

Научно-теоретический и информационно-методический журнал  
Белорусского республиканского фонда  
фундаментальных исследований

Издается с III квартала 1997 г.



№ 4 [58], 2011

Зарегистрирован  
в Министерстве информации  
Республики Беларусь,  
свидетельство о регистрации  
№ 426 от 29.05.2009

**Учредитель:**  
Белорусский  
республиканский  
фонд  
фундаментальных  
исследований

220072, г. Минск,  
пр. Независимости, 66;  
тел. 284-07-42,  
284-25-05

**Издатель:**  
РУП «Издательский дом  
«Беларуская навука»

**ВЕСТНИК  
ФОНДА  
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

*Главный редактор*  
В. А. Орлович

*Заместители главного редактора*  
Е. М. Бабосов  
В. И. Недилько

*Ответственный секретарь*  
Н. Н. Костюкович

*Члены редколлегии:*

В. Ф. Багинский	М. И. Мушинский
Н. Н. Бамбалов	П. Г. Никитенко
А. В. Бильдюкевич	В. Н. Новиков
П. А. Витязь	В. П. Пархоменко
И. В. Гайшун	Б. А. Плотников
М. И. Демчук	В. И. Прокошин
А. К. Карабанов	В. И. Стражев
А. В. Кильчевский	Л. М. Томильчик
А. В. Кухарев	Ю. С. Харин
П. Д. Кухарчик	Л. В. Хотылева
А. И. Лесникович	И. И. Цыркун
А. А. Махнач	В. Н. Шимов
А. Г. Мрочек	

Минск, 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ

Постанова Савета Міністраў Рэспублікі Беларусь «Аб унясенні змяненняў і дапаўненняў у склады навуковага савета і папярчальскага савета Беларускага рэспубліканскага фонду фундаментальных даследаванняў» ад 29.09.2011 № 1305 .....	5
Склад навуковага савета БРФФД .....	6
Склад папярчальскага савета БРФФД .....	10

### ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ АКАДЕМИЙ НАУК

<b>Патон Б. Е.</b> Международная ассоциация академий наук в 2006–2011 гг.: основные итоги деятельности и дальнейшие перспективы .....	12
Соглашение о сотрудничестве между Международной ассоциацией академий наук и Евразийской ассоциацией университетов .....	34
Постановление от 22 октября 2011 г. № 218 «Об основных результатах деятельности МААН с октября 2006 г. по октябрь 2011 г. и дальнейших перспективах» .....	36
Постановление от 22 октября 2011 г. № 219 «О работе Международного совета Международной программы стран СНГ «Современные проблемы радиобиологии: наука и практика» .....	41
Постановление от 22 октября 2011 г. № 220 «О деятельности Международной ассоциации институтов истории стран СНГ в 2006–2011 гг.» .....	43
Постановление от 22 октября 2011 г. № 221 «О поддержке Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ мероприятий МААН» .....	45
Борис Патон: «Академическая форма организации науки полностью себя оправдывает» .....	47

### НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

<b>Синелёв В. А., Бабенко А. С., Свирид А. В., Шкель Т. В.</b> Взаимосвязь физической работоспособности человека с полиморфизмом генов, определяющих показатели гемодинамики .....	57
<b>Багинский Ф. В.</b> Новые гены – маркеры рассеянного склероза у пациентов, проживающих в Гомельской области .....	67
<b>Пликус О. А., Опанасенко О. Н., Крутько Н. П., Жигалова О. Л.</b> Оценка агрегативной устойчивости бутадиен-стирольного латекса в присутствии неорганических электролитов методом электрофореза .....	77
<b>Василевский Л. Л., Жук И. В., Карабанов А. К., Конопелько М. В., Лукашевич Ж. А., Матвеев А. В., Ярошевич О. И.</b> Мониторинг радона в воздухе зданий на потенциально радоноопасных территориях Гродненской области .....	86
<b>Арабей С. М., Крепен К., Шафизаде Н., Чин В., Гало Ж.-П., МакКэффри Д. Г.</b> Спонтанное и стимулированное излучение молекулами тетрабензопорфина в матрице азота .....	93

