Коротеева Анна Владимировна Компанец Тарас Анатолиевич	22
<b>1.4. Физико-химическая биология</b>	<b>28</b>
ИЗУЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО АДАПТИВНОГО ОТВЕТА ИНДУЦИРОВАННОГО ИНФРАКРАСНЫМ СВЕТОМ У МЫШЕЙ IN VIVO Ивлев Егор Дмитриевич	28

<b>1.5. Физиология</b>	<b>32</b>
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ	32
Антипова Марина Викторовна	
ВЛИЯНИЕ ДЕФИЦИТА ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	38
Гуляева Анна Борисовна	
Гуляев Борис Иванович	
Курьята Владимир Григорьевич	
<b>1.6. Экология и природопользование</b>	<b>43</b>
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДОВ ДЕТОКСИКАЦИИ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ	43
Яковишина Татьяна Федоровна	
ОЦЕНКА ОБЩЕГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ МАЛЫХ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ)	47
Сафранкова Екатерина Алексеевна	
Анищенко Лидия Николаевна	
<b>Секция 2. Химия</b>	<b>51</b>
<b>2.1. Аналитическая химия</b>	<b>51</b>
ИЗУЧЕНИЕ СПИРТОВО-ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	51
Терещенко Дмитрий Геннадиевич	
Избранова Светлана Иосифовна	
<b>2.2. Неорганическая химия</b>	<b>69</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И СТРОЕНИЯ ВНУТРИКОМПЛЕКСНЫХ РАЗНОЛИГАНДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЦЕРИЯ(III) С ГЛИЦИНОМ И ВИННОЙ КИСЛОТОЙ	69
Кулиев Асаф Джалал оглы	
Сагиева Фахрия Акиф кызы	

<b>2.3. Физическая химия</b>	<b>75</b>
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИДРОКСОСОЕДИНЕНИЙ КАТИОНОВ ЦЕРИЕВОЙ ГРУППЫ	75
Лобачева Ольга Леонидовна Джевага Наталья Владимировна Чиркст Дмитрий Эдуардович	
ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА РЕАКТИВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ИМПЕДАНСА И РЕЗОНАНСНЫЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ГИДРАТИРОВАННЫХ ИОНОВ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ	80
Килимник Александр Борисович Слобина Елена Семеновна Ярмоленко Владислав Владимирович	
<b>Секция 3. Физика</b>	<b>86</b>
<b>3.1. Физика конденсированного состояния</b>	<b>86</b>
РАСЧЁТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЗОТОПОВ ВА В ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕМ КАНАЛЕ ТЕРМОЭМИССИОННОГО РЕАКТОРА- ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	86
Шумилов Алексей Андреевич	
<b>3.2. Физика магнитных явлений</b>	<b>91</b>
АНОМАЛЬНЫЙ МАГНЕТОКАЛОРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В $\text{Ho}(\text{Co}_{0.85}\text{Fe}_{0.15})_2$	91
Осадченко Валерий Харитонович Тарасов Евгений Николаевич Аникин Максим Сергеевич Зинин Александр Владимирович Андреев Сергей Витальевич Бобров Валерий Анатольевич	

## СЕКЦИЯ 1.

### БИОЛОГИЯ

#### 1.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

#### СКРИНИНГ УГЛЕВОДНО-БЕЛКОВЫХ КОМПОНЕНТ В МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ОРГАНИЗМА ЖИВОТНЫХ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ОБЛУЧЕНИИ

*Айдарханова Гульнар Сабитовна*

*д-р биол. наук, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана*

*E-mail: [exbio@yandex.ru](mailto:exbio@yandex.ru)*

Важное место в науке и практике в Казахстане занимают вопросы, связанные с последствиями проведенных ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном полигоне (СИП). В настоящее время фактология данной проблемы базируется на количественном составе радионуклидов в некоторых объектах окружающей среды. Большое значение приобретает решение вопросов, связанных с изучением радиозэкологического состояния сельскохозяйственных угодий и рассмотрение вопросов о формировании биологических эффектов в организмах в отдаленные сроки при хроническом облучении животных.

Отдельными международными экспертами в области радиозэкологии сельскохозяйственных животных с учетом основных принципов радиационной защиты окружающей среды, которые изложены в Публикации № 91 Международной Комиссии по Радиационной защите (МКРЗ), предлагается включить в состав референтной фауны крупный рогатый скот (КРС). Этот выбор основан на том, что КРС является типичным представителем конкретных экосистем, может служить информативным биологическим индикатором загрязнения окружающей среды, сравним с человеком

по чувствительности к действию ионизирующей радиации. В случае радиоактивного загрязнения местности КРС получает более высокие дозы облучения по сравнению с человеком из-за особенностей своего обитания, для него имеются ранее установленные физиологические и радиационные константы [1]. В связи с вышеизложенным, представляет интерес определение биологических эффектов радиационного воздействия в отдаленный период после испытаний на компоненты природной среды и живые организмы, длительно обитающие в агроэкосистемах территории СИП.

**Целью** исследований было изучение основных биохимических показателей метаболических процессов по характеристикам углеводного и белкового обмена организма крупного рогатого скота, постоянно обитающих на территории Семипалатинского испытательного полигона.

**Материалы и методы** исследований. Материалом для исследования являлись пробы крови крупного рогатого скота. Пробы отбирались у 24 взрослых коров после 3—4 отела в период активной лактации в летний период коровы 1—2 лактации со средним весом  $300 \pm 35$  кг. Животные принадлежали частным крестьянским хозяйствам, расположенным в юго-восточной части Семипалатинского полигона. Группы экспериментальных животных — поголовье крупного рогатого скота относятся к симментальской породе комбинированного мясо-молочного направления. Для определения концентраций углеводов и белков в плазме крови животных использовали общепринятые методы [2].

**Результаты и их обсуждение.** В таблице 1 представлены результаты лабораторных анализов по радионуклидной загрязненности организма животных, в таблице 2 показаны результаты по изучению углеводно-белкового состава плазмы крови исследуемых животных.

*Таблица 1.*

**Характер накопления радионуклидов в плазме крови животных по сезонам года, ( $n \pm \%$ ) Бк/кг**

Радионуклиды	Диапазон измеренных значений		
	зима	лето	осень
$^{90}\text{Sr}$	$0,10 \pm 0,003$	$0,43 \pm 0,08$	$0,27 \pm 0,05$
$^{137}\text{Cs}$	$0,51 \pm 0,09$	$1,23 \pm 0,11$	$0,68 \pm 0,09$

Как видно из результатов лабораторных анализов, радионуклиды поступают в организм животных постоянно, во все указанные сезоны года. В весенний период нами исследования не проводились. Хроническое воздействие  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  обуславливает определенный биологический эффект, который может выражаться в различных направлениях. Биохимическим процессам принадлежит ключевая роль в обеспечении и регуляции физиологической стабильности организмов (сохранении гомеостаза) [5]. Признано, что одним из механизмов токсического действия радионуклидов является образование свободных радикалов и интенсификация окислительных процессов, наиболее чувствительными к действию излучения и инкорпорированных радионуклидов является кроветворная система [4]. При хроническом воздействии соли тяжелых металлов, каковыми являются и радионуклиды, вызывают нарушения биохимического состава, функций жизненно важных органов и морфологической структуры. Биохимические показатели белкового обмена в организме также могут рассматриваться в качестве важнейшего доказательства поражающего действия ионизирующих излучений.

**Таблица 2.**

**Биохимические показатели углеводного и белкового обмена в организме крупного рогатого скота**

<b>Физиологическое состояние животных</b>	<b>Концентрация глюкозы, ммоль/л</b>	<b>Концентрация общего белка, г/л</b>
Период активной лактации	2,6±0,1	90,8±11,8
Период активной лактации	3,0±0,22	97,8±4,6
Период активной лактации	3,1±0,4	101,1±0,7
Период активной лактации	3,3±0,5	102,0±0,4
Период активной лактации	2,7±0,01	105,2±2,25
Период активной лактации	2,1±0,71	90,7±12,46
Период активной лактации	2,9±0,23	119,2±16,22
Период активной лактации	2,3±0,4	109,6±7,24
Средние значения	2,7±0,33	102,4±7,03
Норма	2,2—3,3	60—85

Анализ концентрации белков и глюкозы в организме исследуемых животных выявил определенную картину состояния метаболизма. Важность определения этих параметров объясняется тем, что ряд белков, содержащихся в плазме крови, взаимодействуя с металлами переменной валентности, тормозят катализируемое ими перекисное окисление в организме. Нашими исследованиями

установлено, что особенности углеводного и белкового обмена в организме животных подвержены определенным отклонениям. Особенности метаболических процессов углеводно-белкового обмена характеризуются тем, что у животных наблюдается сдвиг белкового обмена. Результаты исследования показали, что среднее содержание общего белка в плазме крови составляет  $102,4 \pm 7,03$  г/л. По данным литературы, содержание общего белка в крови крупного рогатого скота должно составлять 75 г/л, может колебаться в пределах 60—85 г/л. [3]. По-видимому, незначительно высокое содержание белка в крови объясняется тем, что токсическое действие радионуклидов приводит к нарушению функции печени, а также ингибирующим влиянием различных токсикантов, в том числе, радионуклидов, на белковые фракции. Среднее содержание глюкозы в крови составило  $2,7 \pm 0,33$  ммоль/л (в норме 2,2—3,3 ммоль/л). Подобное повышение уровня белков в плазме крови может быть обусловлено компенсаторной реакцией организма животных, направленной на поддержание энергетического баланса в условиях хронической интоксикации организма. Таким образом, исследования показателей крови крупного рогатого скота выявили, что хроническая интоксикация организма животных в условиях постоянной инкорпорации радионуклидов в рационе приводит к сбою белкового обмена. Нормальное содержание глюкозы, возможно, обеспечивает процесс поддержания гомеостаза. В полевых натуральных условиях нами не выявлены отклонения в клинической картине состояния здоровья животных. При общем осмотре у животных не отмечены клинические изменения, но характер динамики углеводного и белкового обмена можно рассматривать как формирование скрытых патологических отклонений. По-видимому, это можно рассматривать как одно из проявлений защитно-приспособительных реакций в ответ на длительную нуклидную интоксикацию.

Таким образом, по результатам лабораторных анализов крови крупного рогатого скота, циркулирующей в периферическом русле, можно констатировать, что у животных в организме установлены стойкие биохимические нарушения.

### **Список литературы:**

1. Бударков В.А. О задачах ветеринарной радиобиологии при радиоактивном загрязнении сельскохозяйственных угодий [Текст] / В.А. Бударков // Тезисы докл. 4 съезда по радиационным исследованиям. М., 2001. — С. 632.

2. Коваленко Л.И. Радиометрический ветеринарно-санитарный контроль кормов животных, продукции животноводства [Текст] / Л.И. Коваленко. Киев: Урожай, 1987. — 89 с.
3. Мирзоев Э.Б. Методология оценки физиологического состояния сельскохозяйственных животных при ведении животноводства на радиоактивно загрязненных территориях [Текст] / Э.Б. Мирзоев, В.О. Кобялко // 5 Съезд по радиационным исследованиям. М., 2006. — Т. 3. — С. 33.
4. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных [Текст] / С.П. Ярмоненко. М.: Высш. шк., 2004. — 424 с.
5. Hall E.J. Molecular mechanisms of radiation effects [Текст] / E.J. Hall // Reports from intern.conf. "Biological effects of ionizing radiation". 1997. Vienna, 1998. — P. 75—91.

## 1.2. МЕДИЦИНСКАЯ БИОЛОГИЯ

### РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА ДИСБАЛАНСА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ У НАСЕЛЕНИЯ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

*Дахова Екатерина Валерьевна*

*студентка 3 курса, кафедра биологии и географии ДВГГУ,  
г. Хабаровск*

*E-mail: [ekaterina.0305@mail.ru](mailto:ekaterina.0305@mail.ru)*

*Целых Екатерина Дмитриевна*

*д-р биол. наук, профессор ДВГГУ, г. Хабаровск*

Неотъемлемой частью среды обитания человека является вода, служащая для удовлетворения физиологических, санитарно-гигиенических и других потребностей. На сегодняшний день практически все водные источники продолжают подвергаться техногенному воздействию различной интенсивности, увеличивая совокупный риск для здоровья человека, из-за изменения водного фактора [18].

Сегодня является актуальным определение влияния качества питьевой воды на формирование характеристик сердечнососудистой и дыхательной систем подростков, проживающих в условиях напряженного экологического состояния территории.

*Цель работы:* дать эколого-физиологическое обоснование адаптивных реакций организма подростков, под влиянием микроэлементного дисбаланса в питьевой воде, и разработать предложения и рекомендации по снижению риска дисбаланса микроэлементов питьевой воды у населения Хабаровского края.

Проведено экспедиционное физиолого-экологическое обследование экологических факторов среды (пробы питьевой воды) и функциональных характеристик подростков Хабаровского края (с. Найхин и Троицкое Нанайского района, с. Датта Ванинского района, гг. Амурск и Хабаровск ( $n^{\text{♂}} = 139$ ;  $n^{\text{♀}} = 220$ ) средний возраст составил  $16,28 \pm 0,09$  лет, обоего пола.

В пробах питьевой воды децентрализованного и централизованного водоснабжения исследуемых территорий исследовалось содержание элементов и примесей ( $n = 42$ ), в зимний период времени 2009—2011 гг.

Исследованы пробы питьевой воды на содержание элементов ( $n = 40$ ): токсичных (As, Pb, Ba, Bi, Cd, Hg, Tl, Be, Sb, Sn и т.д.), потенциально токсичных (Zr, Sn, Ag, W, Ge, Ga, Sr, Ti, Cu, Fe, Mn и т.д.), эссенциальных (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr, Se), условно эссенциальных элементов (B, Ni, V, As, Li и т.д.) методом атомно-эмиссионной спектроскопии на квадрупольном спектрометре: ICP-MS ELAN DRCII PerkinElmer (США) [5].

Оценка содержания некоторых примесей: общая сумма нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ), общая сумма нефтепродуктов (СН) в природных питьевых водах осуществлена фотометрическими и спектрофотометрическими методами анализа, на базе Хабаровского инновационно-аналитического центра РАН ДО ИТиГ [7; 8].

Исследованы некоторые физиологические показатели сердечнососудистой (ССС) и дыхательной (ДС) систем. Определение систолического (САД), диастолического (ДАД) давления проводилось методом Короткова, частоты сердечных сокращений (ЧСС) — по пульсовому показателю [6]; пульсовое давление (ПД), систолический и минутный объем крови (СО, МОК), адаптационный потенциал (АП), [1; 3; 4] экскурсия грудной клетки (ЭГК) — расчетными методами [22]. При статистическом анализе использовались стандартные методы вариационной статистики: определение достоверности полученных данных в условиях стандартного нормального распределения для независимых выборок — по коэффициенту Стьюдента; ошибка оценивалась с помощью средней квадратической ошибки ( $M \pm m$ ).

Метод определения интегрального показателя функционального отклика организма (ИПФО) [6] на факторы внешней среды, с определением диапазона реагирования, с нормированным шагом, рассчитывался по формуле:

$$K(X_1, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n \exp \left[ -\frac{(X_i - X_{oi})^2}{2nL_i^2} \right]$$

*Примечание:*  $\Pi$  — знак произведения;  $\exp$  — знак экспоненциального множителя;  $2nL_i^2$  — масштабный множитель;  $L_i$  — масштаб допустимых изменений;  $K(X_1, \dots, X_n)$  — функция, отражающая отклонения воздействия факторов внешней среды от нормативных;  $n$  — количество сомножителей.

Для математических расчетов использовались статистический пакет SPSS и офисный пакет Microsoft Office Excel 2007.

В ходе проведенного нами исследования, были выявлены отклонения от норм в микроэлементном составе питьевой воды обследованных территорий. В результате исследования 42 компонентов в пробах питьевой воды выявлено содержание примесей в концентрациях, превышающих ПДК. Основными экотоксикантами питьевой воды определены —  $\text{CN}$ ,  $\text{NO}_3^{-1}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Ba}$  и  $\text{P}$ .

$\text{CN}$  — встречается в 60 % всех исследуемых проб с. Найхин и с. Троицкое Нанайского района, из которых 40 % проб децентрализованного водоснабжения. В других исследуемых районах данные вещества не обнаружены. Нитраты обнаружены в с. Троицкое в 80 % проб в концентрации, превышающей ПДК. Высокое содержание  $\text{Mn}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Ba}$  и  $\text{P}$  обнаружено во всех пробах исследуемых территорий.

В пробах питьевой воды исследуемых территорий определена низкая концентрация эссенциальных элементов ( $\text{Se}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Cr}$  и  $\text{Cu}$ ), в пределах «ниже необходимого человеческому организму». Длительный дефицит элементов, так же как и избыток, ведет к нарушению металло-лигандного гомеостаза [10]

При рассмотрении показателей ИПФО на 42 фактора (31 фактор с ПДК, определенными СанПин), питьевого водоснабжения исследуемых районов, нами выявлено: в природных питьевых водах Нанайского района, наибольшее значение для организма человека имеет превышающая ПДК концентрация  $\text{CN}$  и  $\text{Fe}$  (с. Найхин уровень «региональные нормативные показатели»); с. Троицкое уровень «функционального напряжение системы организма» и уровень «специфических адаптивных качеств»); для с. Датта — превышающая ПДК высокая концентрация  $\text{P}$  (уровень «региональные нормативные показатели»); в питьевых водах г. Амурска — превышающая ПДК концентрация  $\text{P}$  и  $\text{Mn}$ , а также дефицитные  $\text{Mo}$  и  $\text{Se}$ , в 100 % случаев, соответствует границам уровня «неизбежных патологических сдвигов». Наибольшее значение для организма человека, проживающего в г. Хабаровске, имеет дефицитное содержание  $\text{Mo}$ ,  $\text{Co}$  и  $\text{Cu}$ , формирующие ИПФО на уровне «специфических адаптивных качеств», что в целом создает определенную опасность применения этой воды для пищевых целей.

Исследование ССС подростков, проживающих на территории Хабаровского края, выявило изменения этих показателей в сравнении с возрастными нормативами. Выявлено отклонение от норм показателей ЧСС, САД и ДАД во всех обследованных группах

подростков, кроме САД показателей мальчиков с. Троицкое. Показатели ЧСС в большинстве групп являются повышенными. Однако, в группах сс. Найхин и Датта, напротив, являются ниже нормативных показателей. Высокие показатели ДАД выявлены у всех подростков обследованных территорий. Определены высокие показатели ПД у подростков обеих половых групп, проживающих на территории с. Найхин, г. Амурск и Хабаровск, и в группе мальчиков с. Троицкое. Другие показатели ССС, такие как СО и МОК, в большинстве обследуемых групп, находятся в пределах нормы, кроме подростков г. Хабаровска и мальчиков г. Амурска. Во всех обследуемых половых группах определен АП, соответствующий уровню «удовлетворительная адаптация», кроме подростков г. Амурска и мальчиков с. Троицкое, что и подтверждает ранее показанный анализ ИПФО. Наибольшие отклонения выявлены подростком г. Амурска.

Одним из показателей адаптации организма к условиям внешней среды является определение резервных возможностей ДС. Выявлены изменения показателей ЭГК в сравнении с возрастными нормативами во всех исследуемых группах подростков. Определено, что у девочек г. Амурска и с. Троицкое, а также в обеих половых группах сс. Найхин и Датта, показатель ЭГК находится ниже установленных норм. Низкий показатель ЭГК приводит к уменьшению дыхательных объемов и формированию варианта дыхательной недостаточности.

Здоровье населения Хабаровского края напрямую зависит от качества потребляемой питьевой воды, которая является для организма информацией мультифакторного характера. Нами разработаны предложения и рекомендации по снижению риска дисбаланса микроэлементов питьевой воды.

1. На начальном этапе необходимо проводить работы с населением в форме листовок и бесед. Основной акцент желательно сделать на работу с учащимися образовательных учреждений. Детские умы более восприимчивы к поставляемой информации. Предоставленные данные должны носить информационный характер на предмет использования в рационе продуктов с повышенным содержанием дефицитных микроэлементов. Список продуктов должен подходить к условиям биогеохимической провинции и соответствовать группам людей, как с разными гастрономическими пристрастиями, так и придерживающихся определенных диет.

2. Рекомендация к употреблению столовых минеральных вод, БАДов к пище с содержанием дефицитных микроэлементов.

3. На масштабном этапе решения проблемы можно предложить внедрение в пищевую промышленность региона специализированного многоуровневого оборудования по очистке и последующей минерализации воды.

4. На практике разработаны адресные рекомендации для жителей Хабаровского края, направленные на помощь в решении вопроса дефицита микроэлементов в питьевой воде (потребление продуктов питания с повышенным содержанием требуемых веществ), и исключения употребления воды с высоким содержанием токсичных элементов (использование привозной воды).

Для нивелирования содержания экотоксикантов в питьевой воде Хабаровского края возможны следующие меры:

1. Использование сертифицированной бутилированной воды.

2. Разработка рекомендаций по очистке питьевой воды, включающие в себя следующие способы очистки питьевой воды: предварительное отстаивание; использование стационарных водоочистительных фильтров кувшинного типа с различными методами фильтрации.

### **Список литературы:**

1. Баевский Р.М. Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. СПб.: Наука, 1993. — С. 33—37.
2. Бандман А.Л. Вредные химические вещества. Неорганические соединения V—VII групп / А.Л. Бандман, Н.В. Волкова, Т.Д. Грехова и др. Л., 1989. — С. 55—65.
3. Белов В.И. Валеология: здоровье, молодость, красота, долголетие / В.И. Белов, Ф.Ф. Михайлович. М.: Недра Коммюникейшенс Лтд, 1999. — С. 30—37.
4. Берсенева А.П. Принципы и методы массовых донозологических обследований с использованием автоматизированных систем / А.П. Берсенева // автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Киев, 1991. — 27 с.
5. Масс-спектральное с индуктивно-связанной плазмой определение элементов примесей в природных водах. М.: МПР РФ, 2002. — С. 3—23.
6. Матюхин В.А. Экологическая физиология человека и восстановительная медицина / В.А. Матюхин, А.Н. Разумов. М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1999 — С. 32—35.
7. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с солицилатом натрия. М.: Минприрода, 2004. — С. 138—144.

8. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах питьевых, природных и очищенных вод методом ИК-спектрофотометрии с использованием концентратомера КН-2. М.: Сибзкоприбор, 2000. — С. 1—14.
9. Нарбут Н.А. Экологические проблемы региона: Хабаровский край. Курс лекций / Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2006. — С. 32—35.
10. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. — 272 с.

## **СОДЕРЖАНИЕ МИКРОНУТРИЕНТОВ В СУТОЧНОМ РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНО-ПОЛОВЫХ ГРУПП НАНАЙСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ**

***Кирсанова Екатерина Юрьевна***

*студентка 4 курса Биолого-химического факультета,  
Дальневосточный государственный гуманитарный университет,  
г. Хабаровск*

*E-mail: [ekaterinakirsanova16@mail.ru](mailto:ekaterinakirsanova16@mail.ru)*

***Целых Екатерина Дмитриевна***

*д-р биол. наук, профессор кафедры биологии и географии,  
Дальневосточный государственный гуманитарный университет,  
г. Хабаровск*

*E-mail: [Celixed@mail.ru](mailto:Celixed@mail.ru)*

Хабаровский край — уникальное место культурно-этнического наследия в пределах Дальнего Востока, что связано с проживанием коренных малочисленных народов Севера (КМНС) — нанайцев, удэгейцев, орочей и др. [1, с. 60—77]. Изучение адаптационно-компенсаторных процессов и реакций в условиях различных биогеохимических провинций отнесено к числу приоритетных фундаментальных медико-биологических исследований на ближайшие десятилетия [2, с. 34]. Согласно гипотезе Т.И. Алексеевой, коренное население географических регионов сравнительно мало подверглось сильному антропогенному влиянию, поэтому они могут служить «модельными популяциями» для исследования процесса взаимодействия человека со средой обитания, экофакторами, создающими специфику и дифференциацию облика представителей

разных рас. Питание является важным фактором, определяющим фенотипический метаболизм [3, с. 15; 4, с. 35; 14, с. 135—160]. Представители КМНС на протяжении многих столетий не использовали в европейские рационы питания, сохраняя многовековой опыт обеспечения приспособительной устойчивости к действию экстремальных факторов за счет употребления в пищу естественной продукции (сырая рыба и мясо). Однако в настоящее время, принятый в семьях КМНС образ питания соответствует российскому варианту общеевропейской кухни и практически лишен этнической специфичности, но традиционность употребления местных продуктов имеет место быть (тушь оленя, рыба, ягоды) [9, с. 35—67; 15, с. 54].

Согласно мнению ученых, ранее представители КМНС, проживающие на территории Хабаровского края, при соблюдении традиционного белково-жирового питания — 66 % жиров и 32 % белков, без существенного вклада углеводов, обладали чертами адаптации систем жизнеобеспечения к местным природным условиям [9, с. 19—72]. Сдерживающая рост диета вызывает инварианты адаптации организма у людей, в зависимости от возраста и сформированности уровня эпигенотипа (адаптивные реакции организма проявлялись снижением количества жировой ткани) [8, с. 15; 5, с. 36—43]. В XXI веке, в связи с отсутствием исторически сложившегося, сбалансированного типа питания, наблюдается увеличение уровня заболеваемости нанайцев (ожирение, заболевания сердечнососудистой, дыхательной систем), что не характерно для нации, возможной причиной которого является потребление в большом объеме углеводной пищи и изменения характера питания [7, с. 13; 9, с. 19—72]. Поэтому проблема сохранения численности и здоровья нанайского населения, особенно беременных женщин, на основе рационального питания актуальна и приоритетна в данное время [10, с. 110—159].

По результатам эколого-физиологических исследований выявлено среднее содержание витаминов в суточном рационе питания (СРП), ( $n = 50$ ) нанайцев. Сравнение проводилось на основании усредненного нормативного показателя ( $N$ ) с использованием различных источников литературы по концентрации микронутриентов в СРП, в соответствии с возрастом/полом. Среди всех групп нанайского населения (взрослые: мужчины ( $\sigma$ ), ( $m_{cp.} = 40$  лет), женщины ( $\phi$ ), ( $m_{cp.} = 37$  лет); подростки ( $m_{cp.} = 15$  лет); беременные женщины ( $m_{cp.} = 25$  лет)) средний уровень потребления витамина С составляет 16,1 мг/сут., что ниже ( $\downarrow$ )  $N$  (65 мг/сут.) в 4 раза; концентрация витаминов  $B_1$  и  $B_2$  — 1,2 мг/сут., что  $\downarrow N$  (3,2 мг/сут.)

в 2,7 раза; витамина А (β-каротин) — 1,3 мг/сут. при N (1,5 мг/сут.) ↓ в 1,2 раза; витамина D — 33,7 мкг/сут., что в 5,4 раза выше (↑) N (6,25 мкг/сут.) [12, с. 66—79; 6, с. 80—111; 11, с. 174—250].

Определено содержание водорастворимых витаминов группы В, С в СРП для каждой возрастно-половой группы нанайского населения, в % от N. Определено наибольшее содержание — 58,30 % витаминов группы В (В<sub>1</sub> (тиамин), В<sub>2</sub> (рибофлавин)) и 29,33 % витамина С (аскорбиновая кислота) от N в СРП взрослых женщин-нанаек. Наиболее низкая концентрация витаминов группы В, С в СРП беременных женщин КМНС, что составляет 19—20 % от N с учетом физиологической роли витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> — для роста и развития тканей, мозга плода, для формирования хорошего зрения и кожи. Поэтому беременные женщины должны употреблять продукты, богатые витаминами группы В: мясо, печень, молочные продукты, яйца, бобовые, хлеб, орехи, спаржа, рыба. Решить проблему дефицита витамина С, необходимого беременной женщине для функционирования клеток, развития костей, зубов, обмена кислот и гормонов, увеличения усвоения Fe, следует, введя в СРП шиповник, цитрусовые, черную смородину, помидоры, брюссельскую капусту, картофель, шпинат [25, 27, 29].

Проведен анализ содержания жирорастворимых витаминов А (β-каротин), (ретинол), D (кальциферол) в СРП нанайского населения, в % от N. Наибольший процент содержания витамина А определен в рационе мужчин (80 % от N). Превышение содержания витамина D в СРП, в сравнении с N, в среднем, в 4,5—5 раз, связано с высоким уровнем потребления рыбной продукции (кета вареная, вяленая, сайра, бода — национальное блюдо), что является гигиенической нормой для представителей КМНС. Самая низкая концентрация витаминов А, D — у беременных нанаек (в среднем, 70 % от N). Для будущих матерей важно употребление пищи с витамином А: печень, молоко, сыр, масло, маргарин, шпинат, морковь, брокколи, помидоры; так как повышает иммунитет, способствует развитию костей и зубов зародыша и т. д. Необходимость потребления пищи с витамином D (печень, семга, сардины, яичный желток) обусловлена ролью для поддержания гомеостаза Са и фосфатов в крови, формирования скелета.

Определено среднее содержание элементов ( $M \pm m$ ) в СРП (n = 50) населения КМНС. Установлено, что средний уровень потребления Mg составляет 156,2 мг/сут., что ↓ N (в среднем, 300 мг/сут.) в 1,9 раза; К — 1025 мг/сут., что ↓ N (2850 мг/сут.) в 2,7 раза; Са — 265 мг/сут. при N (975 мг/сут.) ↓ в 3,7 раза; Fe — 20,85 мг/сут., что в 1,1 раза ↑ N (18,25 мг/сут.) [12, с. 66—79];

11, с. 174—250]. Также исследовано содержание макро- и микроэлементов в СРП нанайского населения, в % от N. Выявлено, что у беременных снижена концентрация Mg и K — 12,6 % и 8,0 % от N, соответственно. В то время, как при беременности существует повышенная потребность в Mg, отмечено его низкое содержание в СРП, в сравнении с N, в среднем, в 7,9 раз. У ♀ содержание Mg составляет 67,9 % от N. Дефицит Mg приводит к утомляемости, потере аппетита, иммунодефициту, заболеваниям сердечнососудистой системы, поэтому следует употреблять мясо, молоко, злаки, овощи [13, с. 221—225]. У девочек-подростков содержание K — 84,6 % от N. Самое низкое содержание K в СРП беременных нанайек составляет 8,0 % от N. Дефицит K приводит к депрессии, мышечной слабости, изменению ритма сердечных сокращений, сухости кожи, нарушению функции легких, ЖКТ, почек, следовательно, надо использовать в пищу мясо, капусту, картофель, сухофрукты, изюм, орехи. Наибольший процент содержания Ca и Fe от N отмечен у ♂ (43,5 %, в 3 раза ↑, соответственно). Отмечено, превышение концентрации Fe от N у ♂, ♀, подростков, в среднем, в 1,8 раз. Самый низкий процент от N по данным элементам определен у беременных женщин-нанайек (по Ca — ↓ в 10,6 раза — 5,9 %; по Fe — ↓ в 2,3 раза — 45,0%). Сниженное содержание Ca связано неадекватным питанием, повышенной потребностью при беременности, избытке в организме P, Mg, K, Fe и др. При недостатке Ca отмечается плохой рост костей скелета, общая слабость, судороги в мышцах, нарушение иммунитета, аллергии, снижение свертываемости крови. Необходимо употреблять молочную продукцию, овощи, так как они обогащены Ca [8, с. 17; 11, с. 157—197]. Причина дефицита Fe у беременных также связана с неадекватным питанием, что приводит к развитию анемий, угнетению иммунитета, замедлению умственного и физического развития детей. Избыточная концентрация Fe (превышение в СРП, в сравнении с N, в среднем, 1,5—2 раза, в семьях) является причиной слабости, пигментации кожи, потери аппетита, уменьшении массы тела, поэтому следует употреблять печень, мясо, шпинат, яйца, сухофрукты, орехи [11, с. 88].

Одной из причин существенного ухудшения здоровья подрастающего поколения является резкое снижение репродуктивных возможностей на фоне адаптационного ответа организма беременных женщин КМНС в ответ на низкое потребление витаминов (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, D и A), дефицит элементов (Fe, Mg, K, Ca) в СРП, поскольку пищевые вещества, поступающие в организм беременной женщины в недостаточном количестве, могут стать причиной патологий

будущего ребенка [13, с. 155—214]. Восстановление национального «адаптационного рациона», поддерживающего сбалансированность микронутриентов в соответствии с эколого-этническими особенностями организма, содержащего ежедневные дозы ингредиентов, придающих продуктам функциональные свойства, может быть одним из главных решений демографической проблемы КМНС [1, с. 17; 2, с. 25].

### Список литературы:

1. Агаджанян Н.А. Адаптация и резервы организма / Н.А. Агаджанян. М.: Физкультура и спорт, 1983. — 74 с.
2. Агаджанян Н.А. Экология человека и концепция выживания/ Н.А. Агаджанян, А.И. Воложин, Е.В. Евстафьева. М.: ГОУ ВУНМЦ РФ, 2001. — 240 с.
3. Алексеева Т.И. Адаптивные процессы в популяциях человека / Т.И. Алексеева. М.: Изд-во МГУ, 1986. — 215 с.
4. Алексеева Т.И. Адаптация человека в различных экологических нишах Земли процессы в популяциях человека / Т.И. Алексеева. М.: Изд-во независимого экол.-политол. ун-та, 1998. — 278 с.
5. Божнов А.И. Сдерживающая рост диета вызывает различные стратегии адаптации организма молодых и взрослых животных / А.И. Божнов, В.Л. Длубовская, В.А. Малеев и др. // Успехи герантологии, 2006. — № 19. — С. 36—43.
6. Великанова Л.К. Практические занятия по возрастной физиологии и школьной гигиене /Л.К. Великанова, А.А. Гуминский, В.Н. Загорская и др. М.: Энергомаш-Рекмод, 1992. — 132 с.
7. Винокурова И.В. Влияние продолжительности проживания на Севере на соматические и вегетативные параметры городских юношей допризывного возраста / И.В. Винокурова//автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. мед. наук, 2006. — 23 с.
8. Горбатова Е.В. Здоровое питание для беременных, кормящих мам и малышей до года. М.: Центрполиграф, 2009. — 158, [2] с. — (Мой малыш).
9. Дьяченко В.Г. Состояние здоровья пришлого и коренного населения Хабаровского края и организация медицинской помощи в условиях социальной, политической и экологической реформ 90-х годов / В.Г. Дьяченко, В.Б. Пригорнов // Состояние здоровья коренных народов Приамурья. Хабаровск: Хабаровский краевой центр психического здоровья, 1998. — 94 с.

10. Козлов В.К. Состояние здоровья женщин и детей коренного и пришлого населения Приамурья с экологических и донозологических позиций / В.К. Козлов, Г.Н. Евсеева и др.//Состояние здоровья коренных народов Приамурья. Хабаровск: Хаб.краевой центр психич. здоровья, 1998. — с. 176.
11. Питание в профилактической медицине/под ред. Г.Х. Битона, Дж. М. Бенгоа. Женева: Изд-во «ВОЗ», 1978. — 423 с.
12. Практическое руководство по надзору за организованным питанием и здоровьем населения / под ред. В.А. Доценко. СПб.: ООО «Из-во Фолиант», 2006. — 312 с.
13. Румянцев Г.И. Гигиена / Г.И. Румянцев, Н.И. Прохоров, С.М. Новиков и др.; под ред. Г.И. Румянцева. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. — 608 с.
14. Хрисанфова Е.Н. Антропология / Е.Н. Хрисанфова, И.В. Перевозчиков. М.: Из-во МГУ, Высшая школа, 2002. — 270 с.
15. Целых Е.Д. Биоэкология человека: учебно-методическое пособие /автор Е.Д. Целых. Хабаровск: Изд-во Дальневосточ. гос. гуманит. ун-та, 2009. — 151 с.

### 1.3. МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

#### О ВОЗМОЖНОЙ ВИРУСНОЙ ПРИРОДЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ *DACTYLORHIZA INCARNATA* И *EPRACTIS PALUSTRIS* ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ УКРАИНЫ

***Перегудова Александра Сергеевна***

*аспирант, Киевский национальный университет  
имени Тараса Шевченко, г. Киев  
E-mail: [xandra.pereg@ua.fm](mailto:xandra.pereg@ua.fm)*

***Коротеева Анна Владимировна***

*канд. биол. наук, доцент, Киевский национальный университет  
имени Тараса Шевченко, г. Киев*

***Компанец Тарас Анатолиевич***

*канд. биол. наук, доцент, Киевский национальный университет  
имени Тараса Шевченко, г. Киев*

Семейство *Orchidaceae* Juss. является одним из крупнейших семейств покрытосеменных растений, и включает около 35 тыс. видов. Орхидные встречаются на всех континентах земного шара, кроме полярных областей и пустынь [2]. Вирусные заболевания орхидей известны еще с середины XX столетия [4], и на сегодня уже описано около 30 вирусов орхидных [7, 9]. Большинство вирусов орхидных детектированы как патогены тропических и субтропических видов этих растений, которые выращиваются в условиях защищенного грунта. С другой стороны, вирусы террестриальных орхидных умеренной климатической зоны изучены значительно хуже. Для представителей семейства *Orchidaceae* Juss. умеренной зоны в условиях природных ландшафтов были описаны случаи поражения растений вирусами погремковости табака (TRV) и мозаики турнепса (TuMV) [5]. Кроме того, при обследовании орхидных природной флоры Карпат и Крыма были идентифицированы антигены вирусов аспермии томатов (TAV), мозаики резухи (AgMV), табачной мозаики (TMV), желтой мозаики фасоли (BYMV) и TuMV [1].

**Материалы и методы.** Изучались растения *Dactylorhiza incarnata* и *Epipactis palustris* природной флоры Украины

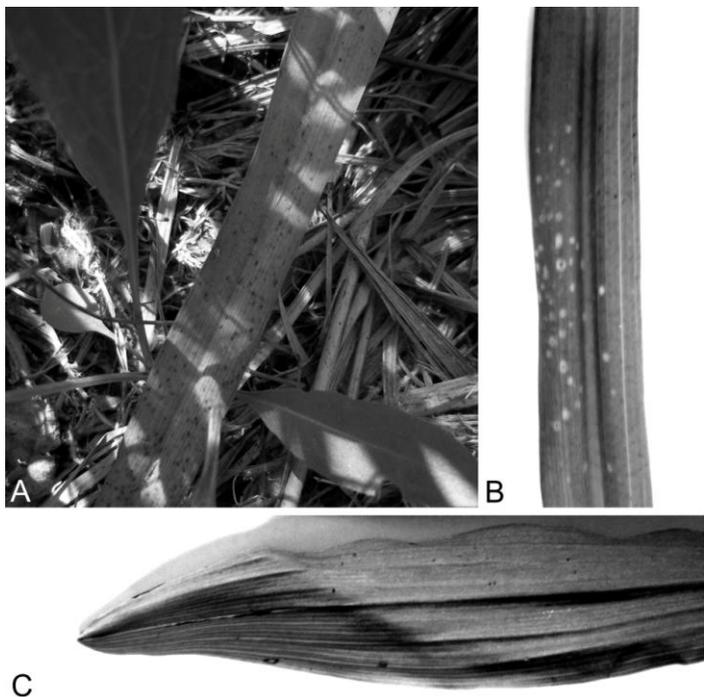
с симптомами некротического поражения, отобранные в окрестностях с. Новые Петровцы (Киевская область, Украина).

Вирусы идентифицировали с помощью непрямого твердофазного иммуоферментного анализа и DAS-ELISA. Для диагностики вирусных инфекций использовали сыворотки к TMV (сыворотка получена на кафедре, чувствительность и специфичность подтверждены экспериментально), TuMV (любезно предоставленная Lesemann D.E., Julius Kühn Institute, Federal Research Center for Cultivated Plants, Institute for Epidemiology and Pathogen Diagnostics, Germany), TAV и TRV (DSMZ), вирусу огуречной мозаики (CMV) и вирусу бронзовости томатов (TSWV) (Loewe), У-вирусу картофеля (PVY) (Prime Diagnostics).

Биологические свойства вирусов изучали на спектре растений-индикаторов, типичных для полигостальных вирусов [3, 6]: *Amaranthus caudatus*, *Celosia argentea*, *Gomphrena globosa*, *Zinnia elegans*, *Brassica oleracea*, *Chenopodium amaranticolor*, *Cucumis sativus*, *Phaseolus vulgaris*; *Datura stramonium*, *Nicotiana glauca*, *N. benthamiana*, *N. rustica*, *N. tabacum*, *Petunia hybrida*, *Tetragonia expansa*. Заражение растений-индикаторов проводили методом механической инокуляции.

Морфологию вирионов изучали методом трансмиссионной электронной микроскопии (ЭМ) с помощью электронного микроскопа марки JEOL-1400, при инструментальном увеличении 20000 и 60000. Препараты готовили методом негативного контрастирования в 2 % водном растворе уранилацетата [1].

**Результаты и их обсуждение.** Визуальное обследование растений проводили в 2011—2012 гг. На растении *D. incarnata* встречалась преимущественно некротическая пятнистость (рис. 1. А, В), изредка слабовыраженная мозаика. Растения *E. palustris*, большей частью, были без визуальных симптомов поражения, лишь на единичных растениях детектировались отдельные некрозы (рис. 1. С).



**Рис. 1. Симптомы некротического поражения на листьях *Dactylorhiza incarnata* (A, B) и *Epipactis palustris* (C).**

Поскольку сведения о вирусных болезнях орхидных умеренной зоны на сегодняшний день являются достаточно скудными, при проведении ИФА мы руководствовались полученными ранее данными [1] и результатами исследований Lesemann и Vetten [5]. Но, к сожалению, положительных реакций ни с одной сывороткой получено не было.

Для подтверждения инфекционной природы заболевания *D. incarnata* и *E. palustris* проводили биологическое тестирование на растениях, типичных для полигостальных вирусов [3, 6]. При заражении растений-индикаторов соком орхидных наблюдали развитие системной реакции на следующих видах растений: *D. stramonium*, *N. benthamiana*, *N. tabacum*, *P. vulgaris*, *T. expansa* (табл. 1). Следует отметить, что большинство видов растений-индикаторов при инокуляции соком *D. incarnata* или *E. palustris* реагировали сходным образом, различаясь лишь степенью проявления симптомов.

Таблица 1.

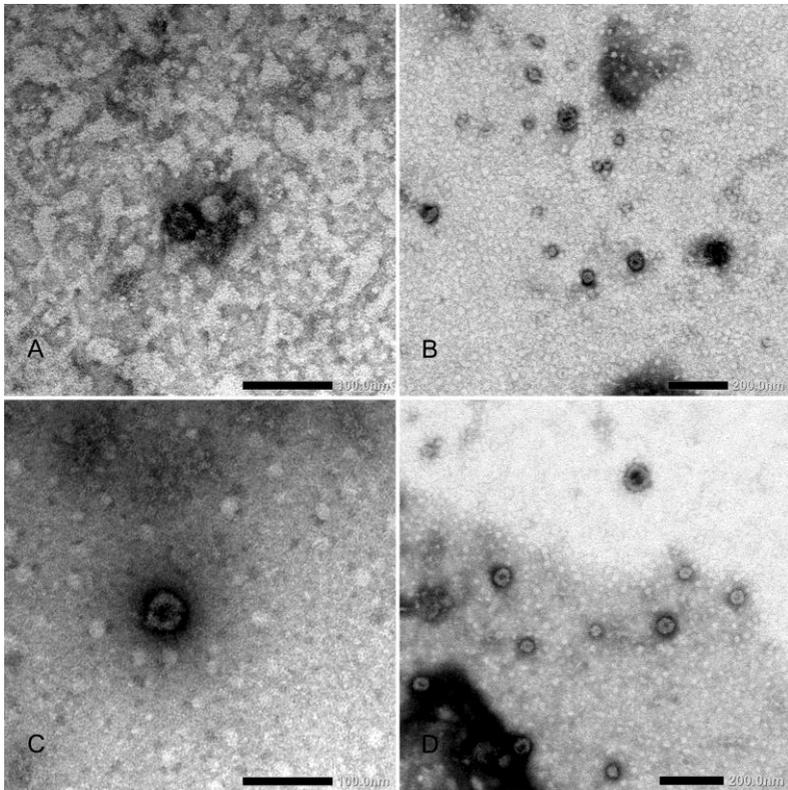
**Реакция растений-индикаторов при инокуляции соком  
растений *D. incarnata* или *E. palustris***

Растение-индикатор	Симптомы при инокуляции соком	
	<i>Dactylorhiza incarnata</i>	<i>Epipactis palustris</i>
<i>Amarantus caudatus</i>		
<i>Brassica oleraceae</i>		
<i>Celosia argentea</i>		
<i>Chenopodium amaranticolor</i>		
<i>Cucumis sativus</i>		
<i>Datura stramonium</i>	S: N, Cl, Dis*	S: Cl, W
<i>Gomphrena globosa</i>		
<i>Nicotiana glauca</i>		
<i>Nicotiana benthamiana</i>	S:N, Y	S:Y
<i>Nicotiana rustica</i>		
<i>Nicotiana tabacum</i>	S: Cl	
<i>Petunia hybrida</i>		
<i>Phaseolus vulgaris</i>	S: VC, Mo	S: Mo, Y
<i>Tetragonia expansa</i>	W	W
<i>Zinnia elegans</i>		

\* *S* — системная реакция; *Cl* — хлорозы, хлоротические повреждения; *Dis* — деформация; *Mo* — крапчатость; *N* — некрозы; *VC* — просветление жилок; *W* — увядание; *Y* — пожелтение.

Параллельно с биотестированием проводили электронно-микроскопическое исследование сока *D. incarnata* и *E. palustris*. В образцах выявляли сферические вирусоподобные частицы двух типов, диаметром 48—52 нм и 30—33 нм (рис. 2).

По литературным данным сферические вирионы, диаметром около 50 нм, характерны только для одного семейства вирусов растений — *Caulimoviridae* [8]. Морфология частиц второго типа, диаметром около 30 нм, характерна для широкого спектра вирусов растений, в том числе и для некоторых вирусов орхидных: ArMV, CMV, TAV, вируса кольцевой пятнистости томатов (ToRSV), вируса крапчатости гвоздики (CarMV), вируса кольцевой пятнистости цимбидиума (CymRSV).



**Рис. 2. Электронномикроскопическое изображение вирусоподобных частиц в соке инфицированных растений:  
 A, B — *Dactylorhiza incarnata*, C, D — *Epipactis palustris*.**

Из данного перечня можно исключить CMV и TAV, антигены которых в ИФА нами выявлены не были. При этом AgMV, CarMV, CymMV и ToRSV по данным [3, 6] имеют широкий спектр растений-индикаторов, а выявленные нами — узкий (см. табл. 1). Основываясь на данных ИФА, биотестирования и ЭМ, можно предположить, что *D. incarnata* и *E. palustris* инфицированы или нетипичным штаммом AgMV, CarMV, CymMV или ToRSV, либо вирусом со сходной морфологией, но который ранее на орхидных не выявлялся.