### ПОДДЕРЖКА НАУКИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

<b>Войтов И. В., Шумейко Н. М.</b> XI Международная Гомельская школа-семинар «Актуальные проблемы физики микромира» .....	104
VI Форум творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ .....	107
Резолюция VI Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ .....	108

### ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

<b>Костюкович Н. Н.</b> Первооткрыватель факторов роста и Нобелевский лауреат Стэнли Коэн .....	112
Перечень материалов, опубликованных в журнале «Вестник Фонда фундаментальных исследований» в 2011 г. ....	145

**The scientific-theoretical and information-methodical journal  
of the Belarusian Republican Foundation  
for Fundamental Research**

Issued since the 3<sup>rd</sup> quarter of 1997



**N 4 [58], 2011**

Registered in  
The Ministry of Information  
of the Republic of Belarus,  
Certificate  
№ 426 of May 29, 2009

**The founder:**  
The Belarusian  
Republican  
Foundation  
for Fundamental  
Research

220072, Minsk,  
Independence Av., 66;  
ph. 284-07-42,  
284-25-05

**The publisher:**  
RUE «Publishing House  
«Belaruskaya navuka»

**VESTNIK  
OF THE FOUNDATION  
FOR FUNDAMENTAL  
RESEARCH**

**EDITORIAL BOARD:**

*Editor-in-Chief*  
V. A. Orlovich

*Deputy Editors-in-Chief*  
E. M. Babosov  
V. I. Nedil'ko

*Executive Secretary*  
N. N. Kostyukovich

*Editorial board members:*

V. F. Baginsky	A. G. Mrochek
N. N. Bambalov	M. I. Mushinsky
A. V. Bilydukevich	P. G. Nikitenko
I. V. Gaishun	V. N. Novikov
M. I. Demchuk	V. P. Parkhomenko
A. K. Karabanov	B. A. Plotnikov
Yu. S. Kharin	V. I. Prokoshin
L. V. Khotylyova	V. N. Shimov
A. V. Kilchevsky	V. I. Strazhev
P. D. Kukharchik	L. M. Tomilchik
A. V. Kukharev	I. I. Tsyркun
A. I. Lesnikovich	P. A. Vityaz
A. A. Makhnach	

**Minsk, 2011**

## CONTENTS

### OFFICIAL SECTION

Decision of the Council of Ministers of the Republic of Belarus «On introduction of changes and additions to the compositions of the Scientific Board and Board of Trustees of the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research» № 1305 of 29.09.2011 .....	5
Composition of the Scientific Board of the BRFFR .....	6
Composition of the Board of Trustees of the BRFFR .....	10

### THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ACADEMIES OF SCIENCES ACTIVITIES

<b>Paton B. Ye.</b> The International Association of Academies of Sciences in 2006–2011: Main results of activities and future prospects .....	12
Agreement on cooperation between the International Association of Academies of Sciences and the Eurasian Universities Association .....	34
The Decision No. 218 of October 22, 2011 «The main results of the IAAS activities from October 2006 to October 2011 and further prospects» .....	36
The Decision No. 219 of October 22, 2011 «On activities of the International Council of the International CIS Program «Modern Problems of Radiobiology: Science and Practice» .....	41
The Decision No. 220 of October 22, 2011 «On activities of the International Association of Institutes of History of the CIS countries in 2006–2011» .....	43
The Decision No. 221 of October 22, 2011 «On support of the IAAS activities by the Inter-governmental Foundation for Educational, Scientific and Cultural Cooperation» .....	45
Boris Paton: «Academy type of the organization of science is fully justified» .....	47