Таким образом, проведено обследование дикорастущих растений *D. incarnata* и *E. palustris*, отобранных в Киевской области. Доказана

инфекционность сока данных растений, а также возможность механической передачи патогенов. Методом трансмиссионной электронной микроскопии в исследуемых образцах были обнаружены два типа сферических частиц, диаметром около 30 нм и 50 нм. Выявленные патогены окончательно не идентифицированы, их исследование продолжается.

### Список литературы:

1. Коротеєва Г.В., Поліщук В.П. Віруси зозулинцевих природної флори України // Мікробіол. Журн. — 2004. — Т. 66 — № 2. — С. 74—80.
2. Червченко Т.М. Тропические и субтропические орхидеи/ К.: Наукова думка. — 1993.— 253 с.
3. Brunt A.A., Crabtree, K., Dallwitz, M.J., Gibbs, A.J., Watson, L. and Zurcher, E.J. (eds.) (1996 onwards). `Plant Viruses Online: Descriptions and Lists from the VIDE Database. Version: 20th August 1996.
4. Jensen D.D. Mosaic of Cymbidium orchid // Phytopathology. — 1950. — Vol. 40. — P. 966—967.
5. Lesemann D.E., Vetten, H.J. The occurrence of tobacco rattle and turnip mosaic virus in *Orchis* spp., and of an unidentified potyvirus of *Cypripedium calceolus* // Acta Hortic. —1985. — Vol. 64. — P. 45—54.
6. Navalinskienė M., Samuitienė M. Dekoratyvinių augalų virusinės ligos ir jų sukėlėjai Lietuvoje. Monografija. — Kaunas:Lutute, 2006, — 256 p.
7. Orchid biotechnology II // eds. Chen H.-W. and Chen H.-H. — World Scientific Publishing Co Pte Ltd, Singapore. — 2011. — 380 p.
8. Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses / King A.M.Q., Adams M.J., Carstens E.B., Lefkowitz E.J. — New York: Elsevier Academic Press., 2012.
9. Zettler F.W., Wistler G.C., Elliot M.S., Ko N.-J. Viruses of orchids and their control // Plant. Disease. — 1990. — Vol. 74. — P. 621—626.

## 1.4. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

### ИЗУЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО АДАПТИВНОГО ОТВЕТА, ИНДУЦИРОВАННОГО ИНФРАКРАСНЫМ СВЕТОМ У МЫШЕЙ IN VIVO

*Ивлев Егор Дмитриевич*

*аспирант, ННГУ им. Лобачевского, г. Нижний Новгород*

*E-mail: [egorivlev@gmail.com](mailto:egorivlev@gmail.com)*

Сегодня среди агентов, действующих на организм человека и животных, ионизирующее излучение занимает важное место, что связано с особенностями его действия на вещество: оно приводит к мутациям, хромосомным aberrациям, что в конечном итоге приводит к возникновению опухолей, клеточной гибели и соматическим болезням.

Исследование эффектов малых доз радиации имеет не только фундаментальное, но и практическое значение, поскольку выяснение механизмов их действия на биологические объекты необходимо как для понимания общебиологических процессов, так и для оценки и прогнозирования последствий облучения на организм человека. Наибольший интерес у исследователей в последнее время вызывает феномен адаптивного ответа. Уже в 1960-х гг. отечественными исследователями было обнаружено явление, которое также можно назвать адаптивным ответом — повышение выживаемости мышей, облученных в высоких дозах ИИ, в результате их предварительного облучения в малых дозах [3, с. 91—106]. Индукция радиационного адаптивного ответа выявлена в экспериментах с биологическими организмами разного уровня организации — от бактерий до животных [1, с. 520—535]. Суть радиационного адаптивного ответа заключается в том, что предварительное облучение в низких дозах приводит к повышению устойчивости объекта к последующему воздействию радиации в больших, повреждающих дозах. Если адаптирующая и выявляющая доза являются агентами разной природы, то такой феномен называется перекрестным адаптивным ответом. В свою очередь накопленные доказательства указывают, что инфракрасный свет обладает биологической активностью [5, с. 724—729].

Целью данной работы являлось: изучение комбинированного действия инфракрасного света, модулированного частотой 101 Гц, и ионизирующей радиации на индукцию перекрестного адаптивного ответа в костном мозге.

В исследовании использовались самцы белых беспородных мышей линии SHK в количестве 86 штук. Животные содержались на общем рационе вивария. После облучения у всех животных проводилась оценка цитогенетического повреждения с применением микроядерного теста. Этот тест обладает высокой разрешающей способностью, что делает его незаменимым при оценке мутагенного действия малых доз различных агентов. Микроядерный тест основан на подсчете клеток с микроядрами. Подсчет микроядер в эритроидных клетках костного мозга упрощается тем, что эритроциты являются безъядерными клетками, и распознать микроядра не составляет труда. Микроядра происходят, в основном, из хромосомных фрагментов, не вошедших в дочерние ядра во время клеточного деления. Они могут быть образованы и целыми хромосомами, исключенными из телофазного ядра, хотя потеря целых хромосом намного более редкий результат действия мутагенов, чем хромосомные разрывы. В костном мозге, полихроматофильные эритроциты являются наиболее удобной популяцией клеток для подсчета частоты микроядер. Они представляют собой предпоследний этап в процессе эритропоэза и, одновременно, конечный продукт серии делений бластовых клеток. Тем не менее, полихроматофильные эритроциты не делятся и, следовательно, сами по себе, как клеточная популяция, не представляют мишени для действия мутагенов. Приготовление цитологических препаратов проводилось по стандартной методике [4, с. 9—15] с некоторыми модификациями.

Животные были разделены на пять групп. Первая группа, в количестве 14 мышей — интактная. Вторая группа была подвергнута облучению ИКС в течение 10 минут. Третья группа подверглась облучению рентгеновским излучением дозой 1,5 Гр — контрольная. Четвертая группа была подвергнута облучению ИКС в течение 10 мин. и через сутки облучению рентгеновским излучением дозой 1,5 Гр. Пятая группа подверглась предварительному облучению рентгеновским излучением дозой 10 сГр и через сутки 1,5 Гр. Облучение рентгеновскими лучами, осуществлялось на установке РУМ. Для индукции АО мышей предварительно облучали адаптирующей дозой 10 сГр при мощности дозы 0,125 Гр/мин и через сутки выявляющей дозой 1,5 Гр при мощности 1 Гр/мин. Время между адаптирующей и выявляющей дозой было выбрано исходя

из литературных данных [2, с. 36—42]. Облучение животных инфракрасным светом модулированной частотой 101 Гц, с длиной волны 850 нм при потоке энергии 22 мВт/см<sup>2</sup>, проводили при помощи прибора световой терапии «Куратор».

В результате проведенных исследований, представленных в таблице 1, установлено что облучение животных инфракрасным светом не влияло на уровень спонтанных цитогенетических повреждений в костном мозге. Также установлено, что при облучении ИКС и последующим рентгеновским излучением выявлено значительное уменьшение выхода цитогенетического повреждения во все исследуемые сроки действия ИКС, то есть наблюдается адаптивный ответ.

В исследовании Заичкиной с соавторами, при использовании определения частоты микроядр в полихроматофильных эритроцитах в костном мозге мышей, было показано, что существует связь между адаптивным состоянием родителей, вызванным малыми дозами хронического у-излучения, и генетической нестабильностью в F1 поколении, которая определялась как по радиочувствительности, так и при использовании теста АО [6, с. 350].

**Таблица 1.**

**Количество полихроматофильных эритроцитов (ПХЭ) с микроядрами (МЯ) в клетках костного мозга мышей при комбинированном воздействии инфракрасного света (ИКС) и рентгеновского излучения в дозах 10 сГр и 1.5 Гр**

<b>Воздействие</b>	<b>Кол-во мышей</b>	<b>Число анализируемых ПХЭ</b>	<b>Число ПХЭ с МЯ</b>	<b>ПХЭ с МЯ. %</b>
0	14	18 300	85	0.46±0.05
10 мин воздействия ИКС	11	27 700	82	0.36±0.08
10 мин ИКС +1.5 Гр	20	62 000	2782	4.42±0.31*
1.5 Гр	30	54 000	4299	7.81±0.36
10 сГр+1.5 Гр	11	26 000	1401	5.25±0.34*

\*— различия достоверны по отношению к контролю  $P < 0,05$

Таким образом, мы можем предположить то, что инфракрасный свет модулированный частотой 101 Гц, с длиной волны 850 нм при потоке энергии 22 мВт/см<sup>2</sup> будет иметь те же эффекты. Т. е. влиять на старение организма, и влиять на возможность проявления

АО у потомков. Но для доказательства этих предположений необходимы новые исследования, возможно с применением совсем иных методов, как на уровне всего организма *in vivo*, так и на уровне отдельных органов и тканей *in vitro*.

### Список литературы:

1. Засухина Г.Д. Механизмы защиты клеток человека, связанные с генетическим полиморфизмом. // Генетика — 2005 — 41(4) — С. 520—535.
2. Клоков Д.Ю. Закономерности формирования радиационного адаптивного ответа в костном мозге мышей *in vivo*. Автореф.дис... биол. наук. / Д.Ю. Клоков — Пушкинский Гос. Унив—г., Пушкино. — 103 с.
3. Померанцева М.Д., Рамайн Л.К. Действие ионизирующих излучений на организм. М.1962. Изд-во АН СССР. — 506 с.
4. Schmid W. The micronucleus test. *Mutat. Res.* — 1975 — 31(1):9—15.
5. Toyokawa H., Matsui Y., Uhara J., Tsuchiya H., Teshima S., Nakanishi H., A-Hon Kwon, Azuma Y., Nagaoka T., Ogawa T. and Kamiyama Y. Promotive Effects of Far-Infrared Ray on Full-Thickness Skin Wound Healing in Rats. // *Experimental Biology and Medicine* — 2003 — 228:724—729.
6. Zaichkina S.I., Rozanova O.M., Aptikaeva G. F., Klokov D.Yu., Akhmadieva A.Kh., Smirnova E.N., Balakin V. Y. (2004) Detection of genome instability in descendants of male mice exposed to chronic low-level gamma-irradiation using the test «adaptive response». The effect of low dose radiation. New aspects of radiobiological research prompted by the Chernobyl nuclear disaster. Brill Academic Publishers/ VSP. Leiden. 430 p.

## 1.5. ФИЗИОЛОГИЯ

### КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ

*Антипова Марина Викторовна*

*мл. науч. сотр., Военная академия войск РХБ защиты  
и инженерных войск, г. Кострома*

*E-mail: [amv0506@mail.ru](mailto:amv0506@mail.ru)*

**Актуальность.** Студенческий возраст в онтогенетическом аспекте представляет собой период окончания биологического созревания человека, когда все морфофункциональные показатели достигают своих дефинитивных размеров. В этот момент характерна отработка взаимодействия различных звеньев физиологических систем и взаимоотношения органов и систем [7]. Поэтому комплексная оценка функционального состояния организма студентов в течение первого года обучения позволит проанализировать сформировавшиеся звенья адаптационных механизмов.

Сезонные изменения условий среды влияют на функциональное состояние, уровень физической работоспособности, состояние адаптационных возможностей и резистентности организма [1, 4].

**Цель исследования** — оценить сезонную динамику основных физиологических показателей организма студентов в процессе адаптации к учебной деятельности.

**Организация исследования.** В исследовании приняло участие 35 студентов основной медицинской группы в возрасте 17 лет.

Для выявления сезонной динамики функционального состояния организма студентов в течение учебного года производили 4 серии измерений: в сентябре, декабре, марте, июне.

**Методы исследования** при комплексной оценке функционального состояния организма студентов:

- 1) антропометрия (весо-ростовой индекс);
- 2) велоэргометрия;
- 3) кардиоинтервалография (КИГ);
- 4) биохимическое исследование слюны;
- 5) психологическое тестирование.

Уровень физического состояния оценивали по весо-ростовому индексу, индексу функциональных изменений и по проценту достигнутой частоты сердечных сокращений (ЧСС) от максимальной ЧСС на пике нагрузки при выполнении велоэргометрической пробы [6].

По математическому анализу сердечного ритма судили о регуляторно-адаптационных системах организма [2].

Концентрацию кортизола и секреторного иммуноглобулина А (sIgA) в слюне определяли методом твёрдофазного ИФА [8], а активность лизоцима слюны — фоннефелометрическим методом (В.Г. Дорофейчук) [3].

Оценку психоэмоционального состояния проводили с использованием тестов Спилбергера-Ханина (определение личностной и реактивной тревожности), опросника САН — самочувствия-активности-настроения [5].

Полученные экспериментальные данные подвергались статистической обработке на персональном компьютере с использованием пакетов программ Microsoft EXCEL 2007 и STATISTICA 6.0. Экспериментальный материал интерпретировали с помощью описательной статистики и дисперсионного анализа повторных измерений. Статистически значимыми считали различия с уровнем значимости  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$  [9].

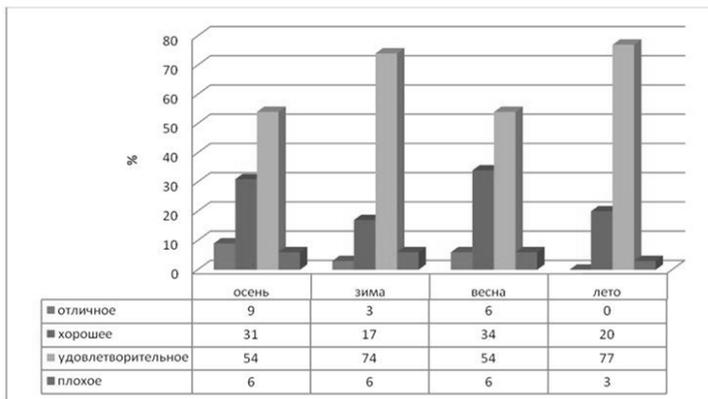
#### **Результаты и их обсуждение.**

Весо-ростовой индекс студентов соответствовал норме (19,0—24,9 кг/м<sup>2</sup>).

Согласно расчётному индексу адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы Р.М. Баевского [2] для всех студентов характерна удовлетворительная адаптация, т. е. состояние нормы, характеризующееся адекватной ответной реакцией организма на возмущающий фактор.

На протяжении всего учебного года у студентов преобладало удовлетворительное физическое состояние (рисунок 1).

В течение учебного года лучшее физическое состояние характерно для осенне-весеннего периода. Снижение уровня физического состояния зимой и летом, возможно, связано с возрастанием учебных нагрузок в период сессий.



**Рис. 1. Процентное соотношение физического состояния студентов в разные сезоны года**

Сезонная динамика исследуемых показателей студентов представлена в таблице 1.

**Таблица 1.**

**Сезонная динамика функционального состояния организма студентов**

Показатели	Сезон года			
	Осень	Зима	Весна	Лето
ЧСС, уд/мин	72±4	77±3	74±3	80±3
САД, мм рт. ст.	115±7	117±7	113±4	119±4
ДАД, мм рт. ст.	75±3	74±2	73±2	76±2
Мо, с	0,84±0,04	0,78±0,03	0,82±0,03	0,75±0,03
АМо, %	39±6	41±4	40±5	45±4
Δх, с	0,33±0,06	0,28±0,05	0,31±0,05	0,31±0,05
ИН, усл. ед.	73±19	95±22	81±21	99±21
Кортизол слюны, нмоль/л	11,2±3,3	13,2±3,2	16,4±2,6	18,2±2,0
Активность лизоцима слюны, %	54,6±4,9	52,5±4,8	50,1±4,9	57,7±4,2
sIgA слюны, мг/л	254,6±7,0	238,1±6,5	195,5±11,7	167,7±10,0

*Примечание — Данные представлены как  $M \pm \sigma$ , где  $M$  — среднее,  $\sigma$  — среднее квадратическое отклонение.*

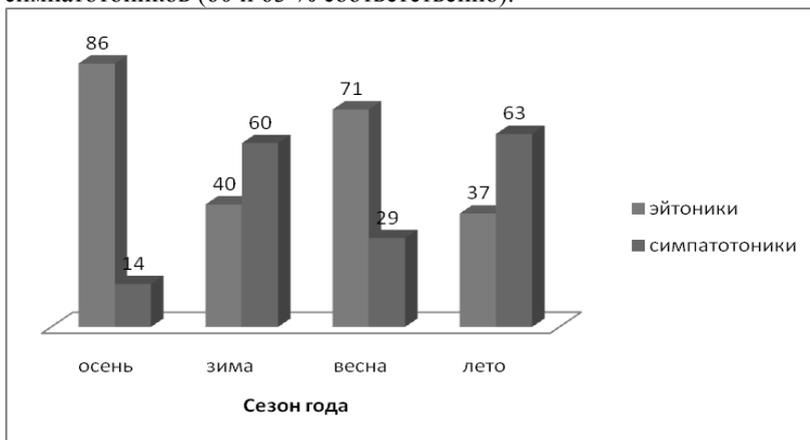
Статистически достоверна ( $p < 0,01$ ) сезонная динамика показателей сердечного ритма и биохимических показателей слюны.

В течение учебного года максимальные показатели ЧСС и артериального давления (АД) регистрировали летом, минимальные — осенью.

Максимальное значение моды ( $M_o$ ) фиксировали осенью — 0,84 с, минимальное — летом (0,75 с). Амплитуда моды ( $AM_o$ ) минимальна осенью и максимальна летом. К концу года снижалось значение вариационного размаха ( $\Delta x$ ). Индекс напряжения (ИН) увеличивался зимой и летом по сравнению с осенью и весной, осенью ИН ниже, чем весной ( $p < 0,01$ ), зимой и летом статистически незначима разница в ИН ( $p > 0,05$ ).

В зависимости от величины ИН все испытуемые были разделены по методике Р.М. Баевского [2] на две группы: эйтоники — ИН=30—90 у. е., симпатотоники — ИН=90-300 у. е.

Из диаграммы (рисунок 2) видно преобладание осенью и весной эйтоников (86 и 71 % соответственно), а зимой и летом симпатотоников (60 и 63 % соответственно).



**Рис. 2. Процентное соотношение студентов по исходному вегетативному состоянию в разные сезоны года**

Анализируя биохимический профиль слюны, выявлено статистически достоверное ( $p < 0,01$ ) увеличение концентрации кортизола к концу года, что свидетельствует об активации симпатoadренальной системы летом.

Активность лизоцима минимальна весной, а максимальна — летом.

Концентрация sIgA слюны максимальна в начале года,

постепенно снижается и к концу года достигает минимального уровня.

Оценка психоэмоционального статуса по всем предъявленным опросникам не выявила каких-либо отклонений от нормы. В целом показатели личностной и реактивной тревожности на протяжении учебного года были в пределах среднего уровня.

В результате статистического анализа установлена средняя корреляция между АМо и ИН и сильная корреляция между  $\Delta x$  и ИН.

Корреляционных связей между концентрацией кортизола, sIgA и активностью лизоцима слюны; между показателями КИГ и биохимическими показателями слюны не выявлено.

**Выводы.** Изучение сезонных колебаний физиологических функций организма студентов показывает, что уровень их физического состояния заметно меняется в течение года.

Анализ процесса адаптации как совокупности физиологических реакций, носящих приспособительный характер и направленных на сохранение гомеостаза, позволяет сделать вывод, что увеличение ЧСС, АД в зимний и летний периоды направлено на повышение эффективности функционирования сердечно-сосудистой, центральной нервной системы и работоспособности в период сессий, когда возрастает учебная нагрузка, растёт психологическая напряжённость и происходит мобилизация сил организма.

Уменьшение к концу учебного года Мо свидетельствует о снижении гуморального канала регуляции, увеличение значений АМо, ИН и уменьшение  $\Delta x$  говорит об усилении влияния симпатической нервной системы над парасимпатической и возрастании степени централизации управления сердечным ритмом.

У студентов усиление тонуса симпатической нервной системы происходит зимой и летом. Напряжение регуляторных механизмов возрастает к концу года, что выражается в увеличении АМо, ИН, повышении концентрации кортизола слюны и активности лизоцима слюны как неспецифического фактора гуморального иммунитета.

Таким образом, основные физиологические и биохимические показатели организма студентов, находясь в пределах нормы, подвержены сезонным колебаниям.

### Список литературы:

1. Агаджанян Н.А. О физиологических механизмах биологических ритмов / Н.А. Агаджанян, А.А. Башкиров, И.Г. Власова [Текст] // Успехи физиологических наук. — 1987. — Т. 18, № 4. — С. 80—104.
2. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе [Текст] / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. М.: Наука, 1984. — 223 с.
3. Бухарин О.В. Лизоцим и его роль в биологии и медицине [Текст] / О.В. Бухарин, Н.В. Васильев. Томск, 1974. — 35 с.
4. Голиков А.П. Сезонные ритмы в физиологии и патологии [Текст] / А.П. Голиков, П.П. Голиков. М.: Медицина, 1973. — 167 с.
5. Ильин Е.П. Психофизиология состояний человека [Текст] / Е.П. Ильин. СПб.: Питер, 2005. — 412 с.
6. Михайлов В.М. Вариабельность сердечного ритма. Опыт практического применения метода [Текст] / В.М. Михайлов. — Иваново, 2000. — 200 с.
7. Орлов Р.С. Нормальная физиология: Учебник [Текст] / Р.С. Орлов, А.Д. Ноздрачев. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. — 688 с.
8. Слюна: её значение для здоровья и роль при заболеваниях // International Dental Journal. — 1992. — Vol 42. — № 4. — P. 291—304.
9. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник [Текст] / А.А. Халафян. М.: ООО «Бином-Пресс», 2008. — 512 с.

## **ВЛИЯНИЕ ДЕФИЦИТА ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

**Гуляева Анна Борисовна**

*ведущий инженер, соискатель, Институт физиологии растений  
и генетики НАН Украины, г. Киев  
E-mail: [anna\\_gulaeva\\_2012@mail.ru](mailto:anna_gulaeva_2012@mail.ru)*

**Гуляев Борис Иванович**

*д-р биол. наук, проф., Институт физиологии растений  
и генетики НАН Украины, г. Киев*

**Курьята Владимир Григорьевич**

*д-р биол. наук, проф., Винницкий государственный педагогический  
университет имени Михаила Коцюбинского, г. Винница*

Как известно, одна из важных функций фосфора в клетке поставки энергии для процессов роста и воспроизведения живой материи. Попадая в клетку в виде неорганического фосфата в результате активного переноса, он быстро включается в различные органические соединения и конденсированные неорганические фосфаты — полифосфаты. Он включается в эти соединения в результате двух основных реакций: фосфорилирования в хлоропластах и фосфорилирования, сопряженного с дыханием в митохондриях. Далее, растения используют энергию макроэргических связей АТФ, продуцируемый в процессе фотосинтеза для ростовых и обменных процессов, связанных с энергетическими затратами: ассимиляции  $\text{CO}_2$ , поглощения различных органических и неорганических соединений, синтезе аминокислот, белков, нуклеиновых кислот и неорганических полифосфатов [6, 7].

Поскольку без активного транспорта питательных элементов невозможно поддержание гомеостаза, как на клеточном уровне, так и на уровне целого растения, уровень фосфорного питания является необходимым фактором биохимических процессов на мембранном уровне и энергетической основой поддержания этих процессов благодаря энергии макроэргических связей.

Для нормального роста и дыхания корней необходимо постоянное передвижение к ним энергетического, материала — продуктов фотосинтеза (углеводов и других органических соединений)

из надземных органов. При ослаблении фотосинтеза уменьшается образование и передвижение ассимилятов в корни, вследствие чего ухудшается жизнедеятельность и снижается поглощение питательных веществ из почвы [5]. Целью нашей работы было исследование влияния умеренного дефицита фосфорного питания на интенсивность фотосинтеза, дыхания, содержание хлорофилла *a* и *b*, нарастание площади листовой поверхности.

#### **Методика работы.**

Объектом исследования был гибрид сахарной свеклы Украинской ЧС-70 (УЧС-70). Вегетационные опыты проводили на вегетационной площадке Института физиологии растений и генетики НАН Украины на протяжении 2002—2005 гг. Сахарную свеклу выращивали в сосудах на 11—12 кг почвы в течение 120—150 дней вегетации. При набивке сосудов использовали серую подзолистую почву. Содержание фосфора в почве — 0,12 %. При набивке сосудов в почву добавляли смесь ВНИС с варьированием доз фосфора: контроль (норма) фосфора и 0,5 нормы фосфора при рН почвы 7. Повторность четырехкратная. Количественное определение пигментов проводили фотометрическим методом на спектрофотометре СФ-26. Содержание хлорофилла (*a* и *b*), в навесках свежего материала определяли путем экстракции в ДМСО по методу Арнона [8].

Интенсивность фотосинтеза, дыхания и сопротивление устьиц и мезофилла диффузии  $\text{CO}_2$  измеряли в контролируемых условиях на установке, смонтированной на базе инфракрасного оптико-акустического газоанализатора ГИАМ-5М при температуре 25°C и интенсивности ФАР 400 Вт/м<sup>2</sup> [2]. Статистическая обработка полученных результатов сделана по Доспехову [3] и с использованием компьютерных программ (Microsoft Excel).

#### **Результаты и их обсуждение.**

Нашими исследованиями было установлено, что растения сахарной свеклы, которые выращивались в опытах при норме (1,0 н Р) и умеренном дефиците фосфора (0,5 н Р) отличались содержанием и соотношением хлорофилла *a* и *b*, удельной массой листьев (ПМЛ), их площадью, а так же по интенсивности  $\text{CO}_2$  газообмена (табл. 1, 2). Оценка функционального состояния фотосинтетического аппарата растений в середине вегетации обнаружила, что умеренный дефицит фосфора, сопровождался сокращением площади ассимиляционной поверхности (табл. 1) и тенденцией к снижению содержания хлорофилла (табл. 1). Так, двукратное снижение дозы фосфора привело к уменьшению площади листьев сахарной свеклы на 14,3 % при этом удельная масса листьев (УМЛ) увеличилась на 24,3 %. В этих

условиях величина соотношения хлорофиллов  $a/b$  снизилась на 9 % при уменьшении содержания хлорофилла  $a$  от 83,3 до 81,4 мг %, а вот содержание хлорофилла  $b$  даже немного увеличилось: от 26,4 до 28,3 мг %. Более значительный эффект воздействия дефицита фосфора наблюдался нами на интенсивность фотосинтеза, которая понизилась на 44 % : от 21,1 до 11,4 мг  $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \times \text{ч.})$  (табл. 2).

**Таблица 1.**

**Влияние различных доз фосфорного питания на содержание пигментов, площадь и удельную массу листьев**

Вариант	Площадь листьев, $\text{дм}^2$	Удельная масса листьев, $\text{г/дм}^2$	Содержание пигментов, мг %		
			Хлорофилл $a$	Хлорофилл $b$	$a/b$
Контроль	30,7±1,2	0,37	83,3 ± 4,1	26,4±2,96	3,16
0,5 н. Р	26,3±1,7	0,46	81,4 ± 4,5	28,3±3,2	2,88
НСП	1,4	-	2,1	0,7	0,1

Отсутствие значительных изменений в содержании фотосинтетических пигментов в этих условиях можно объяснить тем фактом, что умеренный дефицит фосфорного питания в меньшей степени сказывается на синтезе хлорофилла, чем, например, азота [4, 9, 10]. Недостаток фосфора тормозит функционирование поздних звеньев освоения и преобразования энергии света — фотофосфорилирования и ассимиляции  $\text{CO}_2$  в цикле Кальвина вследствие замедления регенерации рибулозо-1,5-бисфосфата [10]. Измерение углекислотного газообмена листьев сахарной свеклы в наших опытах показало, что при дефиците фосфора интенсивность фотосинтеза достоверно снижалась на 44 % по отношению к контролю (табл. 2). Расчеты сопротивлений диффузии  $\text{CO}_2$  в листьях позволяют сделать вывод, что это произошло вследствие увеличения мезофильного сопротивления (на 27,3 %), главной составляющей которого является сопротивление карбоксилированию рибулозо-1,5-бисфосфата, который повысился в два раза, листовое сопротивление в этих условиях повышалось на 17 %. Стоит отметить, что при дефиците фосфора существенно увеличивалась величина отношения фотодыхание/ фотосинтез (71 %) при росте интенсивности фотодыхания (табл. 2). Объяснение причин повышения активности фотодыхания в этих условиях был предложен в работах Харли

и Шарки [11]. Авторы показали, что при дефиците фосфора тормозится заключительный этап гликолатного пути, а именно фосфорилирование глицериновой кислоты с образованием 3-ФГК, которая включается в реакции цикла Кальвина. Это, с одной стороны, приводит к снижению активности ресинтеза РБФ и интенсивности фотосинтеза, а с другой — к метаболизации глицерата по обратному гликолатному пути с предполагаемым образованием аминокислот и активизацией дополнительных реакций декарбоксилирования интермедиатов гликолатного пути, в частности гидроксипирувата и глиоксилата [5].

Результаты измерения темнового дыхания листьев хорошо согласовывались с представлениями о важной роли соединений фосфора в дыхательных процессах (табл. 2). При недостатке фосфора этот показатель уменьшался (на 24 %).

*Таблица 2.*

**Интенсивность газообмена листьев сахарной свеклы  
в условиях дефицита фосфорного питания**

Вариант	углекислотный газообмен, мг CO <sub>2</sub> / (дм <sup>2</sup> ×ч.)			Фотодыхание /фотосинтез	Сопротивление диффузии CO <sub>2</sub>		Транспирация
	Фото-синтез	Фото-дыхание	Тем-новое дыха-ние		гм	рл	
кон-троль	21,1	5,0	6,3	0,24	4,3	4,7	2,3
0,5 н. Р	11,9	4,9	4,8	0,41	9,2	5,5	2,0
НСР <sub>0s</sub>	1,3	0,1	0,5	-	0,6	0,1	-

Известно, что темновое дыхание играет важную роль в энергетической поддержке транспорта ассимилятов в проводящей системе, и в частности их оттока из листьев к корням [1]. Таким образом, этим можно объяснить уменьшение накопления элементов питания в составе корнеплодов в этих условиях.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что фотосинтетический аппарат реагирует подавлением фотосинтетической активности и темнового дыхания на условия умеренного фосфорного дефицита, что происходит за счёт увеличения листового и мезофильного сопротивления диффузии CO<sub>2</sub>. В условиях

умеренного дефицита фосфора происходит усиление интенсивности фотодыхания, что приводит к существенному возрастанию соотношения: фотодыхание/ фотосинтез.

### Список литературы

1. Головки Т.К. Дыхание в донорно-акцепторной системе растений // Физиология растений. — 1998. — 45, № 4. — С. 632—640.
2. Гуляев Б.И., Ильяшук Е.М., Митрофанов Б.А. и др. Фотосинтез и продукционный процесс. Киев: Наук.думка, 1983. — 141 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
4. Кондратьев М.Н. Временная и пространственная регуляция азотного обмена у растений на организменном уровне: Автореф. Дис. ...д-ра биол. наук. М.: 1990. — 56 с.
5. Стасик О.О. Фотодихання і його фізіологічне значення // Фізіологія рослин: Проблеми та перспективи розвитку. Київ: Логос, 2009. — 1— С. 170—199.
6. Шваргау В.В., Гуляев Б.И., Карлова А.Б. Особенности реакции растений на дефицит фосфора // Физиология и биохимия культурных растений. — 2009. — Т. 41, № 3. — С. 208—220.
7. Bielecky R.I. Phosphate pools, phosphate transport, and availability // Annu. Rev. Plant Physiol. — 1973. — 24. — P. 225—252.
8. Hisox J.D., Israelstam R.J. The method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration // Can. J. Bot.— 1979. — 57. — № 12. — P. 1332—1334.
9. Rao M., Arulantan R., Terry N. Leaf phosphate status, photosynthesis and carbon partitioning in sugar beet // Plant Physiol. — 1989. — 90. — № 3. — P. 820—826.
10. Rao M., Terry N. Leaf phosphate status, photosynthesis and carbon partitioning in sugar beet. I. Changes in growth, gas exchange and Calvin cycle enzymes // Ibid. — P. 814—819.
11. Sharkey T.D., Vanderveer P.J. Stromal phosphate concentration is low during feedback limited photosynthesis // Plant Physiol. — 1989. — 91. — P. 679—684.

## 1.6. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

### ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДОВ ДЕТОКСИКАЦИИ ПОЧВЫ ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

*Яковишина Татьяна Федоровна*

*канд. с.-х. наук, доцент, ГВУЗ «ЛГАСА», г. Днепропетровск*

*E-mail: [t\\_yakovyshyna@ukr.net](mailto:t_yakovyshyna@ukr.net)*

Проблема выбора метода детоксикации тяжелых металлов связана, во-первых, с неоднородностью почвенного покрова, значительной вариабельностью агрохимических и эколого-биологических свойств его плодородия, а, во-вторых, с уровнем техногенной нагрузки на почвы, что и обусловило необходимость анализа существующих мероприятий с привязкой к конкретному уровню загрязнения.

При толерантном уровне загрязнения почвы, которому соответствует 1—2 ПДК по В.Б. Ильину [1] среди методов физической детоксикации целесообразно использовать глубокую плантажную вспашку и промывание почвы, а среди методов фиторемедиации (биологической детоксикации) — фитостабилизацию (табл. 1).

В первом случае ведущим фактором определяющим целесообразность выбора и эффективность проведенных мероприятий будут выступать гранулометрический состав почв, форма химического соединения и доза загрязнителя, во втором биологические особенности растений, обуславливающие механизм толерантности или внутренние защитные приспособления к токсическому действию тяжелых металлов по Дж. Антоновичу (1971), а именно: компартментация тяжелых металлов в клеточных стенках или вакуолях, связывание их тиолсодержащими белками, пептидами и органическими кислотами; связывание катионов тяжелых металлов металлотионеинами и фитохелатинами, которые посредством меркаптидных комплексов осуществляют детоксикацию; усиление экскреции тяжелых металлов из растений при гуттации и отторжении вегетативных органов; развитие в организме растений адаптивных изменений, как то: поиск альтернативных метаболических реакций, изменение структуры ферментов.

Таблица 1.

Методы детоксикации почвы в зависимости от уровня загрязнения тяжелыми металлами

Уровень загрязнения	Методы и мероприятия
Толерантный 1—2 ПДК	<p><b>Физические:</b> плантажная вспашка на глубину 50 см, вымывание тяжелых металлов водой за пределы корнеобитаемого слоя.</p> <p><b>Биологические:</b> выращивание фитостабилизаторов (просо, люцерна, козлятник, капуста).</p>
Опасный 2—5 ПДК	<p><b>Химические:</b> применение мелиорантов (органических веществ, хелатов, ионообменных смол, бурого угля, извести, гипса, мела, цеолита, вермикулита, керамзита, красного шлама, обожженного бентонита, карбоната и сульфида калия, СОРБЭКСа), минеральных фосфорсодержащих и органических (сапропель, торф, навоз, куриный помет, биогумус) удобрений.</p>
Очень опасный > 5 ПДК	<p><b>Физические:</b> удаление с последующим захоронением загрязненного слоя почвы, электрохимическая ремедиация.</p> <p><b>Биологические:</b> фитоэкстракция растениями-гипераккумуляторами тяжелых металлов (бурачок стенной, <i>Alyssum murale</i>), резуха Галлера (<i>Cardaminopsis halleri</i>), горчица сарептская (<i>Brassica juncea</i>), петрушка кучерявая (<i>Petroselinum crispum</i>)) в сочетании с эффекторами фитоэкстракции (ЭДТА, ДДДА, ДТПА) и регуляторами роста растений.</p>

В результате глубокой плантажной вспашки количество тяжелых металлов будет перераспределяться на больший объем почвы и тем самым произойдет уменьшение их концентрации в пахотном слое.

При относительно равномерном распределении тяжелых металлов в плодородном слое почвы рекомендуется применять технологию промывания с целью вытеснения тяжелых металлов с почвенным раствором и последующей их фиксации ППК грунтов, подстилающих активный корнеобитаемый слой [3]. Однако этот метод сопряжен с рядом трудностей: во-первых, растворимость большинства соединений тяжелых металлов весьма слабая, поэтому необходим значительный период времени для перехода их в почвенный раствор и, во-вторых, большие промышленные промывные нормы воды могут привести к загрязнению грунтовых вод, причем не только соединениями тяжелых металлов, но и другими легкорастворимыми, плохо фиксирующимися почвой загрязнителями, например, нитритами.

Для фитостабилизации используют толерантные к токсическому действию тяжелых металлов растения. Интенсивность проявления симптомов токсичности, вызываемых избытком катионов тяжелых металлов, варьирует в зависимости от вида сельскохозяйственных культур. По свидетельству А.И. Фатеева (2001) по отношению к Zn и Ni она снижается в ряду: пшеница — овес — редис, а к Cd: пшеница — редис — овес. Снижение устойчивости к накоплению Cr в товарной части овощных культур происходит в ряду: капуста → картофель → морковь → свекла столовая → петрушка → укроп; Cd — капуста → картофель → столовая свекла → морковь → кукуруза → петрушка → укроп; Pb — картофель → капуста → кукуруза → кормовая свекла → столовая свекла; Zn — капуста → картофель → кукуруза → столовая свекла → кормовая свекла → салат → петрушка → укроп [4]. Толерантность зерновых культур, которую оценивают по факторам максимально возможная урожайность при высоких показателях качества зерна и содержании тяжелых металлов в товарной продукции в пределах ПДК, изменяется в ряду просо > озимые зерновые > горох > яровые зерновые [6]. Сильными фитостабилизаторами являются многолетние травы (люцерна, козлятник).

При опасном уровне загрязнения почвы тяжелыми металлами в 2—5 ПДК по В.Б. Ильину (1995) используют методы химической детоксикации, которые основываются на взаимодействии загрязняющих веществ с компонентами почв за счет реакций гидролиза, окисления — восстановления, химической сорбции и т. д. В качестве мелиорантов применяют различные химические соединения: органические вещества, хелаты, ионообменные смолы, бурый уголь, известь, гипс, мел, карбонаты и сульфид калия, минеральные и органические удобрения, иными словами соединения, основной целью, которых является сорбция загрязнителей и снижение их транслокации в растение.

Значительное влияние на целесообразность выбора и эффективность проведенных мероприятий будут оказывать химический состав ППК, содержание гумуса, агрохимические показатели почвенного плодородия (наличие подвижного фосфора, карбонатов кальция, реакция почвенной среды). К примеру, применение мела на почвах с нейтральной реакцией среды pH 7,0, как то чернозем обыкновенный, не эффективно и, напротив, в кислых почвах содержание подвижных форм тяжелых металлов уменьшается практически в 2 раза (М.А. Кузьмич, 2000).

Очень опасный уровень загрязнения по В.Б. Ильину свыше 5 ПДК требует кардинального решения проблемы, а именно удаления металла-загрязнителя из почвы, что можно достичь путем физической детоксикации (электрохимическая ремедиация, удаление

загрязненного слоя почвы) или за счет фитоэкстракции — технологии непрерывного выращивания растений, способных извлекать и концентрировать в надземной биомассе значительное количество тяжелых металлов с последующей их переработкой.

Электрохимическая ремедиация основывается на миграции ионов металлов под действием внешнего электрического поля [2]. Применение этого метода ограничивается небольшой скоростью очистки, формированием фронта рН и, как следствие, увеличением энергозатрат и нежелательными для почвы побочными реакциями.

Для фитоэкстракции используют специально подобранные виды растений-гипераккумуляторов, таких как бурачок стенной (*Alyssum murale*), резуха Галлера (*Cardaminopsis halleri*), горчица сарептская (*Brassica juncea*), петрушка кучерявая (*Petroselinum crispum*) и др. При этом коэффициент накопления металлов в растениях увеличивают за счет внесения в почву эффекторов фитоэкстракции (ЭДГА, ДДДА, ДТПА) и регуляторов роста растений, например препарата «Корневин» [5].

Подытожив выше изложенное, следует отметить, что существующий уровень техногенной нагрузки, которая определяется валовым содержанием тяжелого металла относительно ПДК, обосновывает целесообразность выбора метода и эффективность конкретного мероприятия детоксикации тяжелых металлов в почве.

### Список литературы:

1. Ильин В.Б. Система показателей для оценки загрязненности почв тяжелыми металлами // Агрохимия. 1995. № 1. С. 94—99.
2. Лысенко Л.Л., Пономарев М.И., Корнилович Б.Ю. Перспективы решения проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами // Экотехнологии и ресурсосбережение. 2001. № 4. С. 58—63.
3. Мажайский Ю.Ф. Восстановление земель, загрязненных тяжелыми металлами // Мелиорация и окружающая среда. 2001. № 2. С. 34—36.
4. Плеханова И.О., Кутукова Ю.Д., Обухов А.И. Накопление тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями при внесении осадков сточных вод // Почвоведение. 1992. № 12. С. 1530—1536.
5. Спосіб вилучення важких металів з техногенно забрудненого ґрунту : пат. 60784 Україна. № u2010153156 ; заявл. 20.12.2010; опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12. 3 с.
6. Яковшина Т.Ф. Детоксикация загрязненных тяжелыми металлами черноземов обыкновенных северной Степи Украины : дис. ... канд. с.-х. наук. Днепропетровск, 2006. С. 74—98.

## ОЦЕНКА ОБЩЕГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ МАЛЫХ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ)

*Сафранкова Екатерина Алексеевна*  
аспирант кафедры экологии, БГУ, г. Брянск

*Анищенко Лидия Николаевна*  
д-р с.-х. наук, профессор БГУ, г. Брянск  
E-mail: [eco\\_egf@mail.ru](mailto:eco_egf@mail.ru)

Оценка состояния сред обитания в текущем мониторинге урбанизированных территорий — важнейший блок исследований, имеющий прогностическое значение. Метод лишеноиндикации позволяет выделить территории, подверженные воздействию загрязненного воздуха [2, с. 71], провести мониторинговые работы с учетом региональных особенностей, а также биоиндикаторов. Биомониторинговые исследования сред обитания в малых городах актуальны в свете принятия экологически обоснованных решений.

Цель исследования — провести оценку общего состояния атмосферы урбоэкосистем методом лишеноиндикации на примере малых городов Брянской области.

Лишенофлористические работы осуществлялись маршрутным методом, описывалась эпифитная, эпилитная, эпиксильная лишенофлора для последующего использования видов при расчете синтетических индексов. Видовую принадлежность лишайников устанавливали с помощью общепринятых определителей: Н.С. Голубковой (1979), Н. Окснера (1983 и т. д.) [4; 7]. План схему малых городов разбивали на сеть квадратов, в каждом из которых проводили геоботаническое описание лишайниковых группировок, в основном эпифитных, как наиболее чувствительных к воздействию атмосферных загрязнителей [6, с. 33]. На основании геоботанических описаний лишеносинузий по Л.Г. Раменскому (1938) в модификации Х.Х. Трасса (1968) рассчитывались два синтетических индекса: индекс полеотолерантности (ИП) и индекс атмосферной чистоты (ИАЧ) [8, с. 45; 9, с. 130; 10, с. 44]. Размер пробной площадки ограничивался прозрачной пленкой (10×10 см), которая накладывалась на изучаемые участки с лишайниковой растительностью. В пределах пробной площадки особое внимание уделялось гомогенности экологических условий местообитания — экспозиции, освещению, увлажнению.

Использовались установленные ранее методом не прямой линейной ординации коэффициенты полеотолерантности для условий Брянской области [1, с. 17]. ИАЧ вычисляли для двух фоновых видов: *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale., *Xanthoria parietina* (L.) Belt

Краткая характеристика исследуемых городов представлена ниже. Трубчевск — административный центр Трубчевского района Брянской области. Площадь города — 14 км<sup>2</sup> [5, с. 23], население — 14,5 тыс. человек. Экономика города представлена предприятиями пищевой отрасли (овощесушильное, маслосыророльное предприятия, хлебозавод), АО «Нерусса» специализируется на выпуске радиоэлектроники, ОАО «Белая березка» деревообрабатывающее предприятие. Жуковка — административный центр Жуковского района Брянской области. Площадь города 13 км<sup>2</sup> [5, с. 31], население — 18,4 тыс. человек. Ведущие предприятия экономики города: «Жуковский велосипедный завод», «Жуковский опытный завод», «Мебельная фабрика».

Общий видовой состав эпифитной (эпилитной) флоры лишайников, используемой для лихеноиндикации представлен 33 видами, относящимся к 11 родам, 8 семействам. Оценка встречаемости видов лишайников показала некоторые качественные различия в параметрах лихенофлоры малых городов. 7 видов лишайников имеют встречаемость более 65 %. Наиболее распространенные эпифиты — *Flavoparmelia caperata*, *Xanthoria parietina*, *Physcia tenella* (Schreb.) Frege, *Parmeliopsis ambigua* (Wulf.) Nyl., эпилитные — *Candelaria concolor* (Dicks.) Stein. В г. Трубчевске преобладает *Parmeliopsis ambigua*, *Xanthoria parietina* и *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav., г. Жуковка — *Flavoparmelia caperata*, *Xanthoria parietina*. Значительного различия в видовом составе лишайников двух городов не наблюдается. По принадлежности к жизненным формам 21 вид — листоватые, 12 — накипные, кустистых лишайников не обнаружено.

Среди выявленных морфологических отклонений у лишайников отмечена диспигментация талломов у *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., побурение слоевищ у *Hypogymnia tubulosa*, а также мелкие размеры слоевищ многих видов. *Xanthoria parietina*, *Parmeliopsis ambigua*, виды рода *Lecanora* часто заселяют не только стволы деревьев, но и искусственные субстраты — каменные парапеты, фундаменты, деревянные, каменные заборы, парковые сооружения. На гниющей древесине встречены только вторичные эпиксилы.

Наибольшее число видов лишайников обнаружено на *Tilia cordata* — 14 видов, наименьшее — на *Primus avium* — 3 вида.

Выявлено отсутствие корреляции между числом видов лишайников на дереве и его диаметром (0,17—0,22). Среднее число видов лишайников на стволе дерева (форофите) у разных видов различается: для *Acer negundo* оно составляет 5,23 вида, *A. platanoides* — 8,14; *Quercus robur* — 9,53; *Tilia cordata* — 10,17; *Prunus domestica* — 9,84; *Populus nigra* — 8,69; *Aesculus hippocastanum* — 6,21; *Betula pendula* — 8,94; *Fraxinus excelsior* — 6,00; *Sorbus aucuparia* — 7,18. Различие в среднем числе видов на форофитах статистически недостоверно.

В лихенофлоре городов выделить 3 географических элемента: мультирегиональный — 15 видов, неморальный и бореальный — по 8 видов. Два вида — космополита. По степени их участия городские лихенофлоры в целом характеризуются как мультирегиональные.