### SCIENTIFIC PUBLICATIONS

<b>Sinelyov V. A., Babenko A. S., Svirid A. V., Shkel' T. V.</b> Association of human physical performance with hemodynamic genes polymorphism .....	57
<b>Bahinski F. V.</b> New marker genes in patients with multiple sclerosis living in the Gomel region ...	67
<b>Plikus O. A., Opanasenko O. N., Krut'ko N. P., Zhigalova O. L.</b> Evaluation of colloidal stability of butadiene-styrene latex in the presence of inorganic electrolytes by electrophoresis .....	77
<b>Vasilevskij L. L., Zhuk I. V., Karabanov A. K., Konopelko M. V., Lukashevich Z. A., Matveev A. V., Yaroshevich O. I.</b> Indoor radon monitoring on potentially radon-prone territories of the Grodno region .....	86
<b>Arabei S. M., Crépin C., Shafizadeh N., Chin W., Galaup J.-P., McCaffrey J. G.</b> Spontaneous and stimulated emission of radiation by the tetrabenzoporphin molecules in a nitrogen matrix ..	93

### SUPPORT OF SCIENCE: THE INTERNATIONAL EXPERIENCE

<b>Voitov I. V., Shumeiko N. M.</b> The 11th International Gomel School-Seminar «The Actual Problems of Microworld Physics» .....	104
The VI Forum of Creative and Scientific Intelligentsia of the states-participants of the CIS .....	107
Resolution of the VI Forum of Creative and Scientific Intelligentsia of the states-participants of the CIS .....	108

### FROM THE HISTORY OF SCIENCE

<b>Kostyukovich N. N.</b> The Pioneer Discoverer of Growth Factors and Nobel Laureate Stanley Cohen ....	112
A list of materials published in the journal «Vestnik of the Foundation for Fundamental Research» in 2011 .....	145

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ**

**САВЕТ МІНІСТРАЎ  
РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ**

**ПАСТАНОВА**

29 верасня 2011 г.

**г. Мінск**

Аб унясенні змяненняў і дапаўненняў  
у склады навуковага савета  
і папячыцельскага савета  
Беларускага рэспубліканскага фонду  
фундаментальных даследаванняў

**СОВЕТ МИНИСТРОВ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

№ 1305

**г. Минск**

Савет Міністраў Рэспублікі Беларусь ПАСТАНАЎЛЯЕ:

1. Унесці ў склад навуковага савета Беларускага рэспубліканскага фонду фундаментальных даследаванняў і склад папячыцельскага савета Беларускага рэспубліканскага фонду фундаментальных даследаванняў, зацверджаныя пастановай Савета Міністраў Рэспублікі Беларусь ад 14 красавіка 2008 г. № 549 «Аб складзе навуковага савета і папячыцельскага савета Беларускага рэспубліканскага фонду фундаментальных даследаванняў» (Нацiональнiй рэестр правовых актoв Рэспублiкi Беларусь, 2008 г., № 94, 5/27509), змяненнi і дапаўненнi, выклаўшы iх у новай рэдакцыi (прыкладаюцца).

2. Дадзеная пастанова ўступае ў сілу з дня яе афіцыйнага апублікавання.

Прэм'ер-міністр  
Рэспублікі Беларусь  
М. Мясніковіч

ЗАЦВЕРДЖАНА  
Пастанова Савета Міністраў  
Рэспублікі Беларусь 14.04.2008 № 549  
(у рэдакцыі пастановы Савета  
Міністраў Рэспублікі Беларусь  
29.09.2011 № 1305)