Территория г. Трубчевска была разбита на 17 учетных квадратов, г. Жуковки — на 15. Проективные покрытия лишайниковых сообществ на пробных площадках по территории городов изменялись от  $42 \pm 3,41$  до  $86 \pm 6,74$  % в г. Трубчевске, и от  $45 \pm 3,47$  до  $91 \pm 6,26$  % — в г. Жуковка. На периферии малых городов абсолютные значения общего проективного покрытия эпифитных лишайниковых сообществ всегда выше по сравнению с оживленными автотрассами, административными центрами города, около работающих предприятий, железнодорожного узла и автовокзалов.

Значение ИП в г. Трубчевске изменяется от  $6,78 \pm 0,87$  до  $8,0 \pm 0,92$ , а в г. Жуковке — от  $6,56 \pm 0,78$  до  $7,90 \pm 0,92$ . Рассчитанные ИП позволили выделить в малых городах две группы зон. Согласно классификации состояния атмосферы по Х.Х. Трассу (1968) 14 участков в г. Трубчевске, 12 — в г. Жуковка находятся в смешанной зоне, остальные — в зоне борьбы. Квадраты со смешанной зоной в отношении состояния атмосферы находятся на периферии городов и на территории городских парков.

В обоих городах ИАЧ изменяется от  $16 \pm 1,56$  до  $45 \pm 3,65$  для *Xanthoria parietina*, от  $12 \pm 1,33$  до  $48 \pm 3,90$  — для *Flavoparmelia caperata*. Различия в ИАЧ для двух фоновых видов лишайников недостоверны. Значения ИАЧ свидетельствуют о существовании двух групп территорий: со значительным общим загрязнением атмосферы (ИАЧ  $\leq 16,5$ ), со средним общим загрязнением атмосферы (ИАЧ  $\geq 16,5$ ). Квадраты на периферии малых городов, в двух городских парках характеризуются ИАЧ, свидетельствующими о среднем загрязнении атмосферы.

Таким образом, оценка изменения проективного покрытия лишайниковых ценозов в зависимости от степени антропогенной

нагрузки может быть использовано в качестве индикаторной величины для выявления сильной нарушенности общего состояния атмосферы. С использованием синтетических лишайниковых индексов территория малых городов разбивается на две группы зон по общему состоянию атмосферы: со средним и значительным загрязнением. Участков или зон с незначительным или малым общим загрязнением атмосферы, в отличие от крупного города Брянска [2, с. 17], не выделено. Лихенофлора, используемая в индикации среды обитания малых городов, малочисленна по видовому составу, а также имеет сходство в фоновых видах. В целом для повышения качества диагностических мероприятий в биомониторинге необходимо использовать комплексный подход, а также апробировать дополнительные качественные и количественные методики лишайниковой индикации.

### Список литературы:

1. Анищенко Л.Н. Бриофлора и синтаксономия моховой растительности Юго-Западного Нечерноземья России: Автореф. дисс. ....канд.биол.наук. Брянск, 2001. 23 с.
2. Анищенко Л.Н., Азарченкова (Сафранкова) Е.А. Лихенофлора урбозооценоза г. Брянска в биомониторинге показателей экологической безопасности // Сб.ст. IV Междунар.науч.-практ конф естественно-географич. факультета. Брянск: РИО БГУ, 2011. С. 13—21.
3. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Изд-во «Научный Мир», 2002. 336 с.
4. Голубкова Н.С. Определитель лишайников. М. — Л.: Наука, 1966. 256 с.
5. Карты городов России. Брянская область. М.: Роскартография, 1997. 20 с.
6. Мартин Ю.Л. Лихеноиндикация состояния окружающей среды // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. Таллин, 1982. Ч. 1. С. 27—47.
7. Окснер А.Н. Морфология, систематика и географическое распространение // Определитель лишайников СССР. Вып. 2. 1974. С. 1—283.
8. Трасс Х.Х. Анализ лишайников Эстонии: Автореф.дисс. ...докт.биол.наук. Л.: БИН АН СССР, 1968. 80 с.
9. Трасс Х.Х. Классы толерантности лишайников и экологический мониторинг // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л., 1985. Т. 7. С. 122—137.
10. De Sloover J., LeBlanc F. J. Mapping of atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity // Proc. Symp. Recent Advances in Tropical Ecology // Ed.by R. Misra. Varansi. R. Misra, B. Gopal — eds. 1968. P. 42—56.

## СЕКЦИЯ 2.

### ХИМИЯ

#### 2.1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

##### ИЗУЧЕНИЕ СПИРТОВО-ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Терещенко Дмитрий Геннадиевич*

*магистрант 1 года обучения Кубанского государственного  
университета, филиал в г. Славянске-на-Кубани*

*Избранова Светлана Иосифовна*

*канд. техн. наук, доцент кафедры Физической культуры  
и естественно-биологических дисциплин Кубанского государственного  
университета, филиал в г. Славянске-на-Кубани*

Так как растительный субстрат экстрактов богат различными биологически активными веществами, различной природы, то при неправильном хранении таких препаратов возможно искажение их свойств в худшую сторону. Предсказать действие такого препарата на организм человека практически не возможно. Применение экстрактов растений с длительным сроком хранения так же может пагубно сказаться на состоянии организма. Поэтому изучение изменения свойств экстрактов растений в процессе их хранения является актуальным направлением научного исследования [3, с. 127].

Целью работы является получение спиртово-водных экстрактов из различных частей растений, определение органолептических показателей и содержания химических веществ в экстрактах в период их хранения.

Для проведения исследования было подготовлено растительное сырье с соблюдением правил заготовки и сушки. Зерновки и семена, вегетативные части растений (побеги, ветви и листья), плоды, наземная часть растения, подземная часть и корневища, цветки, все части растения, плодовое тело грибов [2, с. 227].

Экстрагирование проводили настаиванием 10 г сухого измельченного сырья в 100 мл 80 %-ного раствора этилового спирта в течение 20 суток [2, с. 263].

В экстрактах и период их хранения определены: цветность и мутность экстракта, содержание витамина С, содержание этилового спирта, содержание органических кислот, содержание редуцирующих сахаров. Проведено качественное определение витаминов и минеральных веществ [1, с. 120; 4, с. 23]

Данные результатов исследования сведены ниже в таблицах 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

*Таблица 1.*

**Характеристика изменения цветности и прозрачности экстрактов**

№ п.п.	Экстракт	Цветность и прозрачность					
		декабрь	февраль	апрель	июнь	август	октябрь
Экстракты из семян и зерновок							
1	Овес посевной	+	+	+	+	+	+
2	Горчица сарептская	+	+	+	+	+	+
3	Укроп пахучий	+	+	+	+	+	±
4	Хурма восточная	+	+	+	+	+	-
5	Кофейное дерево плоды	+	+	+	+	±	-
6	Каштан конский	+	+	+	+	+	±
7	Гуя западная	+	+	+	+	±	±
Экстракты из побегов, листьев и ветвей							
8	Осина (Тополь дрожащий)	+	+	+	+	±	-
9	Черная смородина	+	+	+	+	+	-
10	Хмель обыкновенный	+	+	+	+	+	+
11	Табак настоящий махорочный	+	+	+	+	+	+
12	Элеутерококк колочий	+	+	+	+	+	-
13	Щавель кислый	+	+	+	+	+	+
14	Лавровишня лекарственная	+	+	+	+	+	-
15	Паслен черный	+	+	+	+	±	±
16	Пшеница мягкая	+	+	+	+	+	-

Экстракты из плодов							
17	Апельсин сладкий	+	+	+	+	+	±
18	Банан райский	+	+	+	+	+	±
19	Перец красный горький стручковый	+	+	+	+	±	-
20	Бузина травянистая	+	+	+	+	+	±
21	Мандарин	+	+	+	+	±	-
22	Земляника лесная	+	+	+	+	+	+
23	Орех грецкий	+	+	+	+	+	+
24	Вишня плоды	+	+	+	+	+	+
25	Малина обыкновенная	+	+	+	+	±	±
26	Ежевика сизая	+	+	+	+	±	±
27	Тута (Шелковица черная)	+	+	+	+	±	±
28	Шиповник коричный майский	+	+	+	+	±	±
29	Фейхоа Селова	+	+	+	+	+	+
30	Кизил обыкновенный	+	+	+	+	+	+
31	Боярышник кроваво- красный	+	+	+	+	+	±
Экстракты из наземной части растения							
32	Каллизия душистая (Золотой ус)	+	+	+	+	+	+
33	Крапива жгучая	+	+	+	+	+	-
34	Мелисса лекарственная	+	+	+	+	+	-
35	Полынь горькая	+	+	+	+	+	±
36	Мята перечная	+	+	+	+	+	-
37	Лопух большой	+	+	+	+	+	+
38	Тысячелистник обыкновенный	+	+	+	+	±	±
39	Мак-самосейка	+	+	+	+	+	+
40	Ромашка аптечная	+	+	+	+	+	±
41	Хвощ полевой	+	+	+	+	±	±

Экстракты из цветков							
42	Календула лекарственная	+	+	+	+	±	±
43	Суданская роза (Китайская роза)	+	+	+	+	±	-
Экстракты из подземной части растения							
44	Валериана лекарственная	+	+	+	+	+	±
45	Чеснок	+	+	+	+	+	+
Экстракты из всех частей растения							
46	Пион уклоняющийся	+	+	+	+	+	±
47	Чистотел большой	+	+	+	+	+	±
48	Подорожник большой	+	+	+	+	+	±
Экстракты из плодового тела грибов							
49	Пециция оранжевая	+	+	+	+	+	+
50	Мухомор пантерный	+	+	+	+	+	±

+ — экстракт не изменил своих внешних органолептических свойств цветности;

+ - — экстракт незначительно изменил цвет в процессе хранения, появился оттенок или легкое помутнение;

- — экстракт изменил свой цвет на более тусклый, и появилась коллоидная взвесь.

**Таблица 2.**

**Содержание этилового спирта в экстрактах, %**

№ п.п.	Экстракт	Содержание этилового спирта, %					
		декабрь	февраль	апрель	июнь	август	октябрь
Экстракты из семян и зерновок							
1	Овес посевной	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	75—76
2	Горчица сарептская	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
3	Укроп пахучий	75—76	75—76	75—76	75—76	75—76	75—76
4	Хурма восточная	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	73—74
5	Кофейное дерево плоды	79—80	79—80	79—80	79—80	79—80	79—80
6	Каштан конский	78—79	78—79	78—79	78—79	76—77	75—76
7	Туя западная	74—75	74—75	74—75	74—75	74—75	74—75

Экстракты из побегов, листьев и ветвей							
8	Осина (Тополь дрожащий)	70—71	70—71	70—71	70—71	70—71	70—71
9	Черная смородина	79—80	79—80	79—80	79—80	79—80	79—80
10	Хмель обыкновенный	79—80	79—80	79—80	79—80	79—80	79—80
11	Табак настоящий махорочный	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
12	Элеутерококк колючий	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
13	Щавель кислый	75—76	75—76	75—76	75—76	75—76	75—76
14	Лавровишня лекарственная	72—73	72—73	72—73	72—73	72—73	72—73
15	Паслен черный	75—76	75—76	75—76	75—76	75—76	75—76
16	Пшеница мягкая	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
Экстракты из плодов							
17	Апельсин сладкий	75—76	75—76	75—76	75—76	75—76	75—76
18	Банан райский	79—80	79—80	79—80	79—80	79—80	79—80
19	Перец красный горький стручковый	66—67	66—67	66—67	66—67	66—67	63—65
20	Бузина травянистая	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
21	Мандарин	66—67	66—67	66—67	66—67	66—67	64—65
22	Земляника лесная	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
23	Орех грецкий	70—71	70—71	70—71	70—71	70—71	70—71
24	Вишня плоды	66—67	66—67	66—67	66—67	66—67	66—67
25	Малина обыкновенная	66—67	66—67	66—67	66—67	66—67	61—63
26	Ежевика сизая	68—69	68—69	68—69	68—69	68—69	66—67
27	Туга (Шелковица черная)	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	75—76

28	Шиповник коричный майский	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
29	Фейхоа Селова	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
30	Кизил обыкновенный	70—71	70—71	70—71	70—71	70—71	68—69
31	Боярышник крово- красный	71—72	71—72	71—72	71—72	71—72	70—71
Экстракты из наземной части растения							
32	Каллизия душистая (Золотой ус)	79—80	79—80	79—80	79—80	79—80	79—80
33	Крапива жгучая	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
34	Мелисса лекарственная	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
35	Полынь горькая	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
36	Мята перечная	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78	77—78
37	Лопух большой	68—69	68—69	68—69	68—69	68—69	68—69
38	Тысячелистник обыкновенный	68—69	68—69	68—69	68—69	68—69	68—69
39	Мак - самосейка	72—73	72—73	72—73	72—73	72—73	72—73
40	Ромашка аптечная	78—79	78—79	78—79	78—79	78—79	78—79
41	Хвощ полевой	74—75	74—75	74—75	74—75	74—75	74—75
Экстракты из цветков							
42	Календула лекарственная	79—80	79—80	79—80	79—80	79—80	79-80
43	Суданская роза (Китайская роза)	77—78	77—78	77—78	77—78	77-78	77-78
Экстракты из подземной части растения							
44	Валериана лекарственная	76—77	76—77	76—77	76—77	76-77	76-77
45	Чеснок	75—76	75—76	75—76	75—76	75-76	75-76

Экстракты из всех частей растения							
46	Пион уклоняющийся	77—78	77—78	77—78	77—78	77-78	77-78
47	Чистотел большой	77—78	77—78	77—78	77—78	77-78	77-78
48	Подорожник большой	77—78	77—78	77—78	77—78	77-78	77-78
Экстракты из плодового тела грибов							
49	Пециция оранжевая	77—78	77—78	77—78	77—78	77-78	77-78
50	Мухомор пантерный	75—76	75—76	75—76	75—76	75-76	71-72

**Таблица 3.**

**Содержание органических кислот в экстрактах (в пересчете на уксусную кислоту), %**

№ п.п.	Экстракт	Содержание органических кислот, %					
		декабрь	февраль	апрель	июнь	август	октябрь
Экстракты из семян и зерновок							
1	Овес посевной	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
2	Горчица сарептская	1,20	1,20	1,20	1,20	1,12	1,10
3	Укроп пахучий	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
4	Хурма восточная	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
5	Кофейное дерево плоды	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
6	Каштан конский	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
7	Туя западная	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,42
Экстракты из побегов, листьев и ветвей							
8	Осина (Тополь дрожащий)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70
9	Черная смородина	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
10	Хмель обыкновенный	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
11	Табак настоящий махорочный	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53

12	Элеутерококк колючий	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
13	Щавель кислый	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
14	Лавровишня лекарственная	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
15	Паслен черный	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,80
16	Пшеница мягкая	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Экстракты из плодов							
17	Апельсин сладкий	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,40
18	Банан райский	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,68
19	Перец красный горький стручковый	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00
20	Бузина травянистая	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,54
21	Мандарин	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
22	Земляника лесная	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,18
23	Орех грецкий	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
24	Вишня плоды	2,78	2,78	2,78	2,78	2,67	2,56
25	Малина обыкновенная	2,85	2,85	2,85	2,75	2,64	2,25
26	Ежевика сизая	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	1,90
27	Тута (Шелковица черная)	1,65	1,65	1,65	1,65	1,55	1,52
28	Шиповник коричный майский	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
29	Фейхоа Селова	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
30	Кизил обыкновенный	2,96	2,96	2,96	2,92	2,84	2,02
31	Боярышник кроваво-красный	3,75	3,70	3,54	3,05	2,82	1,58
Экстракты из наземной части растения							
32	Каллизия душистая (Золотой ус)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06
33	Крапива жгучая	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
34	Мелисса лекарственная	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
35	Полынь горькая	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
36	Мята перечная	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
37	Лопух большой	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
38	Тысячелистник обыкновенный	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

39	Мак-самосейка	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
40	Ромашка аптечная	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,60
41	Хвощ полевой	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Экстракты из цветков							
42	Календула лекарственная	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
43	Суданская роза (Китайская роза)	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
Экстракты из подземной части растения							
44	Валериана лекарственная	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
45	Чеснок	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Экстракты из всех частей растения							
46	Пион уклоняющийся	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
47	Чистотел большой	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
48	Подорожник большой	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Экстракты из плодового тела грибов							
49	Пециция оранжевая	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06
50	Мухомор пантерный	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02

**Таблица 4.**

**Содержание аскорбиновой кислоты в экстрактах растений, мг/кг**

№ п.п.	Экстракт	Содержание аскорбиновой кислоты, мг/кг					
		декабрь	февраль	апрель	июнь	август	октябрь
Экстракты из семян и зерновок							
1	Овес посевной	0,07	0,07	0,05	0,05	0,03	0,02
2	Горчица сарептская	0,32	0,30	0,30	0,29	0,27	0,27
3	Укроп пахучий	0,40	0,40	0,38	0,34	0,28	0,24
4	Хурма восточная	0,95	0,88	0,74	0,69	0,67	0,63
5	Кофейное дерево плоды	0,98	0,89	0,78	0,67	0,56	0,48
6	Каштан конский	1,23	1,23	1,04	0,97	0,83	0,71
7	Туя западная	8,54	8,16	6,57	5,78	4,09	3,54

Экстракты из побегов, листьев и ветвей							
8	Осина (Тополь дрожащий)	0,71	0,65	0,59	0,51	0,48	0,45
9	Черная смородина	0,58	0,58	0,55	0,54	0,52	0,52
10	Хмель обыкновенный	0,42	0,42	0,40	0,36	0,36	0,34
11	Табак настоящий махорочный	0,66	0,57	0,46	0,38	0,32	0,26
12	Элеутерококк колючий	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
13	Щавель кислый	0,32	0,30	0,28	0,23	0,21	0,21
14	Лавровишня лекарственная	0,13	0,13	0,10	0,10	0,08	0,05
15	Паслен черный	1,04	1,00	0,88	0,76	0,69	0,61
16	Пшеница мягкая	0,45	0,39	0,34	0,29	0,27	0,26
Экстракты из плодов							
17	Апельсин сладкий	0,21	0,17	0,15	0,14	0,10	0,08
18	Банан райский	0,20	0,20	0,18	0,18	0,17	0,16
19	Перец красный горький стручковый	0,90	0,90	0,83	0,78	0,70	0,61
20	Бузина травянистая	0,48	0,48	0,48	0,45	0,43	0,40
21	Мандарин	0,37	0,32	0,30	0,29	0,27	0,26
22	Земляника лесная	0,61	0,59	0,54	0,49	0,40	0,37
23	Орех грецкий	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
24	Вишня плоды	1,69	1,60	1,21	0,97	0,76	0,53
25	Малина обыкновенная	0,32	0,30	0,27	0,24	0,19	0,18
26	Ежевика сизая	1,14	1,02	0,65	0,43	0,31	0,21
27	Тута (Шелковица черная)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40
28	Шиповник коричный майский	1,24	1,20	1,08	0,91	0,78	0,69
29	Фейхоа Селова	1,86	1,86	1,80	1,03	0,85	0,79
30	Кизил обыкновенный	2,03	2,03	1,96	1,55	1,38	1,27
31	Боярышник кроваво-красный	3,36	3,30	2,94	2,36	1,58	1,27

Экстракты из наземной части растения							
32	Каллизия душистая (Золотой ус)	0,79	0,70	0,62	0,52	0,41	0,33
33	Крапива жгучая	0,84	0,72	0,56	0,43	0,36	0,32
34	Мелисса лекарственная	0,40	0,38	0,38	0,35	0,28	0,26
35	Полынь горькая	0,84	0,80	0,76	0,65	0,57	0,50
36	Мята перечная	0,74	0,70	0,67	0,61	0,56	0,52
37	Лопух большой	0,24	0,24	0,22	0,19	0,16	0,16
38	Тысячелистник обыкновенный	0,84	0,75	0,61	0,55	0,50	0,48
39	Мак-самосейка	0,79	0,71	0,65	0,60	0,57	0,53
40	Ромашка аптечная	0,85	0,82	0,74	0,69	0,58	0,52
41	Хвощ полевой	1,12	1,11	0,98	0,67	0,54	0,42
Экстракты из цветков							
42	Календула лекарственная	0,21	0,21	0,21	0,21	0,18	0,18
43	Суданская роза (Китайская роза)	1,51	1,43	1,22	1,03	0,96	0,85
Экстракты из подземной части растения							
44	Валериана лекарственная	0,78	0,78	0,71	0,63	0,53	0,42
45	Чеснок	0,82	0,78	0,76	0,74	0,71	0,68
Экстракты из всех частей растения							
46	Пион уклоняющийся	0,21	0,21	0,19	0,16	0,13	0,11
47	Чистотел большой	1,27	1,22	1,03	0,92	0,73	0,58
48	Подорожник большой	0,55	0,51	0,47	0,40	0,37	0,34
Экстракты из плодового тела грибов							
49	Пециция оранжевая	0,37	0,35	0,35	0,35	0,33	0,32
50	Мухомор пантерный	0,82	0,82	0,75	0,69	0,58	0,50

Таблица 5.

## Содержание глюкозы в спиртово-водных экстрактах, мг/л

№ п.п.	Экстракт	Содержание глюкозы, мг/л					
		декабрь	февраль	апрель	июнь	август	октябрь
Экстракты из семян и зерновок							
1	Овес посевной	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3
2	Горчица сарептская	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1
3	Укроп пахучий	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4
4	Хурма восточная	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
5	Кофейное дерево плоды	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4
6	Каштан конский	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7
7	Туя западная	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7
Экстракты из побегов, листьев и ветвей							
8	Осина (Тополь дрожащий)	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
9	Черная смородина	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
10	Хмель обыкновенный	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
11	Табак настоящий махорочный	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1
12	Элеутерококк колючий	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7
13	Щавель кислый	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6
14	Лавровишня лекарственная	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1
15	Паслен черный	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1
16	Пшеница мягкая	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4
Экстракты из плодов							
17	Апельсин сладкий	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
18	Банан райский	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,7
19	Перец красный горький стручковый	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
20	Бузина травянистая	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4
21	Мандарин	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7

22	Земляника лесная	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
23	Орех грецкий	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
24	Вишня плоды	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,6
25	Малина обыкновенная	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2	28,4
26	Ежевика сизая	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,9
27	Тута (Шелковица черная)	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	30,0
28	Шиповник коричный майский	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7
29	Фейхоа Селова	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1
30	Кизил обыкновенный	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5
31	Боярышник кроваво- красный	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5
Экстракты из наземной части растения							
32	Каллизия душистая (Золотой ус)	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
33	Крапива жгучая	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
34	Мелисса лекарственная	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
35	Полынь горькая	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4
36	Мята перечная	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6
37	Лопух большой	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3
38	Тысячелистник обыкновенный	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9
39	Мак-самосейка	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
40	Ромашка аптечная	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3
41	Хвощ полевой	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
Экстракты из цветков							
42	Календула лекарственная	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3
43	Суданская роза (Китайская роза)	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
Экстракты из подземной части растения							
44	Валериана лекарственная	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
45	Чеснок	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8

Экстракты из всех частей растения							
46	Пион уклоняющийся	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7
47	Чистотел большой	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
48	Подорожник большой	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
Экстракты из плодового тела грибов							
49	Пециция оранжевая	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3
50	Мухомор пантерный	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3

*Таблица 6.*

### Наличие витаминов в экстрактных вытяжках растений

№ п.п.	Наименование экстракта	Витамины				
		А	Е	В <sub>2</sub>	В <sub>6</sub>	РР
1	Овса посевного	–	–	±	+	–
2	Горчицы сарептской	±	–	±	+	±
3	Пециции оранжевой	–	–	+	±	–
4	Апельсина сладкого	–	–	–	+	–
5	Банана райского	±	±	+	±	–
6	Перца красного горького стручкового	–	–	+	+–	+
7	Осины (Тополь дрожащий)	–	–	+	+	–
8	Каллизии душистой (Золотой ус)	–	–	±	–	+
9	Крапивы жгучей	–	±	±	–	–
10	Черной смородины	–	–	±	±	±
11	Бузины травянистой	–	–	–	+	–
12	Пшеницы мягкой молодой	–	±	–	+	–
13	Коры мандарина	–	–	±	+	–
14	Календулы	–	–	±	+	–
15	Укропа пахучего	–	±	+	+	+
16	Мелиссы	–	±	±	–	±
17	Земляники лесной	±	±	±	±	–
18	Чеснока	+	+	+	+	+
19	Хмеля обыкновенного	±	–	+	±	+
20	Полыни горькой	–	+	+	±	+

21	Мяты перечной	-	+	-	+	-
22	Суданской розы	-	-	+	+	+
23	Плодов кофейного дерева	-	-	+	+	+
24	Ореха грецкого	±	±	+	±	-
25	Табака настоящего	-	-	+	±	-
26	Плодов вишни	±	-	+	±	+
27	Лопуха большого	-	-	±	±	+
28	Плодов малины обыкновенной	±	-	+	+	-
29	Плодов ежевики сизой	-	-	±	+	-
30	Пиона уклоняющегося	-	±	±	+	-
31	Плодов тута (Шелковица)	-	-	±	+	-
32	Тысячелистника обыкновенного	-	-	+	+	±
33	Шиповника майского	-	-	+	-	±
34	Подорожника большого	-	+	+	-	-
35	Элеутерококка	±	-	+	+	-
36	Мак-самосейка	-	-	+	+	-
37	Щавеля кислого	-	+	+	+	+
38	Чистотела большого	-	-	-	+	+
39	Мухомора пантерного	-	-	+	-	-
40	Лавровишни лекарственной	±	+	+	+	+
41	Хурмы восточной	+	-	-	+	+
42	Фейхоа Селлова	+	+	+	+	-
43	Кизила обыкновенного	+	+	+	+	-
44	Ромашки аптечной	+	+	+	+	+
45	Валерианы лекарственной	+	+	+	+	-
46	Каштана конского	+	+	+	-	+
47	Боярышника кроваво-красного	+	+	+	+	+
48	Туи западной	+	-	+	+	+
49	Хвоща полевого	+	+	+	-	+
50	Паслена черного	+	+	+	-	-

+ - — реакция проявляется слабо и медленно, за счет очень маленькой концентрации витамина;

- — реакция не проявляется, вследствие отсутствия витамина;

+ — реакция проявляется хорошо, так как концентрация витамина достаточно высока

Таблица 7.

## Наличие в экстрактах минеральных веществ

№ п.п.	Наименование экстракта								
		Ca <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	S <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
1	Овса посевного	+	±	+	±	+	-	±	+
2	Горчицы сарептской	+	±	+	±	+	±	-	+
3	Пециции оранжевой	±	+	+	-	+	±	±	+
4	Апельсина сладкого	+	+	+	±	+	+	±	+
5	Банана райского	+	+	+	+	+	+	±	+
6	Перца красного горького стручкового	+	-	+	+	+	±	+	+
7	Осины (Тополь дрожащий)	±	±	+	±	+	-	±	+
8	Каллизии душистой (Золотой ус)	+	+	+	-	±	±	±	+
9	Крапивы жгучей	+	+	+	-	+	+	-	+
10	Черной смородины	+	+	+	±	+	+	+	-
11	Бузины травянистой	+	-	±	±	+	-	-	±
12	Пшеницы мягкой молодой	+	±	+	±	±	±	+	+
13	Коры мандарина	+	±	+	±	+	+	±	+
14	Календулы	±	+	+	-	+	+	±	+
15	Укропа пахучего	+	+	+	±	+	-	-	+
16	Мелиссы	+	+	+	±	+	+	±	+
17	Земляники лесной	+	+	+	+	±	±	+	±
18	Чеснока	±	+	+	+	+	+	+	±
19	Хмеля обыкновенного	+	±	±	+	+	+	+	+
20	Полыни горькой	+	+	+	-	+	±	+	+
21	Мяты перечной	±	+	±	+	+	±	-	+
22	Суданской розы	+	+	+	+	±	+	+	±
23	Плодов кофейного дерева	+	±	+	-	±	+	+	±
24	Ореха грецкого	±	±	+	-	+	+	±	+
25	Табака настоящего	±	±	+	+	+	+	±	+
26	Плодов вишни	±	+	+	+	-	+	-	+
27	Лопуха большого	+	+	±	+	+	+	±	+
28	Плодов малины обыкновенной	+	+	±	+	+	+	+	+

29	Плодов ежевики сизой	+	+	±	+	±	+	+	±
30	Пиона уклоняющегося	+	+	+	+	±	+	+	+
31	Плодов тута (Шелковица)	+	+	+	+	-	+	-	+
32	Тысячелистника обыкновенного	+	+	±	+	±	+	±	+
33	Шиповника майского	±	+	±	+	±	+	±	+
34	Подорожника большого	+	+	+	+	+	+	+	+
35	Элеутерококка	±	±	-	-	-	+	+	±
36	Мак-самосейка	+	±	±	+	±	+	±-	+
37	Щавеля кислого	+	+	±	+	+	+	-	+
38	Чистотела большого	±	±	+	-	±	±	+	+
39	Мухомора пантерного	±	±	±	±	±	±	±	±
40	Лавровишни лекарственной	±	±	±	+	+	±	+	+
41	Хурмы восточной	+	±	±	+	+	+	+	-
42	Фейхоа Селлова	+	+	±	+	±	±	±	+
43	Кизила обыкновенного	+	+	±	±	+	+	+	+
44	Ромашки аптечной	+	-	+	+	+	±	+	+
45	Валерианы лекарственной	+	-	+	+	+	±	+	±
46	Каштана конского	+	+	+	+	+	±	±	±
47	Боярышника кроваво-красного	±	+	+	+	±	+	+	+
48	Туи западной	+	+	±	+	±	+	+	±
49	Хвоща полевого	+	+	±	+	±	+	+	+
50	Паслена черного	±	+	+	+	+	+	+	±

± — реакция проявляется слабо, за счет маленькой концентрации ионов;

- — реакция не проявляется, вследствие слишком малого содержания ионов;

+ — реакция проявляется хорошо, так как концентрация ионов высока.

Органолептические показатели экстрактов после 9 месяцев хранения изменяются.

Определено, что содержания этилового спирта в процессе хранения экстрактов изменяется не значительно.

Установлено, что содержание органических кислот в период хранения экстрактов снижается. Наибольшее снижение отмечено для экстрактов Перца красного горького стручкового, Земляники лесной, плодов Вишни, Малины, Ежевики, Тута (Шелковица), Кизила и Боярышника.

Определено, что наименьшее содержание витамина С в экстрактах Овса посевного, Лавровишни лекарственной, Пиона уклоняюще-

гося, наибольшее содержание в экстрактах Туи западной и Боярышника кроваво-красного. Содержание аскорбиновой кислоты в спиртово-водных экстрактах снижается в процессе их хранения. Наибольшее снижение (до 50 %) содержания аскорбиновой кислоты в экстрактах, полученных из сочных плодов и ягод.

Наибольшее количество глюкозы содержится в экстрактах Банана райского, плодов Земляники лесной, Малины обыкновенной, Ежевики сизой, Тута, Кизила обыкновенного, Боярышника кроваво-красного. Содержание глюкозы в экстрактах в процессе их хранения изменяется незначительно.

Выявлено, что наиболее богатыми по содержанию витаминов являются экстракты полученные из Чеснока, Щавеля кислого, Фейхоа, Валерианы лекарственной, Туи западной, Хвоща полевого Ромашки аптечной, Кизила обыкновенного и Боярышника кроваво-красного, что имеет большое значения для практического использования экстрактов в качестве источника витаминов.

Определено, что наиболее богаты минеральными веществами экстракты Паслена черного, Кизила обыкновенного, Подорожника большого, Апельсина сладкого, Банана райского, плодов малины обыкновенной, Пиона уклоняющегося.

### **Список литературы:**

1. Аналитическая химия: учебник для студ. Сред. Проф. Учеб. Заведений / [Ю.М. Глубоков, В.А. Головачева, Ю.А. Ефимова и др.]; под ред проф. А.А. Ищенко. 2 изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 320 с.
2. Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. — 11-е изд., доп. М.: 1989. — 400 с.
3. Каптерев А.С. и др., Биосинтез биологически активных веществ у растений, М., «Биошит», 2003; 137 с.
4. Сборник лабораторных работ по курсу биологической химии: Избранова С.И., Славянск-на-Кубани: Издательский центр СГПИ, 2007, 65 с.

## 2.2. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И СТРОЕНИЯ ВНУТРИКОМПЛЕКСНЫХ РАЗНОЛИГАНДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЦЕРИЯ(III) С ГЛИЦИНОМ И ВИННОЙ КИСЛОТОЙ

*Кулиев Асаф Джалал оглы*

*канд. хим. наук, доцент АГПУ, г. Баку*

*E-mail: [AsefOuliyev@yandex.com](mailto:AsefOuliyev@yandex.com)*

*Сагиева Фахрия Акиф кызы*

*магистр 2-го курса, АГПУ, г. Баку*

Координационные соединения редкоземельных элементов (РЗЭ) с биологически активными органическими веществами к которым относятся  $\alpha$ -аминокислоты и винная кислота, представляют значительный интерес для координационной химии РЗЭ и для получения новых препаратов (РЗЭ), обладающих биологической активностью. Комплексные соединения РЗЭ, содержащие одновременно ионы  $\alpha$ -аминокислот и винной кислоты, изучены недостаточно. Получены разнолигандные комплексные соединения празеодима (III) [3, с. 1927] и европия (III) [4, с. 108] с некоторыми  $\alpha$ -аминокислотами и винной кислотой. Однако к настоящему времени разнолигандные комплексы церия (III), содержащие координированные анионы глицина и винной кислоты, в литературе не описаны. Основной целью данной работы является синтез, исследование свойств и строения внутрикомплексных разнолигандных соединений церия (III), содержащие координированные анионы глицина и винной кислоты

#### **Экспериментальная часть.**

В работе были использованы глицин (HGly)  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$  — производства фирмы «Renal» (Венгрия), винная кислота  $\text{HOOC} - \text{CHON} - \text{CHON} - \text{COOH}$  марки «ч. д. а.»,  $\text{CeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и гидроксид калия марки «х. ч.». Состав полученных соединений установлен методом элементного анализа: содержание церия (III) комплексонометрическим титрованием [6, с. 460], углерода и водорода сжиганием в токе кислорода, азота микрометодом

Дюма [2, с. 850, 859]. ИК-спектры соединений, диспергированных в таблетки с КВг, записывали на спектрофотометре М-80 в области 500—4000 см<sup>-1</sup>. Термическую устойчивость и процесс разложения комплексов церия (III) изучали при помощи дериватографа G-1500Д. Дериватограммы сняты при умеренном доступе воздуха к образцам и использованием навески 94 мг, чувствительность весовой системы 100 мг. Нагрев образца в интервале 20—1000 °С осуществляли со скоростью 10 град/мин. Конечные продукты разложения исследовали методами химического и рентгенфлуоресцентного анализа. Измерения рН растворов производили на рН-метре марки ЛПМ-60М со стеклянным электродом. Необходимые значения рН среды достигались добавлением эквимольного количества раствора КОН.

Синтез соединения формулой  $[\text{Ce}(\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2)_4\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  осуществляли следующим образом: отдельно приготовленные по 0,01 м/л концентрированные растворы гексагидрата хлорида церия(III), глицина и винной кислоты смешивали и в полученную реакционную смесь добавляли 0,03М КОН. Полученный кристаллический осадок отфильтровывали, промывали дистиллированной водой, затем этиловым спиртом и выдерживали на воздухе в течении двух часов и высушивали до постоянной массы и анализировали.

Найдено, %: Се — 30,46; С — 15,44; N — 2,78; H — 3,52.

Для  $[\text{Ce}(\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2)_4\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  вычислено, % :

Се — 30,97; С — 15,93; N — 3,10; H — 3,98.

Методика синтеза комплекса состава  $\text{K}_2[\text{Ce}(\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2)_4\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  по существу аналогична предыдущему и отличается только тем, что к стехиометрическим количествам исходных компонентов добавляли 5 М КОН. Полученный кристаллический осадок высушивали до постоянной массы и анализировали.

Найдено, % : Се — 27,95; С — 14,24; N — 2,48; H — 2,12.

Для  $\text{K}_2[\text{Ce}(\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2)_4\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  вычислено, %:

Се — 28,46; С — 14,63; N — 2,85; H — 2,44.

Синтез комплексного соединения состава  $\text{K}[\text{Ce}(\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2)_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  осуществляли по выше указанной методике и отличается тем что, соотношение исходных реагентов  $\text{CeCl}_3$  : глицин : винная кислота составило 1:2:1. Результаты элементного анализа полученного комплекса приведены ниже:

Найдено, % : Ce — 25,14; C — 19,14; N — 4,86; H — 3,31.

Для  $K[Ce(C_2H_4NO_2)_2C_4H_4O_6] \cdot 4H_2O$  вычислено, % :

Ce — 25,59; C — 19,55; N — 5,12; H — 3,66.

### Результаты и их обсуждение.

Как показали исследования образование разнолигандных комплексов церия (III) с глицином и винной кислотой зависит от значения pH. ИК-спектры комплексов интерпретировали по сравнению их с ИК-спектрами глицина, винной кислоты, их соединений с металлами [1, с. 2659;], и литературных данных [5, с. 252, 259]. В ИК-спектрах комплексов обнаружены частоты колебаний, характерные для координированных анионов глицина и винной кислоты (таблица 1). Для синтезированных разнолигандных комплексов церия (III) общим является наличие в их спектрах следующих максимумов основных полос поглощения ( $cm^{-1}$ );

$\nu(M-N) \approx 515-530$ ;  $\nu_s(CCN) \approx 900 - 940$ ;  $\nu_{as}(CCN) \approx 1130 - 1155$ ;  
 $\nu_s(OCO) \approx 1360 - 1380$ ;  $\nu_{as}(OCO) \approx 1600 - 1630$ ;  $\nu(NH_2) \approx 3270 - 3340$

**Таблица 1.**

**Волновые числа ( $cm^{-1}$ ) максимумов основных полос поглощения в ИК-спектрах разнолигандных комплексов церия (III) с глицином и винной кислотой**

Комплекс	$\nu(MN)$	$\nu_s(CCN)$	$\nu_{as}(CCN)$	$\nu_s(OCO)$	$\nu_{as}(OCO)$	$\nu(NH_2)$
$[Ce(C_2H_4NO_2)C_4H_4O_6(H_2O)_2] \cdot 3H_2O$	525	930	1130	1370	1600	3340 3270
$K_2[Ce(C_2H_4NO_2)C_4H_4O_6] \cdot 3H_2O$	515	925	1135	1365	1620	3320 3260
$K[Ce(C_2H_4NO_2)_2C_4H_4O_6] \cdot 4H_2O$	520	940	1145	1380	1625	3325 3270

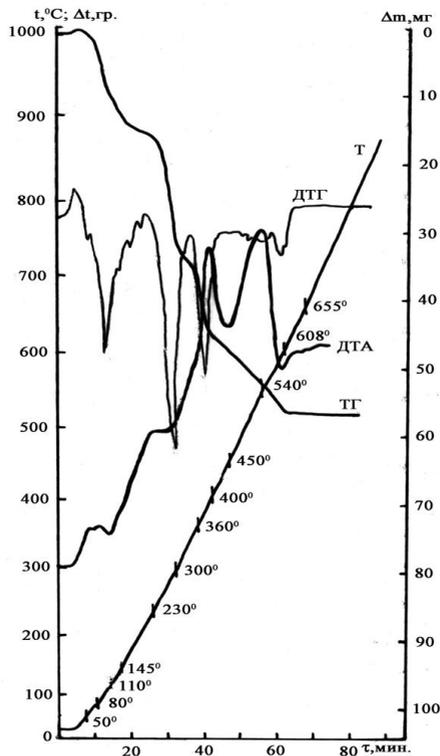
Сравнение ИК-спектроскопических данных глицина, винной кислоты и комплексов церия (III) показывает, что координация лигандов ионом металла сопровождается рядом спектральных

изменений. В ИК-спектрах комплексов наблюдается исчезновение валентных и деформационных колебаний  $\text{NH}_3^+$  — групп, характерное для исходных молекул  $\alpha$ -аминокислот, в то же время появляются интенсивные полосы  $\nu(\text{NH}_2)$  от координированной аминогруппы. В спектрах наблюдаются так же полосы поглощения  $\nu_{\text{as}}(\text{OCO})$ ,  $\nu_{\text{s}}(\text{OCO})$ ,  $\nu_{\text{as}}(\text{CCN})$ ,  $\nu_{\text{s}}(\text{CCN})$ , которые смещены в низкочастотной области спектра. Данные ИК-спектров комплексов показывают, что карбоксильные группы лигандов депротонированы и участвуют в образовании связи  $\text{Ce} — \text{OCO}$ .

Сопоставление спектральных данных разнолигандных комплексов церия (III) дает возможность предположить, что в координации глицинат иона принимает участие амино- и карбоксильные группы. Координация тартарат иона осуществляется атомами кислорода карбоксильных и гидроксильных групп.

Сравнительный анализ дериватограмм разнолигандных комплексов церия (III) показал, что термоллиз их протекает однотипно, поэтому можно ограничиться описанием процесса разложения комплекса  $\text{K}_2[\text{Ce}(\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2)\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , на примере которого необходимо рассмотреть термическое превращение в синтезированных комплексах.

На кривой ДТА соединения (рисунок 1) в интервале температур 50—145 °С наблюдаемый эндоэффект обусловлен удалением внешнесферной воды. Потеря массы при этом составляла — 10,64 % (вычислено,  $\Delta m = 10,98$  %), которая соответствует трем молекулам кристаллизационной воды. Расчеты на ТГ показывают, что в указанном интервале температур соединение обезвоживается. В интервале температур 145—230 °С обезвоженный продукт подвергается термическому разложению. Потеря массы обезвоженного продукта составляет 4,26 %, который соответствует образованию одной молекулы воды (вычислено,  $\Delta m = 4,11$  %)



**Рис. 1. Дериватограмма соединения  $K_2[Ce(C_2H_4NO_2)C_4H_2O_6] \cdot 3H_2O$**

С дальнейшим повышением температуры увеличивается скорость реакции разложения соединения. В интервале температур 230—360°С идут процессы термической диссоциации органической части комплекса и окисление летучих продуктов диссоциации. Эффект изменения скорости данного процесса зафиксирован на ДТГ при 300°С. Однако на соответствующем отрезке ДТА имеется «площадка». Вероятно, это связано покрытием эндотермического процесса начала разложения органической части вещества экзотермическим процессом окисления продуктов разложения

На кривой ДТА в областях 360—450°C и 450—608°C наблюдаемые экзотермические эффекты при 400,540°C (по ДТА) обусловлены выгоранием основной массы органической части вещества, термическими превращениями и формированием конечного продукта термоллиза. Конечным продуктом термического разложения комплекса является  $\text{CeO}_2$ .

### Список литературы:

1. Варшавский Ю.С., Инькова Е.И., Гринберг А.А. Ж. неорг. химии. 1963, т. 8, № 12, с. 2659—2667.
2. Гиллебранд В.Ф. и др. Практическое руководство по неорганическому анализу. М., «Химия». 1966, с. 850, 859.
3. Кулиев А.Д. Ж. неорг. химии, 2009, т. 54, № 12, с. 2009—2012., Russian journal of chemistry 2009, Vol. 54, № 12, pp. 1927—1930.
4. Кулиев А.Д., Османова С.Н. Азерб. хим. Ж. 2011, № 2, с. 108—110.
5. Накамото К. Инфракрасные спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. М., «Мир», 1991. М., «Мир», с. 252, 259.
6. Шека З.А. Синявская Э.И. Ж. аналит. химии. 1963, т. 18, № 2, с. 460.

## 2.3. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИДРОКСОСОЕДИНЕНИЙ КАТИОНОВ ЦЕРИЕВОЙ ГРУППЫ

*Лобачева Ольга Леонидовна*

*канд. хим. наук, доцент Горного университета, г. Санкт-Петербург  
E-mail: [dzhevaga331@mail.ru](mailto:dzhevaga331@mail.ru)*

*Джевага Наталья Владимировна*

*канд. хим. наук, ассистент Горного университета,  
г. Санкт-Петербург*

*Чиркст Дмитрий Эдуардович*

*д-р хим. наук, профессор Горного университета, г. Санкт-Петербург*

*Работа выполнена согласно ГК № 0622 от 05 октября 2010 г.*

На основе значений  $pH$  гидратообразования возможно прогнозирование условий извлечения и разделения катионов металлов методом ионной флотации, так как резкое возрастание степени извлечения происходит в области  $pH$  гидратообразования [7]. Определение энергий Гиббса образования гидроксидов и лантаноидов и сопутствующего им в рудах иттрия необходимо для расчета  $pH$  гидратообразования в растворах их солей. Значения энергий Гиббса образования гидроксокатионов металлов в водных растворах позволяют рассчитать область значений  $pH$ , в которой протекает образование гидроксокомплексов. На этой основе возможны заключения о механизме ионной флотации. В работе [1] предполагается, что ионная флотация цветных металлов протекает с образованием основных солей с анионными ПАВ. В литературе нет определенности в значениях энергий Гиббса образования гидроксо соединений  $Ce^{+3}$ ,  $Eu^{+3}$  и  $Sm^{+3}$ .

Величины энергий Гиббса растворения гидроксидов и образования гидроксокомплексов из ионов в растворе вычисляли с использованием значений энергий Гиббса образования катионов металлов и гидроксильных ионов в растворе в стандартном состоянии.

На основе энергий Гиббса растворения и комплексообразования рассчитывали произведения растворимости и константы нестойкости.  $pH$  гидратообразования вычисляли по формуле:

$$pH_{hydr} = 14 + \frac{1}{3}(\lg L - \lg C - \lg \gamma_{\pm}) \quad (1)$$

где  $L$  — произведение растворимости гидроксида,  $C$  — концентрация катиона металла, принятая равной  $0,001 \text{ моль} \cdot \text{кг}^{-1}$ , как в опытах по ионной флотации и по кондуктометрическому титрованию,  $\gamma_{\pm}$  — среднеионный коэффициент активности соли лантаноида, принимали при данной ионной силе  $0,78$  [3].

Значение  $pH$  начала образования гидроксокомплексов  $\text{Me}(\text{OH})^{2+}$  вычисляли на основе выражения для константы нестойкости:

$$K_n = \frac{[\text{Me}^{3+}] \cdot a_{\text{OH}^-} \cdot \gamma_{\pm}}{[\text{Me}(\text{OH})^{2+}]} \quad (2).$$

При соотношении концентраций катионов металла и гидроксокомплексов 10:1 получаем:

$$pH_{compl} = 13 + \lg K_n - \lg \gamma_{\pm} \quad (3)$$

Величины  $pH$  комплексообразования превышают  $pH$  гидратообразования, хотя образование гидроксокомплексов в растворе должно предварять осаждение гидроксидов. Таким образом, значения констант нестойкости гидроксокомплексов и произведений растворимости гидроксидов противоречат друг другу. Поэтому было предпринято определение этих характеристик методом кондуктометрического титрования с последующим расчетом термодинамических величин.