**Склад навуковага савета  
Беларускага рэспубліканскага  
фонду фундаментальных даследаванняў**

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Арловіч<br>Валянцін Антонавіч        | – старшыня навуковага савета Беларускага рэспубліканскага фонду фундаментальных даследаванняў   |
| Плескачэўскі<br>Юрый Міхайлавіч      | – старшыня Прэзідыума Гомельскага філіяла Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі (намеснік старшыні навуковага савета)                    |
| Чыжык<br>Сяргей Антонавіч            | – галоўны вучоны сакратар Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі (намеснік старшыні навуковага савета)                                    |
| Азаранка<br>Уладзімір Вітальевіч     | – намеснік акадэміка-сакратара Аддзялення аграрных навук Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі   |
| Белавус<br>Анатоль Іванавіч          | – намеснік дырэктара філіяла навукова-тэхнічнага цэнтра «Белмікрасістэмы» адкрытага акцыянернага таварыства «Інтэграл»                  |
| Більдзюкевіч<br>Аляксандр Віктаравіч | – дырэктар дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут фізіка-арганічнай хіміі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»                        |
| Булгак<br>Аляксандр Рыгоравіч        | – намеснік дырэктара дзяржаўнай установы «Рэспубліканскі навукова-практычны цэнтр «Кардыялогія»   |
| Бушук<br>Барыс Анатольевіч           | – галоўны навуковы супрацоўнік дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут фізікі імя Б. І. Сцяпанавы Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі» |
| Вінакурава<br>Святлана Пятроўна      | – першы прарэктар установы адукацыі «Беларуская дзяржаўная акадэмія мастацтваў»   |
| Гапановіч<br>Уладзімір Мікалаевіч    | – першы намеснік старшыні Беларускага дзяржаўнага канцэрна па вытворчасці і рэалізацыі фармацэўтычнай і мікрабіялагічнай прадукцыі      |

Гапоненка Сяргей Васільевіч	– загадчык лабараторыі дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут фізікі імя Б. І. Сцяпанавы Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Гардзіенка Анатоль Іларыёнавіч	– дырэктар дзяржаўнай навуковай установы «Фізіка-тэхнічны інстытут Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Герман Міхаіл Леанідавіч	– дырэктар навукова-даследчага і праектнага рэспубліканскага ўнітарнага прадпрыемства «БелЦЭІ»
Гніламёдаў Уладзімір Васільевіч	– галоўны навуковы супрацоўнік дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут мовы і літаратуры імя Якуба Коласа і Янкі Купалы Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Грыб Станіслаў Іванавіч	– галоўны навуковы супрацоўнік рэспубліканскага ўнітарнага прадпрыемства «Навукова-практычны цэнтр Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі па земляробству»
Грыбік Яраслаў Гаўрылавіч	– намеснік генеральнага дырэктара, галоўны геолаг па нафце і газу геалагаразведчага рэспубліканскага ўнітарнага прадпрыемства «Белгеалогія»
Гусеў Анатолій Аляксеевіч	– дырэктар рэспубліканскага навукова-даследчага даччынага ўнітарнага прадпрыемства «Інстытут эксперыментальнай ветэрынарыі імя С. М. Вышалескага Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Жук Валерыі Іванавіч	– намеснік дырэктара дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут мастацтвазнаўства, этнаграфіі і фальклору імя К. Крапівы Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Залуцкі Юсіф Віктаравіч	– дырэктар дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут фізіялогіі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Зелянкевіч Ігар Барысавіч	– намеснік загадчыка аналітычнага аддзела інфармацыйна-аналітычнага дэпартаменту Выканаўчага камітэта Садружнасці Незалежных Дзяржаў
Івашкевіч Алег Анатольевіч	– прарэктар Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта

- Каваленя  
Аляксандр Аляксандравіч – акадэмік-сакратар Аддзялення гуманітарных  
наук і мастацтваў Нацыянальнай акадэміі навук  
Беларусі
- Кавалёў  
Міхаіл Якаўлевіч – намеснік генеральнага дырэктара дзяржаўнай  
навуковай установы «Аб'яднаны інстытут  
праблем інфарматыкі Нацыянальнай акадэміі  
навук Беларусі»
- Казакова  
Ірына Валер'еўна – прафесар Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта
- Каламіец  
Эмілія Іванаўна – дырэктар дзяржаўнай навуковай установы  
«Інстытут мікрабіялогіі Нацыянальнай акадэміі  
навук Беларусі»
- Камышнікаў  
Уладзімір Сямёнавіч – загадчык кафедры дзяржаўнай вышэйшай  
навучальнай установы «Беларуская медыцынская  
акадэмія паслядыпломнай адукацыі»
- Карабанаў  
Аляксандр Кірылавіч – дырэктар дзяржаўнай навуковай установы  
«Інстытут прыродакарыстання Нацыянальнай  
акадэміі навук Беларусі»
- Каробкін  
Уладзімір Андрэевіч – галоўны канструктар спецыяльнай вытворчасці  
вытворчага аб'яднання «Мінскі трактарны завод»,  
рэспубліканскага ўнітарнага прадпрыемства  
«Мінскі трактарны завод» – начальнік упраўлення  
канструктарска-эксперыментальных работ-2
- Кільчэўскі  
Аляксандр Уладзіміравіч – дырэктар дзяржаўнай навуковай установы  
«Інстытут генетыкі і цыталогіі Нацыянальнай  
акадэміі навук Беларусі»
- Краўцоў  
Міхаіл Канстанцінавіч – загадчык аддзела Навукова-даследчага  
эканамічнага інстытута Міністэрства эканомікі
- Кузняцоў  
Аляксандр Пятровіч – прарэктар установы адукацыі «Беларускі  
дзяржаўны ўніверсітэт інфарматыкі  
і радыёэлектронікі»
- Кукрэш  
Леанід Васільевіч – саветнік Міністра сельскай гаспадаркі  
і харчавання
- Кулак  
Анатолій Іосіфавіч – намеснік дырэктара дзяржаўнай навуковай  
установы «Інстытут агульнай і неарганічнай хіміі  
Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Лапа Віталій Вітальевіч	– дырэктар дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут глебазнаўства і аграхіміі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Маруковіч Яўгеній Ігнацьевіч	– дырэктар дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут тэхналогіі металаў Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Мігун Мікалай Пятровіч	– дырэктар дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут прыкладной фізікі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Міхальчук Мікалай Васільевіч	– дырэктар дзяржаўнай навуковай установы «Палескі аграрна-экалагічны інстытут Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Нечухрын Аляксандр Мікалаевіч	– загадчык кафедры ўстановы адукацыі «Гродзенскі дзяржаўны ўніверсітэт імя Я. Купалы»
Падалко Леанід Пракоф'евіч	– галоўны навуковы супрацоўнік дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут эканомікі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Піліпенка Уладзімір Мітрафанавіч	– дырэктар рэспубліканскага ўнітарнага прадпрыемства «Інстытут жылля – НППТІС імя С. С. Атаева»
Пракошын Валерый Іванавіч	– намеснік дырэктара выканаўчай дырэкцыі Беларускага рэспубліканскага фонду фундаментальных даследаванняў
Раманюк Фёдар Аляксеевіч	– прарэктар Беларускага нацыянальнага тэхнічнага ўніверсітэта
Рубанік Васіль Васільевіч	– дырэктар дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут тэхнічнай акустыкі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Усанаў Сяргей Аляксандравіч	– генеральны дырэктар дзяржаўнага навукова- вытворчага аб'яднання «Хімічны сінтэз і біятэхналогіі» – дырэктар дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут біяарганічнай хіміі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
Трацьяк Станіслаў Іванавіч	– загадчык кафедры ўстановы адукацыі «Беларускі дзяржаўны медыцынскі ўніверсітэт»
Усеня Уладзімір Уладзіміравіч	– намеснік дырэктара дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут лесу Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

- Федасюк  
Валерый Міхайлавіч – акадэмік-сакратар Аддзялення фізіка-тэхнічных навук Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, генеральны дырэктар дзяржаўнага навукова-вытворчага аб'яднання «Навукова-практычны цэнтр Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі па матэрыялазнаўству»
- Шумейка  
Мікалай Максімавіч – дырэктар навукова-даследчай установы «Нацыянальны навукова-навукавы цэнтр фізікі часціц і высокіх энергій» Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта
- Янчэўскі  
Вячаслаў Іванавіч – загадчык аддзела дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут матэматыкі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»
- Ясінскі  
Юрый Маркавіч – прафесар Акадэміі кіравання пры Прэзідэнце Рэспублікі Беларусь