Аликвоты по 10 мл растворов нитратов  $\text{Ce}^{+3}$ ,  $\text{Eu}^{+3}$  или  $\text{Sm}^{+3}$  с концентрацией  $0,001 \text{ моль} \cdot \text{кг}^{-1}$ , подкисленные азотной кислотой до  $pH$  около 4, титровали  $0,00204 \text{ н.}$  раствором  $\text{NaOH}$ . Раствор перемешивали до установления постоянного значения удельной электропроводности ( $\chi$ ), измеряемую кондуктометром марки «Анион 4100». Параллельно измеряли  $pH$  с иономером «Анион 7010». По результатам строили кривые титрования (рис. 1, 2). В работе использовали гексагидраты нитратов церия и самария марки «ч. д. а.» и европия марки «х. ч.».

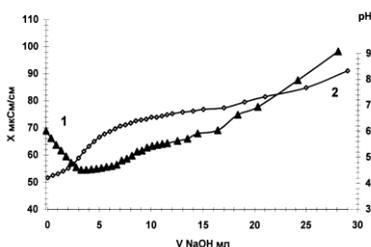
На кривых кондуктометрического титрования выделяются 5 участков.

1. Линейное понижение  $\chi$  вследствие нейтрализации азотной кислоты щелочью. 2. При  $pH = 4.8$  в растворе нитрата  $\text{Eu}^{+3}$ , 5,1

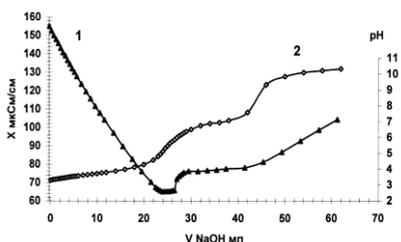
в растворе нитрата  $Ce^{+3}$  и 5,5 в растворе нитрата  $Sm^{+3}$  наблюдается резкий излом с переходом к почти горизонтальному участку, что свидетельствует о связывании  $OH^-$ -ионов в малодиссоциированное соединение. Так как образования гидроксидов не наблюдали, этот участок отвечает образованию гидрокомплексов. По количеству миллиэквивалентов щелочи можно определить, что в случае  $Ce^{+3}$ ,  $Sm^{+3}$  и  $Eu^{+3}$  образуются моногидроксикомплексы. Значения  $pH$  приняты за  $pH$  начала комплексообразования  $pH_{compl}$ . **3.** По окончании комплексообразования в растворах нитратов  $Eu^{+3}$ ,  $Sm^{+3}$  и  $Ce^{+3}$  наблюдается участок кривой, на котором  $\chi$  растет вследствие накопления избытка щелочи. **4.** При  $pH = 6,4$  в растворе нитрата  $Ce^{+3}$ ,  $6,52$  в растворе нитрата  $Eu^{+3}$  и  $6,49$  в растворе нитрата  $Sm^{+3}$  начинается второй почти горизонтальный участок, отвечающий образованию гидроксидов. Последнее подтвердили возрастанием оптической плотности растворов. Указанные значения  $pH$  приняли в качестве  $pH$  гидратообразования ( $pH_{hydr}$ ). Количество израсходованной миллиэквивалентов щелочи отвечало протеканию реакций:  
 $Ce(OH)^{+2} + 2OH^- = Ce(OH)_3$ ,  $Eu(OH)^{+2} + 2OH^- = Eu(OH)_3$ ,  
 $Sm(OH)^{+2} + 2OH^- = Sm(OH)_3$ . **5.** На кривых титрования наблюдается почти линейный рост  $\chi$ , обусловленный избытком щелочи. Произведения растворимости гидроксидов рассчитывали по формуле:

$$L = [Me^{3+}] (10^{pH_{hydr}-14})^3 \cdot \gamma_{\pm} \quad (4)$$

где концентрация катионов металлов составляла в опытах  $0,001$  моль  $kg^{-1}$ , среднеионный коэффициент активности согласно [3] равен  $0,78$ .



**Рис. 1.** Зависимость  $\chi$  раствора  $Ce(NO_3)_3$  (1) и  $pH$  (2) от  $V$  раствора  $NaOH$  в ходе кондуктометрического титрования



**Рис. 2.** Зависимость  $\chi$  раствора  $Eu(NO_3)_3$  (1) и  $pH$  (2) от  $V$  раствора  $NaOH$  в ходе кондуктометрического титрования

Энергию Гиббса образования гидроксидов вычисляли по уравнению:

$$\Delta_f G_{298}^0 \{Me(OH)_3\} = \Delta_f G_{298}^0 \{Me_{aq}^{3+}\} + 3\Delta_f G_{298}^0 \{OH_{aq}^-\} + RT \ln L \quad (5)$$

Значения энергий Гиббса образования ионов в растворе принимали согласно [2]. Константу нестойкости моногидроксикомплексов вычисляли по формуле (2). Значение активности  $OH^-$ -ионов рассчитывали по значению  $pH$ , отвечающему равенству концентраций  $[Me^{3+}] = [Me(OH)^{2+}]$ . Последнее условие соответствует на кривой добавлению после  $pH$  начала комплексообразования 0,005 экв (2,5 мл) щелочи. Энергии Гиббса образования моногидроксикомплексов вычисляли по формуле:

$$\Delta_f G_{298}^0 \{Me(OH)^{2+}\} = \Delta_f G_{298}^0 \{Me_{aq}^{3+}\} + \Delta_f G_{298}^0 \{OH_{aq}^-\} + RT \ln K_n \quad (6)$$

**Таблица 1.**

**Термодинамические характеристики  
гидроксосоединений металлов**

Соединение	$\Delta_f G_{298}^0$ , кДж моль <sup>-1</sup>	$\Delta_s G_{298}^0$ ( $\Delta_{compl} G_{298}^0$ ), кДж моль <sup>-1</sup>	$L (K_n)$	$pH_{hydr}$ ( $pH_{compl}$ )
Ce(OH) <sub>3</sub>	- 1293,57	146,16	$2,47 \cdot 10^{-26}$	6,50
Eu(OH) <sub>3</sub>	- 1195,70	145,82	$2,83 \cdot 10^{-26}$	6,52
Sm(OH) <sub>3</sub>	- 1283,93	150,10	$5,03 \cdot 10^{-27}$	6,49
Ce(OH) <sup>2+</sup>	- 879,33	- 46,62	$6,8 \cdot 10^{-9}$	5,10
Eu(OH) <sup>2+</sup>	- 782,60	- 47,42	$4,92 \cdot 10^{-9}$	5,80
Sm(OH) <sup>2+</sup>	- 866,49	- 47,36	$5,04 \cdot 10^{-9}$	5,31

Полученные значения энергий Гиббса растворения и образования гидроксидов  $Eu^{+3}$  и  $Sm^{+3}$  согласуются со справочниками [2] и [8]. Значение для гидроксида  $Ce^{+3}$  существенно отличаются от приведенного в [8]. Расхождение вызвано различием энергий Гиббса растворения гидроксида  $Ce^{+3}$ .

Величины  $\Delta_s G_{298}^0$  и  $pH_{hydr}$  для гидроксидов  $Ce^{+3}$  и  $Eu^{+3}$  близки между собой, тогда как растворимость гидроксида  $Sm^{+3}$  ниже. Однако растворимость гидроксокомплекса  $Sm^{+3}$  почти такая же, как у  $Ce^{+3}$  и  $Eu^{+3}$ .

Ионную флотацию церия (III), европия (III) и самария (III) изучали из водных растворов нитратов с концентрацией 0,001 моль  $kg^{-1}$  с помощью додецилсульфата натрия (NaDS), концентрацию которого задавали равной 0,003 моль  $kg^{-1}$  [6]. В равновесной водной фазе после флотации определяли концентрации катионов лантаноидов фотометрическим методом с арсеназо III [4] и DS<sup>-</sup> путем потенциометрического титрования 0,002 моль  $dm^{-3}$  раствором хлорида цетилтриметиламмония с ионселективным электродом [5].

В кислой среде извлечение практически не наблюдается, так как согласно определенному нами [6] значению константы диссоциации додецилсерной кислоты, равному  $1,7 \cdot 10^{-6}$ , при  $pH < 4,77$  додецилсульфат на 90 % находится в растворе в молекулярной форме и слабо взаимодействует с катионами металлов. При повышении  $pH$  начинается флотация, и коэффициенты извлечения резко возрастают практически до 100 %. Значения  $pH$ , при которых начинается извлечение, равны 5,8 для  $Sm^{+3}$ , 5,9 для  $Ce^{+3}$  и 6,3 для  $Eu^{+3}$ . Все эти значения ниже  $pH_{hydr}$ , что свидетельствует о флотации основных додецилсульфатов. Для  $Ce^{+3}$ ,  $Sm^{+3}$  и  $Eu^{+3}$   $pH$  извлечения выше  $pH$  начала комплексообразования  $pH_{compl}$  (табл. 1). На этом основании можно заключить, что церий, самарий и европий флотируются в форме основных додецилсульфатов с формулой  $Ln(OH)(C_{12}H_{25}OSO_3)_2$  ( $Ln$  —  $Ce^{+3}$ ,  $Sm^{+3}$  или  $Eu^{+3}$ ).

### Список литературы:

1. Воронин Н.Н., Демидов В.В., Черкасов А.В., Антонова И.П. Пенная флотоэкстракция тяжелых металлов из растворов // ЖПХ. 1992. Т. 65, № 9. С. 2005—2012.
2. Лидин Р.А., Андреева А.А., Молочко А.В. / Справочник. Константы неорган. в-в. Изд. «Двора», М. 2006.
3. Равдель А.А., Пономарева А.М. / Краткий справочник физико-химических величин. М. 2003.
4. Савин С.Б. / Арсеназо III. М.: Атомиздат. 1966. 265 с.
5. Тимофеев С.В., Матерова В.А., Архангельский Л.К. Электродное поведение анионселективных мембран // Вестник ЛГУ. Серия физика, химия. 1978. № 16. Вып. 3. С. 139—141.

6. Чиркст Д.Э., Лобачева О.Л., Берлинский И.В. Термодинамические свойства гидроксосоединений и механизм ионной флотации церия, европия и иттрия // ЖПХ. 2009. Т. 82. № 8. С. 1273—1276.
7. Grieves R.B., Charewicz W.R. Adsorptive bubble separation of zinc and cadmium cations in presence of ferric and aluminium hydroxides // Sep.Sci. 1975. V. 10. № 1. P. 77—92.
8. <http://www.chem.msu.su> // База данных ТКВ. Параметры и определения.

## **ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА РЕАКТИВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ИМПЕДАНСА И РЕЗОНАНСНЫЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ГИДРАТИРОВАННЫХ ИОНОВ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ**

***Килимник Александр Борисович***

*д-р хим. наук, проф., ФГБОУ ВПО «ТГТУ», г. Тамбов  
E-mail: [RA3RO@yandex.ru](mailto:RA3RO@yandex.ru)*

***Слобина Елена Семеновна***

*аспирант, ФГБОУ ВПО «ТГТУ», г. Тамбов  
E-mail: [elka256@mail.ru](mailto:elka256@mail.ru)*

***Яроленко Владислав Владимирович***

*мл. науч. сотр., ФГБОУ ВПО «ТГТУ», г. Тамбов  
E-mail: [chemistry@nnn.tstu.ru](mailto:chemistry@nnn.tstu.ru)*

*Работа проведена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009—2013 годы (ГК № П-1146 и ГК № 14.740.11.0376).*

В результате исследований мы установили, что резонансная частота взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов серной кислоты увеличивается, а индуктивность уменьшается с ростом концентрации и температуры. Показано, что соответствующая резонансной частоте взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов емкость, практически не зависит от температуры. Приведены уравнения зависимостей индуктивности и резонансной частоты взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов серной кислоты от температуры и концентрации.

Ранее нами было исследовано влияние конструкции кондуктометрической ячейки, площади поверхности электродов, температуры и концентрации растворов хлорида и сульфата натрия, хлорида калия, соляной кислоты, ацетата кобальта и оксалата калия на величины реактивных составляющих импеданса и резонансных частот взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов 1,1-валентных и 1,2-электролитов [1—7]. Сведений о резонансных частотах взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов растворов серной кислоты в двойном электрическом слое при наложении переменного электрического напряжения в отсутствие стадии разряда-ионизации и о реактивных составляющих импеданса кондуктометрической ячейки в отечественной и зарубежной литературе нет.

Измерения активной и реактивной составляющих импеданса на различных частотах синусоидального переменного напряжения осуществлялись с помощью моста Р-568 при 298, 303, 308 и 313 К в термостатированной ячейке по методике, описанной в работе [4]. В экспериментах использовали серную кислоту марки «х. ч.». Растворы серной кислоты с концентрацией 0,1...0,8 моль/кг готовились на бидистиллированной воде. Результаты экспериментов обрабатывались с использованием пакета программ Microsoft Excel.

Полученные данные для растворов серной кислоты приведены в табл. 1. Наблюдается увеличение резонансных частот взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов и уменьшение индуктивной составляющей импеданса с ростом температуры и концентрации растворов. Емкость практически не зависит от температуры, и незначительно колеблется в интервале концентраций от 0,1 до 0,8 моль/кг.

*Таблица 1.*

**Реактивные составляющие импеданса и резонансные частоты взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов серной кислоты при различных концентрациях и температурах**

$m$ , моль/кг	$T$ , К	$L$ , мГн	$C_0$ , мкФ	$f_{r \pm}$ , кГц
1	2	3	4	5
0,1	293	2,1353	0,2313	7,161
	298	1,8947	0,2048	8,08
	303	1,8061	0,1918	8,552

	308	1,5450	0,2109	8,816
0,2	293	0,5345	0,2005	15,375
	298	0,4762	0,1874	16,850
	303	0,3166	0,2187	19,125
	308	0,2887	0,2199	19,972
0,3	293	0,1935	0,2148	24,749
	298	0,1773	0,1980	26,861
	303	0,1596	0,1947	28,554
	308	0,1494	0,1988	29,197
0,4	293	0,1114	0,22451	31,817
	298	0,0937	0,19709	37,108
	303	0,0912	0,19344	37,895
	308	0,0886	0,19797	37,989
0,6	293	0,05319	0,22225	46,28791
	298	0,05066	0,18227	52,376
	303	0,04306	0,18621	56,205
	308	0,03799	0,18915	59,368
0,8	293	0,03039	0,19808	64,962
	298	0,02533	0,20017	70,68
	303	0,02279	0,20014	74,509
	308	0,02026	0,19771	79,512

Резонансная частота взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов серной кислоты линейно увеличивается с ростом концентрации, а индуктивность уменьшается по степенному закону. Также наблюдается увеличение значений резонансной частоты с ростом температуры. Такое поведение индуктивности и резонансной частоты взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов можно

объяснить уменьшением вязкости раствора электролита и молекулярной массы гидратированных ионов серной кислоты.

Уравнения зависимостей индуктивности и резонансной частоты от концентрации при различных температурах и величины достоверности аппроксимации  $r^2$  приведены в табл. 2.

**Таблица 2.**

**Уравнения зависимостей индуктивности и резонансной частоты взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов в растворе серной кислоты от концентрации раствора**

$T, K$	$L=f(m), Гн$	$f_{r,\pm}=f(m), кГц$	$r^2_L$	$r^2_{f_{r,\pm}}$
293	$L=0,00174 m^{-2,0826}$	$f_{r,\pm}=83,471 m-0,9664$	0,9775	0,9985
298	$L=0,0158 m^{-2,0711}$	$f_{r,\pm}=89,021 m-0,2825$	0,997	0,9982
303	$L=0,0141 m^{-2,0503}$	$f_{r,\pm}=93,525 m+0,0632$	0,995	0,9995
308	$L=0,013 m^{-2,0352}$	$f_{r,\pm}=100,35 m-0,8844$	0,9964	0,9997

Резонансные частоты взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов и индуктивности линейно зависят от температуры (табл. 3).

**Таблица 3.**

**Уравнения связи резонансной частоты и индуктивности с температурой**

$m, моль/кг$	$f_{r,\pm}=f(T), кГц$	$r^2$	$L=f(T), мГн$	$r^2$
0,1	0,1087 T—24,524	0,9307	13,022—0,0372 T	0,9699
0,2	0,3213 T—78,726	0,9738	5,79430,0179 T	0,9318
0,3	0,3007 T—63,032	0,9529	1,0718—0,0030 T	0,9884
0,4	0,3861 T—79,809	0,7136	0,5225—0,0014 T	0,7834
0,6	0,8614 T—205,29	0,9762	0,3659—0,0011 T	0,9792
0,8	0,9496 T—212,93	0,9947	0,2226—0,0007 T	0,9657

Общий вид этих уравнений можно представить следующим образом:

$$f_{r,\pm}=a T-d \text{ и } L=p-b T.$$

Угловые коэффициенты зависимости резонансной частоты для растворов серной кислоты с увеличением концентрации растут, а индуктивности — уменьшаются. Это явление может быть связано с ростом подвижности гидратированных ионов и уменьшением их массы при увеличении температуры.

Уменьшение индуктивности и увеличение резонансной частоты взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов связано со снижением массы колеблющихся гидратированных ионов при увеличении концентрации раствора.

В табл. 4 приведены угловые коэффициенты полученных зависимостей для различных концентраций.

**Таблица 4.**

**Угловые коэффициенты  $a$  и  $-b$  зависимости резонансной частоты и индуктивности от температуры для растворов серной кислоты с различной концентрацией**

$m$ , моль/кг	$a$ , кГц/К	$-b$ , мГц/К
0,1	0,1087	0,0372
0,2	0,3213	0,0179
0,3	0,3007	0,003
0,4	0,3861	0,0014
0,6	0,8614	0,0011
0,8	0,9496	0,0007

Полученные данные хорошо ( $r^2=0,9679$ ) аппроксимируются уравнением:

$$m = 0,0004(-b)^{-1,9304} \quad (1)$$

Связь концентрации растворов серной кислоты и углового коэффициента температурной зависимости резонансной частоты (при  $r^2=0,9877$ ) имеет вид:

$$m = 1,2198 a - 0,0517 \quad (2)$$

Значения индуктивности и резонансной частоты контролируемого раствора определяются двухчастотным методом (частоты выбираются вблизи резонансной частоты) при двух температурах (например, 293 и 303 К).

Уравнения 1 и 2 вводятся в банк уравнений информационно-измерительной системы для установления концентрации растворов электролитов [7].

### Список литературы:

1. Килимник А.Б. Влияние концентрации хлорида калия на реактивные составляющие импеданса кондуктометрической ячейки / А.Б. Килимник, В.В. Ярмоленко // Вестник ТГТУ — 2008. — Т. 14, № 1. С. 111—117.
2. Килимник А.Б. Влияние температуры на резонансную частоту взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  / А.Б. Килимник, Е.С. Слобина // Вестник ТГТУ — 2010. Т. 16, № 2. С. 343—347.
3. Килимник А.Б. Колебательные процессы в двойном электрическом слое при наложении переменного тока / А.Б. Килимник // Вестник Тамб. Унта. Сер. Естеств. и техн. науки — 2006. — Т. 11, вып. 4. С. 586—587.
4. Килимник А.Б. Методы определения и расчета реактивных составляющих импеданса и средних резонансных частот колебаний гидратированных ионов: монография / А.Б. Килимник, В.В. Ярмоленко // Тамбов, изд-во ТГТУ — 2008. — 116 с.
5. Слобина Е.С. Влияние концентрации и температуры на реактивные составляющие импеданса и резонансную частоту взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  / А.Б. Килимник, Е.С. Слобина // Вестник ТГТУ — 2012. — Т. 18, № 1. С. 142—148.
6. Ярмоленко В.В. Влияние температуры на реактивные составляющие импеданса кондуктометрической ячейки / В.В. Ярмоленко // Вестник ТГТУ — 2007. — Т. 13, № 4А. С. 908—912.
7. Ярмоленко В.В. Информационно-измерительная система для определения концентрации раствора электролита по резонансной частоте колебаний гидратированных ионов / В.В. Ярмоленко, А.Б. Килимник, Е.С. Слобина // Вестник ТГТУ — 2011. — Т. 17, № 2. С. 351—359.

## СЕКЦИЯ 3.

### ФИЗИКА

#### 3.1. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

##### РАСЧЁТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЗОТОПОВ ВА В ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕМ КАНАЛЕ ТЕРМОЭМИССИОННОГО РЕАКТОРА- ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

*Шумилов Алексей Андреевич*

*НИЯУ «МИФИ» г. Москва*

*E-mail: [ttor@mail.ru](mailto:ttor@mail.ru)*

Освоение космоса всегда являлось передовым и инновационным направлением науки и техники. Развитие космических летательных аппаратов ставит многочисленные научные и технические задачи. Одной из основных задач является снабжение космического аппарата надежной и мощной энергетической установкой. Если для освоения околоземного пространства широкое распространение получили различные типы солнечных батарей, то для исследования солнечной системы очевидным фактом является необходимость компактного и независимого источника энергии. Наиболее широкое распространение в работах по созданию энергетических установок космического назначения получили термоэмиссионные реакторы-преобразователи (ТРП) [1].

При создании энергетических установок для космических аппаратов ключевой является задача обеспечения надёжности установки и, в частности, прогнозирования ресурса как установки в целом, так и отдельных её узлов. Электрогенерирующий канал (ЭГК) реактора-преобразователя вызывает повышенный интерес при исследованиях ресурсных изменений в реакторе, так как именно от его характеристик, в существенной степени, зависит выходная мощность установки.

На изменение вольтамперной характеристики ЭГК в ресурсе влияют различные факторы, одним из основных можно назвать адсорбцию на поверхности электродов из поликристаллического вольфрама продуктов деления топлива на основе диоксида урана, так как некоторые из них существенным образом меняют работы выхода электронов в вакууме из электродов [4]. Для анализа такого влияния необходимо провести расчёты и дать оценку концентрации продуктов деления в газовой фазе ЭГК.

В данной статье приведена методика и результаты расчета давлений изотопов Ва в ЭГК. Ва и его изотопы выбраны исходя из следующих фактов: они оказывают наибольшее воздействие на работу выхода электронов в вакууме из вольфрамовых электродов [4] и имеют существенную концентрацию в облучённом топливе и в газовой фазе ЭГК [3]. При этом Ва не конденсируется в газоотводном устройстве и в ловушке [2], следовательно, он попадает в газовую среду межэлементного зазора (МЭЗ).

Для расчета была выбрана конструктивная схема многоэлементного ЭГК с сообщающимися полостями МЭЗ и ТВЭЛ и односторонним выходом продуктов деления. Выбор изотопов осуществлялся исходя из анализа цепочек распада продуктов деления диоксида урана тепловыми нейтронами. В расчёты включались только те изотопы, которые не претерпевали распада за время диффузии в топливе, т. е. выходили в газовую фазу. Расчёт распределения концентраций изотопов Ва в парах цезия в МЭЗ ЭГК проводилось с использованием одномерного нестационарного уравнения диффузии (1), рассмотрен форсированный режим работы установки, при этом источники изотопов описывались точно:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = D \cdot \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{R \cdot T}{S} \square \sum_k v_k(t) \cdot \delta(x - x_k) - \lambda \cdot P \quad (1),$$

где  $\lambda$  — коэффициент  $\beta$  — распада рассчитываемого изотопа;  $x$  — координата;  $P$  — среднее давление рассчитываемого изотопа в МЭЗ;  $t$  — время;  $S$  — площадь сечения МЭЗ;  $D$  — коэффициент диффузии рассчитываемого изотопа в цезиевом паре;  $v_k(t)$  — поток рассчитываемого изотопа из ЭГЭ с номером  $k$ ;  $T$  — температура цезиевого пара;  $R$  — газовая постоянная;  $\delta$  — дельта функция;  $x_k$  — координата точечного источника изотопа вдоль ЭГК.