ЗАЦВЕРДЖАНА  
Пастанова Савета Міністраў  
Рэспублікі Беларусь 14.04.2008 № 549  
(у рэдакцыі пастановы Савета  
Міністраў Рэспублікі Беларусь  
29.09.2011 № 1305)

**Склад папячыцельскага савета  
Беларускага рэспубліканскага  
фонду фундаментальных даследаванняў**

- Казак  
Мікалай Станіслававіч – намеснік старшыні Камісіі па адукацыі, культуры, навуцы і навукова-тэхнічнаму прагрэсу Палаты прадстаўнікоў Нацыянальнага сходу Рэспублікі Беларусь (старшыня папячыцельскага савета)
- Васіленка  
Вячаслаў Аляксандравіч – намеснік Міністра фінансаў (намеснік старшыні папячыцельскага савета)
- Абламейка  
Сяргей Уладзіміравіч – рэктар Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта
- Апанасенка  
Уладзімір Пятровіч – намеснік начальніка ўпраўлення аналізу бюджэту, грашова-крэдытнай і банкаўскай сістэмы галоўнага эканамічнага ўпраўлення Адміністрацыі Прэзідэнта Рэспублікі Беларусь

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Багаеў<br>Сяргей Мікалаевіч     | – дырэктар Інстытута лазернай фізікі Сібірскага аддзялення Расійскай акадэміі навук, член Прэзідыума Расійскай акадэміі навук |
| Войтаў<br>Ігар Вітальевіч       | – Старшыня Дзяржаўнага камітэта па навуцы і тэхналогіях   |
| Дземідовіч<br>Іван Іванавіч     | – першы намеснік Міністра прамысловасці   |
| Куліс Іозас                     | – загадчык кафедры Вільнюскага тэхнічнага ўніверсітэта  |
| Кухарчык<br>Пётр Дзмітрыевіч    | – рэктар установы адукацыі «Беларускі дзяржаўны педагагічны ўніверсітэт імя Максіма Танка»                                    |
| Лесніковіч<br>Анатолій Іванавіч | – загадчык кафедры Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта   |
| Румак<br>Аляксандр Аляксеевіч   | – намеснік Міністра працы і сацыяльнай абароны  |
| Сцяпанавя<br>Надзея Іванаўна    | – начальнік планава-фінансавага ўпраўлення апарату Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі                                       |
| Хадоркін<br>Фёдар Мікалаевіч    | – начальнік упраўлення навукі і інавацыйнага развіцця Апарату Савета Міністраў Рэспублікі Беларусь                            |
| Хрусталёў<br>Барыс Міхайлавіч   | – рэктар Беларускага нацыянальнага тэхнічнага ўніверсітэта  |

## **ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ АКАДЕМИЙ НАУК**

*Б. Е. ПАТОН*

### **МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ АКАДЕМИЙ НАУК В 2006–2011 гг.: ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ**

*Доклад президента Международной ассоциации академий наук,  
президента Национальной академии наук Украины академика НАН Украины  
к заседанию Совета МААН*

*(г. Киев, 22 октября 2011 г.)*

Уважаемые коллеги!

12 октября этого года закончился пятилетний срок, на который в г. Алматы на заседании Совета Международной ассоциации академий наук (МААН) было избрано руководство нашей Ассоциации. В связи с этим сегодня мы должны рассмотреть отчетный доклад о деятельности МААН в 2006–2011 годах.

Ассоциация уделяла самое пристальное внимание укреплению и развитию международного научного сотрудничества, в частности ученых стран СНГ.

Центральное место в деятельности МААН в этот период занимали вопросы, связанные с выполнением Решения Совета глав государств СНГ «Об Обращении Совета Международной ассоциации академий наук», принятого на саммите СНГ в г. Душанбе 5 октября 2007 г. Это решение предусматривало организацию проведения в 2008 г. совещания руководителей государственных организаций по науке и технике с участием представителей МААН в целях выработки предложений по активизации сотрудничества государств – участников СНГ в области фундаментальной и прикладной науки. Ассоциация провела значительную работу по их подготовке. Так, на заседании Совета МААН, которое состоялось в Киеве 25 октября 2007 г., был заслушан научный доклад и. о. вице-президента Российской академии наук, директора Российского научного центра «Курчатовский институт» члена-корреспондента РАН Михаила Валентиновича Ковальчука на тему «Нанотехнологии – фундамент новой наукоемкой экономики. Новые возможности СНГ в XXI веке». В результате обсуждения доклада был сделан вывод

о том, что область нанотехнологий является одним из актуальных и перспективных направлений для сотрудничества. Ассоциация участвовала в подготовке и проведении рабочего заседания (г. Минск, 10–11 июля 2008 г.) представителей государств – участников СНГ по подготовке совещания руководителей государственных организаций по науке и технике с участием МААН и самого упомянутого совещания (г. Бишкек, 1–3 октября 2008 г.), на которых были выработаны предложения по активизации сотрудничества стран Содружества в области фундаментальной и прикладной науки. В частности, были поддержаны предложения МААН об активизации сотрудничества в области нанотехнологий и о создании международных научно-исследовательских центров на базе уникальных научных комплексов, расположенных на территории государств – участников СНГ.

В плане реализации подготовленных на совещании в Бишкеке предложений Ассоциация приняла активное участие в учреждении Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ (МИЦНТ). Его создание опиралось на инициативу Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ), Российского научного центра «Курчатовский институт» и Международной ассоциации академий наук, которая была зафиксирована в Соглашении о сотрудничестве в создании Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ, подписанного руководителями упомянутых организаций 13 февраля 2009 г. Представители 10 организаций из 6 стран СНГ подписали на форуме, состоявшемся 17–18 декабря 2009 г. в Дубне, учредительные документы МИЦНТ. Среди этих организаций: ОИЯИ, Национальная академия наук Украины, Национальная академия наук Республики Армения, Национальная академия наук Кыргызской Республики.

МИЦНТ был зарегистрирован в форме некоммерческого партнерства Министерством юстиции Российской Федерации 5 апреля 2010 г. МААН является одним из партнеров МИЦНТ, в число которых также входят: РНЦ «Курчатовский институт», Межгосударственный фонд гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ, Министерство образования и науки Российской Федерации, Российская корпорация нанотехнологий (РОСНАНО) и ряд других организаций.

Одним из важных направлений деятельности МИЦНТ в этой сфере является осуществление им при поддержке Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ и ОИЯИ регулярных стажировок молодых ученых стран СНГ, в том числе из вузов, в Дубне. Благодаря упомянутым стажировкам уже около 100 молодых ученых и специалистов побывали в ОИЯИ. Основной целью этих стажировок является активное вовлечение научной молодежи в работу МИЦНТ. При этом стажеры получают полное представление о деятельности и планах МИЦНТ, об ОИЯИ, всех его лабораториях и направлениях научных исследований, а также знания о коммерциализации научных разработок, инновационном менеджменте. Занятия по инновационному

менеджменту проводятся совместно со студентами Международного университета природы общества и человека «Дубна» и на базе университета.

Участники стажировки налаживают сотрудничество как между собой, так и с представителями российских научных организаций, получают доступ к уникальному оборудованию для проведения научных исследований в рамках коллабораций. В ходе стажировок молодые ученые из разных стран совместно готовят и защищают научные и инновационные проекты, которые могут претендовать на получение грантов от МИЦНТ и ОИЯИ.

МИЦНТ принимает активное участие в различных мероприятиях, имеющих образовательный характер. Например, центр был соорганизатором Международной молодежной инновационной сессии СНГ, состоявшейся 8–10 декабря 2010 г. в Москве и ставшей заключительным мероприятием Года науки и инноваций в СНГ, которым объявлен 2010 год в Содружестве.