Граничные условия для решения уравнения ставились следующим образом: полное отсутствие потоков компонентов в тупиковой части ЭГК; давление компонентов на срезе открытой части ЭГК принималось равным нулю; температура топлива

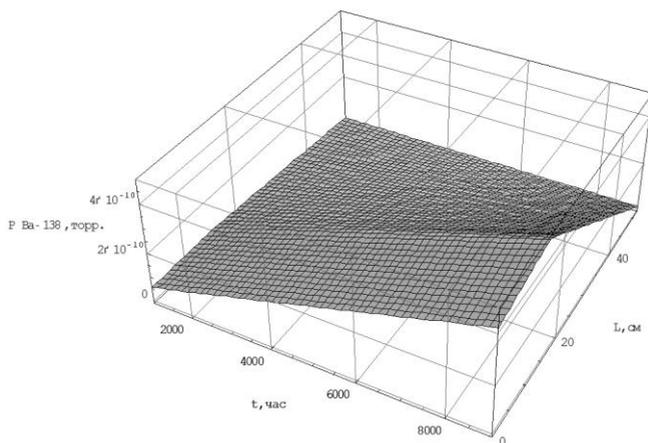
при работе на форсированном режиме принималась равной 2400 К; температура цезиевого пара принималась постоянной и равной 1600 К. Поток изотопа в МЭЗ из каждого ЭГЭ задавался в соответствии с аппроксимационной зависимостью:

$$v_{j,i,k}(t) = \alpha_{j,i,k} \cdot t^{\beta_j} \quad (2).$$

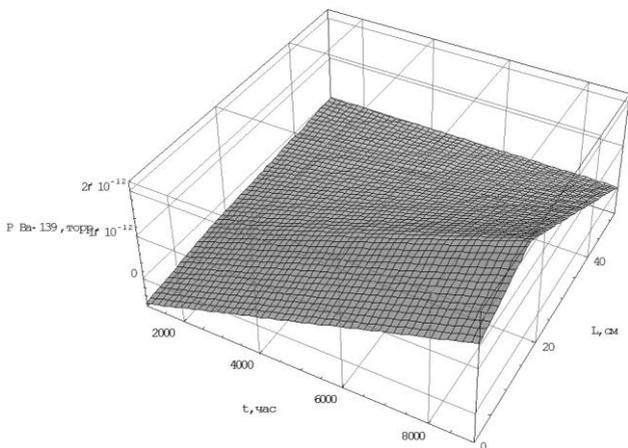
где  $\alpha_{j,i,k}$  и  $\beta_j$  — коэффициенты аппроксимации;  $j$  — элемент (Ba, Sr, I);  $i$  — номер изотопа ( $i=1,2,\dots$ );  $k$  — номер ЭГЭ ( $k=1,2..9$ ). При этом дельта функция записывалась следующим образом:

$$\delta(x-x_i) = \sqrt{500/\pi} \cdot \exp(-500 \cdot (x-x_i)) \quad (3).$$

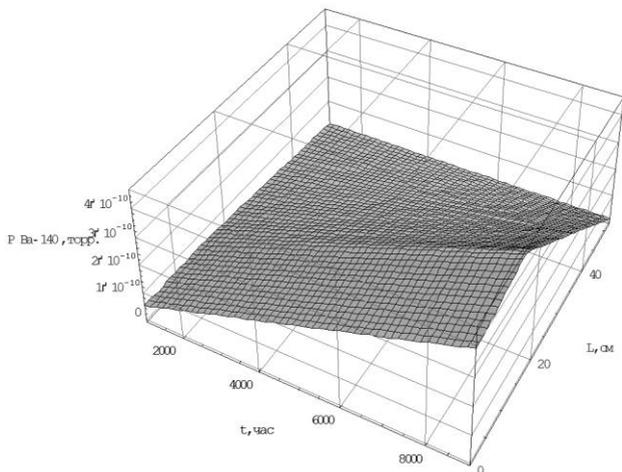
Результаты расчетов распределения парциального давления изотопов бария ( $^{138}\text{Ba}$ ,  $^{139}\text{Ba}$  и  $^{140}\text{Ba}$ ) вдоль МЭЗ во времени на форсированном режиме работы ЭГК представлены на рисунках 1—3.



**Рис. 1. Распределение парциального давления стабильного изотопа  $^{138}\text{Ba}$  вдоль МЭЗ во времени на форсированном режиме работы ЭГК**



**Рис. 2.** *Распределение парциального давления изотопа  $^{139}\text{Ba}$  вдоль МЭЗ во времени на форсированном режиме работы ЭГК*



**Рис.3.** *Распределение парциального давления изотопа  $^{140}\text{Ba}$  вдоль МЭЗ во времени на форсированном режиме работы ЭГК*

Анализ рисунков 1—3 показывает, что максимальное давление стабильного изотопа  $^{138}\text{Ba}$ , равное  $5 \cdot 10^{-10}$  торр, достигается в МЭЗ в конце форсированного режима. Давление изотопа  $^{140}\text{Ba}$  не превышает  $4,6 \cdot 10^{-10}$  торр, а давление  $^{139}\text{Ba}$  находится на уровне  $2 \cdot 10^{-12}$  торр. Стоит отметить, что перегибы на графиках распределения парциального давления компонентов вдоль МЭЗ обусловлены его геометрией. А именно: односторонний выход продуктов деления естественным образом означает высокое парциальное давление в тупиковой части и в центре полости, при резком снижении давления компонентов газовой фазы на выходе.

Такие низкие давления не должны влиять на вольтамперную характеристику ЭГК, из чего можно сделать вывод, что наработка продуктов деления на форсированном режиме имеет незначительное влияние на ресурсные изменения ТРП. При комплексной оценки ресурсных изменений требуется уделить повышенное внимание переходным режимам и работе установке на номинальном режиме.

### Список литературы:

1. Васильковской В.С., Андреев П.В., Зарицкий Г.А., и др. Проблемы космической энергетики и роль ядерных энергетических установок в их решении. Международная конференция «Ядерная энергетика в космосе — 2005». Москва-Подольск 1—3 марта 2005 г. Сборник докладов, т. 1, с. 20—25. ФГУП НИКИЭТ, М-Подольск, 2005.
2. Гонтарь А.С., Гриднев А.А., Любимов Д.Ю. Анализ физико-химических процессов в многоэлементном ЭГК с сообщающимися полостями ТВЭЛа и межэлектродного зазора. Атомная энергия, т. 104, вып. 4, апрель 2008, с. 216—224.
3. Любимов Д.Ю., Николаев Ю.В., Шумилов А.А. Влияние продуктов деления на фазовый состав достехиометрического диоксида урана в тепловыделяющих элементах термоэмиссионных электрогенерирующих каналов. Материаловедение ((Materials Sciences Transactions) 2008, № 3(132), с. 34—42.
4. Любимов Д.Ю., Федик И.И., Шумилов А.А. Влияние продуктов деления на выходную мощность термоэмиссионных ЭГК с сообщающимися и разделенными полостями ТВЭЛа и межэлектродного зазора. Атомная энергия 2011 — Т. 110 — № 6 — С. 321—328

## 3.2. ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

### АНОМАЛЬНЫЙ МАГНЕТОКАЛОРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В $\text{Ho}(\text{Co}_{0.85}\text{Fe}_{0.15})_2$

**Осадченко Валерий Харитонович**

канд. физ.-мат. наук, доцент, УрФУ, г. Екатеринбург

E-mail: [Valery.Osadtchenko@usu.ru](mailto:Valery.Osadtchenko@usu.ru)

**Тарасов Евгений Николаевич**

канд. физ.-мат. наук, УрФУ, г. Екатеринбург

E-mail: [Evgeniy.Tarasov@usu.ru](mailto:Evgeniy.Tarasov@usu.ru)

**Аникин Максим Сергеевич**

магистрант УрФУ, г. Екатеринбург

E-mail: [KandMax@yandex.ru](mailto:KandMax@yandex.ru)

**Зинин Александр Владимирович**

зав. сектором, УрФУ, г. Екатеринбург

E-mail: [Alexander.Zinin@usu.ru](mailto:Alexander.Zinin@usu.ru)

**Андреев Сергей Витальевич**

зав. сектором, УрФУ, г. Екатеринбург

**Бобров Валерий Анатольевич**

лаборант, УрФУ, г. Екатеринбург

E-mail: [Valeriy.Bobrov@usu.ru](mailto:Valeriy.Bobrov@usu.ru)

#### 1. Введение

Известно, что интерметаллиды редкая земля-железо (кобальт) — активные поглотители водорода. Внедрение в кристаллическую решетку водорода влияет на магнитные свойства интерметаллидов [3]. Причем, даже в малых количествах 1.5—3 ат. %, примесь водорода способна привести к изменениям анизотропных магнитных свойств и параметров кристаллической решетки [4].

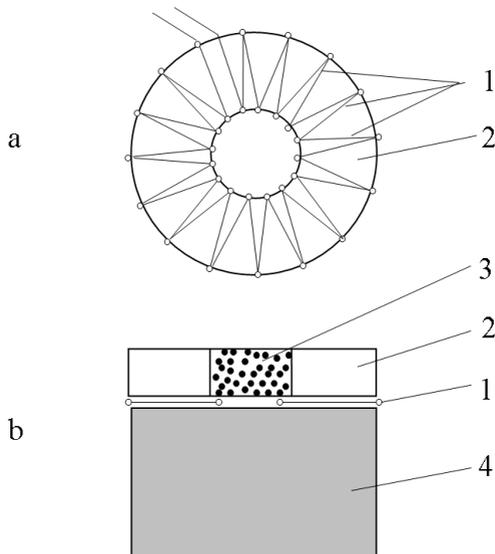
В данной работе представлена методика и результаты измерения магнетокалорического эффекта (МКЭ), в диапазоне температур от 130 до 350 К, для сплава  $\text{Ho}(\text{Co}_{0.85}\text{Fe}_{0.15})_2$ . Измерения проводились

на порошках данного соединения с различными временами выдержки образца при нормальных условиях: а) первичные измерения на свежеприготовленном образце с выдержкой не более 14 суток; б) повторные — через 365 дней. Повторные измерения показали, что в исследуемых образцах появилось аномальное проявление магнетокалорического эффекта (далее, аномальный МКЭ) в области температур (130—250) К, при том, что «нормальный» МКЭ в области температуры Кюри образца (320 К) остался неизменным.

## **2. Методика эксперимента**

Сплав  $\text{Ni}(\text{Co}_{0.85}\text{Fe}_{0.15})_2$  был выплавлен в индукционной печи, в кварцевом тигле, в атмосфере аргона. Состав сплава подбирался, с учетом близости его температур Кюри к комнатной температуре. Гомогенизирующий отжиг сплава проводился при температуре 900 К, в течение шести часов. Терромагнитный фазовый анализ полученного интерметаллида осуществлялся на магнитометре с вибрирующим образцом в интервале температур (77—350) К в магнитном поле напряженностью 5 кЭ. Порошок образца для исследований был получен размолом сплава до ситовой фракции (200—500) мкм. Изготовление образца в виде порошка обусловлено тем, что мелкие частицы интерметаллического сплава родственного соединения поглощают водород быстрее и в больших количествах [4].

Температурные исследования магнетокалорического эффекта образца проводились прямым методом. Прямое измерение скачка температуры с помощью термопары возможно только на образце значительной массы и в больших по величине магнитных полях. На порошкообразном образце такие измерения выполнить практически невозможно из-за плохой теплопередачи микроскопического количества теплоты от частиц порошка на спай термопары. Измерения  $\Delta T$ -эффекта проводились с помощью батареи термопар медь-константан, сигнал с которой подавался на милливольтметр и далее на компьютер. Батарея термопар позволила измерять малые по величине изменения температуры порошка довольно большими значениями термоЭДС. Более того, батарея, являясь дифференциальной термопарой, реагирует только на изменение температуры образца, а не на ее текущее значение.



**Рис. 1. Вид сверху батареи термопар (а) и конструкция измерительной ячейки (б). 1 — термопары батареи, 2 — теплоизоляционное кольцо, 3 — образец, 4 — медное основание**

Структурная схема измерительной ячейки показана на рис. 1. Измерительная ячейка состоит из батареи термопар, находящейся в хорошем тепловом контакте с массивной круговой площадкой, изготовленной из меди. Батарея составлена из шестнадцати термопар медь-константан, изготовленных из тонких (0.1 мм) проводников и соединенных последовательно по окружности диаметром 50 мм (см. рис. 1а). Термопары изолированы от медной площадки тонкой диэлектрической пленкой из фторопласта (на рис. 1 пленка не показана). Термобатарея сверху также закрыта фторопластовой плёнкой, предохраняющей термопары от короткого замыкания металлическим порошком образцов. Порошок засыпается в центр диэлектрического кольца на внутренние «горячие» спаи батареи термопар. Температура внешних («холодных») спаев термопар батареи практически равна температуре медного основания. Внутренний диаметр кольца 15 мм, толщина — 4 мм. Текущая температура образца измеряется дополнительной дифференциальной термопарой медь-

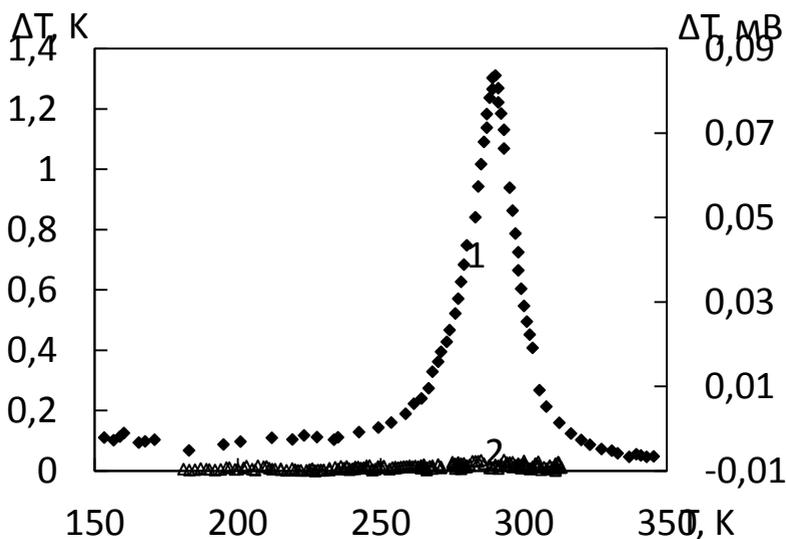
константан, один из спаев которой помещается в воду со льдом. Для достижения образцом температуры ниже комнатной медное основание охлаждается, а для нагрева до температур выше комнатной на него надевалась керамическая печка. Магнитное поле величиной 370 кА/м (4.6 кЭ) создавалось магнитной системой с постоянными магнитами. Намагничивание и размагничивание образца осуществляется периодическим перемещением магнитной системы, создающей поле, к образцу и от него.

Если ячейка находится в термодинамическом равновесии с образцом и основанием, то градиент температуры между «горячими» и «холодными» спаями термопар и ее термоЭДС равны нулю. При скачкообразном изменении температуры образца «горячие» спай батареи термопар мгновенно нагреваются, а «холодные» некоторое время остаются при исходной температуре. ТермоЭДС всех термопар батареи складываются и создают значительное напряжение пропорциональное изменению температуры образца, позволяя обходиться без усилителей. При этом температура измерительной ячейки и образца или ее медленное изменение, не создающее существенного градиента между «горячими» и «холодными» спаями термопар, практически не влияют на показания термобатареи.

На рис. 2 показан фрагмент записи изменения термоЭДС батареи за один цикл намагничивания-размагничивания порошка гадолиния. Участок 1—2 фрагмента записи термоЭДС батареи соответствует быстрому вводу магнитного поля в пространство измерительной ячейки. На выходе термобатареи возникает напряжение, являющееся суммой индукционного выброса  $\mathbf{a}'$  и термоЭДС от нагревающегося образца. На этом участке разделить эти вклады невозможно. Однако когда в положении 2 магнитная система останавливается над образцом, напряжение термобатареи пропорционально только магнетокалорическому скачку температуры образца  $+\Delta T$ , так как температура «холодных» спаев термопар батареи в этот момент времени еще практически не изменилась.



уменьшается до точки 4. При остановке магнитной системы разность напряжений батареи между точками 3 и 4 пропорциональна скачкообразному понижению температуры образца  $-\Delta T$ . Участок 4—5 — восстановление температуры образца (нагрев). Точка 5 соответствует точке 1 для следующего цикла. Важно подчеркнуть, что величина и длительность индукционных выбросов неизменны для разных температур ячейки и различных образцов, что существенно при определении разностей 1—2 и 3—4 термоЭДС.



*Рис. 3. Зависимость МКЭ гадолия (1) и алюминия (2) от температуры*

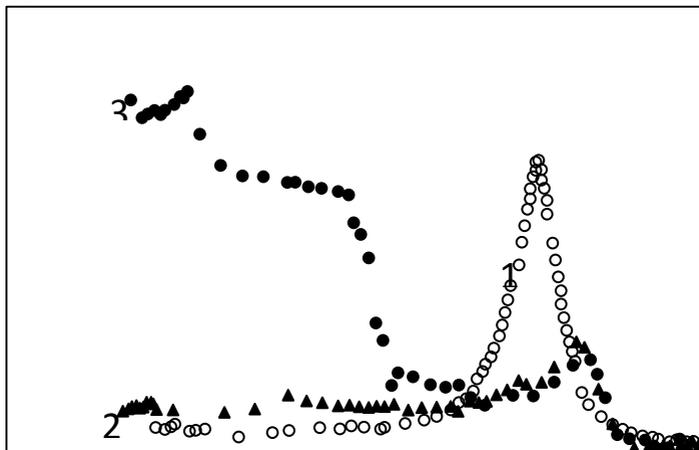
Для калибровки термоЭДС по температуре использовался порошок Gd ситовой фракции (200—500) мкм. Магнетокалорический  $\Delta T$ -эффект гадолия при температуре Кюри практически пропорционален величине магнитного поля и равен  $0.28 \text{ K/kЭ}$  [2]. Для нашего поля максимальное изменение температуры гадолия составляет примерно  $1.3 \text{ K}$  и одному микровольту термоЭДС батареи соответствует  $0.015 \text{ K}$  (рис. 3). Для проверки чувствительности установки были произведены измерения скачков термоЭДС металлического порошка из алюминия при намагничивании-размагничивании полем той же величины, что и с гадолинием. Видно,

что в материале, не обладающем магнетокалорическим эффектом, изменение температуры не превышает 0.05 К (рис. 3), что соответствует пределу чувствительности данной установки.

### 3. Результаты и их обсуждение

Результаты первичных измерений магнетокалорического  $\Delta T$ -эффекта свежеприготовленного порошка в диапазоне температур (130—350) К представлены на рис. 4 (кривая 2). Как и ожидалось, максимальный МКЭ был получен вблизи температуры Кюри — там, где максимальна производная намагниченности по температуре. В поле напряженностью 4.6 кЭ величина  $\Delta T$ -эффекта при  $T_c$  составила  $(0.49 \pm 0.05)$  К. После выдержки порошка на воздухе при нормальном атмосферном давлении и комнатной температуре в течение года было проведено повторное измерение МКЭ. Обнаружено, что в области температур (130—250) К появился большой  $\Delta T$ -эффект (рис. 4, кривая 3). Для сравнения, на этом же рисунке показана температурная зависимость МКЭ гадолиния (рис. 4, кривая 1). Видно, что при температурах (140—170) К  $\Delta T$ -эффект сплава превышает МКЭ гадолиния не менее чем на 20 %.

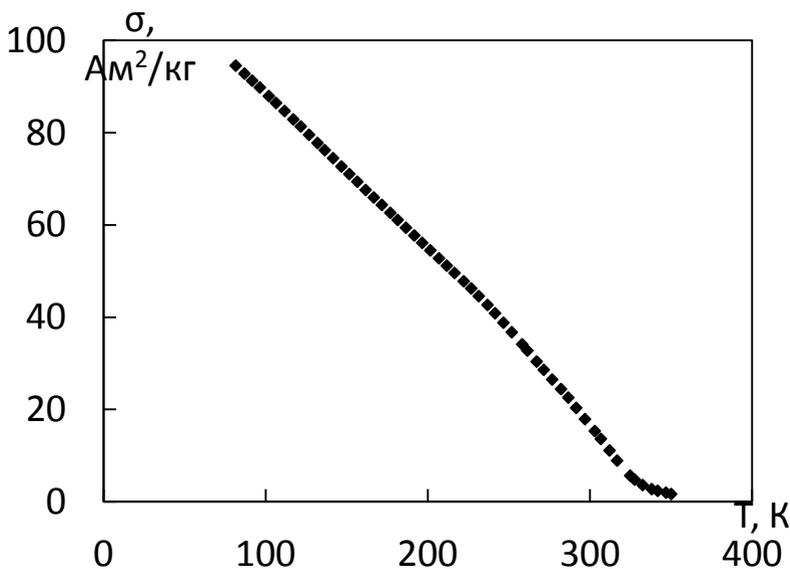
$\Delta T$ , К



$T$ , К

*Рис. 4. Зависимости магнетокалорического эффекта порошков гадолиния (кривая 1) и  $\text{Ho}(\text{Co}_{0.85}\text{Fe}_{0.15})_2$  от температуры (2 — получена из первичных измерений, 3 — из повторных измерений)*

Появление аномального МКЭ при температурах, значительно меньших ТС, можно было бы связать с магнитной многофазностью образцов. Однако термомагнитный фазовый анализ показал, что образцы однофазны. На рис. 5 показана зависимость удельной намагниченности образца порошка от температуры. Видно, что в исследуемом температурном диапазоне побочных магнитных фаз, кроме основной с температурой Кюри 320 К, не существует. Температурные зависимости удельной намагниченности исследованных сплавов выглядят типично для изотропных кубических соединений типа  $R(\text{Co-Fe})_2$  со значительной магнитной анизотропией. На кривых намагничивания исследуемых образцов никаких метамагнитных фазовых переходов не отмечается.



*Рис. 5. Зависимость удельной намагниченности образца от температуры*

Учитывая склонность к поглощению атмосферного водорода данными сплавами [2—4], можно предположить, что аномальный магнетокалорический эффект связан этим обстоятельством. При этом, наблюдаемый эффект может быть обусловлен изменением магнитоупругой энергии образца [1], которое связано с перераспреде-

лением атомов водорода по междоузлиям решетки под действием магнитоупругих деформаций при намагничивании-размагничивании образца.

### **Список литературы:**

1. Андреевко А. С., Белов К. П., Никитин С.А., Тишин А.М. // УФН, — 1989. Т. 158, № 4. — С. 553—579.
2. Белов К.П. Магнитотепловые явления в редкоземельных магнетиках. М.: Наука, 1990.
3. Белов К.П. Редкоземельные магнетики и их применение. М.: Наука, 1980. —240 с.
4. Мушников Н.В., Жаков С.В., Королев А.В., Гавико В.С., Зайков Н.К. // ФММ, — 2001. Т. 91, № 4. — С. 41—47.

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ:  
ВОПРОСЫ БИОЛОГИИ, ХИМИИ, ФИЗИКИ**

Материалы международной заочной научно-практической  
конференции

10 сентября 2012 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 17.09.12. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 6,25. Тираж 550 экз.

Издательство «Сибирская ассоциация консультантов»  
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