НАН Украины совместно с РАН по линии МААН ведется активная работа по созданию Международного центра астрономических и медико-биологических исследований на базе принадлежащих Украине научных объектов, расположенных в Приэльбрусье. Проект межправительственного российско-украинского Соглашения о создании упомянутого центра передан в этом году по дипломатическим каналам в Российскую Федерацию.

Плодотворно работали научные советы МААН, проводя ежегодно свои научные сессии. Сеть советов получила дальнейшее развитие. В отчетный период были созданы: Совет по книгоизданию (председатель – чл.-корр. РАН В. И. Васильев), Научный совет по науковедению (сопредседатели – В. В. Иванов, Б. А. Малицкий, Е. В. Семенов), Секция по проблемам функциональных материалов электронной техники (соруководители секции – акад. РАН Ю. В. Гуляев, акад. РАН Ф. А. Кузнецов, акад. НАН Украины В. Ф. Мачулин, акад. НАН Украины В. П. Семиноженко).

В качестве примеров работы советов можно привести следующее.

Традиционно на базе Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины Научный совет по новым материалам (председатель – акад. НАН Украины Б. Е. Патон) в мае 2011 г. провел уже 15 сессию, которая была посвящена рассмотрению темы «Новые процессы получения и обработки конструкционных и функциональных материалов». В работе сессии приняли участие около 150 ученых и специалистов из Беларуси, России и Украины. Во время сессии состоялась работа двух секций – «Полимерные материалы» и новой секции «Материалы для медицины».

В октябре 2011 г. в Киеве состоялось 4-е годовое собрание Секции по проблемам функциональных материалов электронной техники Научного совета по новым материалам. В нем приняли участие ученые Азербайджана, Беларуси, России и Украины. Сессии собрания работали в Институте физики полупроводников им. В. Е. Лашкарева НАН Украины, Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко и Национальном техническом университете Украины

«Киевский политехнический институт». Предыдущие собрания Секции были проведены в Москве (2008 г., Президиум РАН; 2010 г., Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН) и Харькове (2009 г., Институт монокристаллов НАН Украины).

С 20 по 23 мая 2011 г. в г. Мышкине Ярославской области состоялось очередное выездное заседание Объединенного научного совета по фундаментальным географическим проблемам (председатель – акад. РАН В. М. Котляков) на тему «Ответ географов стран СНГ на природные и социальные вызовы XXI века». В работе сессии приняли участие около 50 человек, представляющих ведущие географические учреждения Азербайджана, Беларуси, России, Таджикистана, Туркменистана и Украины.

Важным направлением деятельности Совета директоров научных библиотек и информационных центров национальных академий наук (председатель – акад. НАН Украины А. С. Онищенко) была реализация совместных научных проектов, направленных на сохранение и популяризацию историко-культурного наследия. Так, Библиотека РАН и Национальная библиотека Украины им. В. И. Вернадского (НБУВ) при поддержке Российского гуманитарного научного фонда в течение 2005–2010 гг. работали над реализацией задач совместного проекта по историко-книговедческому исследованию и сохранению кириллических изданий типографии Почаевского монастыря XVII–XX вв. Библиотека РАН издала «Почаевский сборник» (СПб., 2007), НБУВ – сборник научных трудов российских и украинских ученых под названием «Почаевская типография и ее старопечатные издания» (К., 2011).

Результатом совместной работы НБУВ и Национальной библиотеки Беларуси стало издание «Книжное собрание Хрептовичей», подготовленное в 2009 г. в виде DVD-диска.

Важным фактором взаимодействия библиотек и информационных центров на протяжении многих лет был и остается книгообмен. За 2006–2010 гг. НБУВ отправила партнерам по книгообмену 18604 экз. и получила от них 9970 экз. изданий. За 9 месяцев 2011 г. партнерам по книгообмену было отправлено 1642 экз. изданий НАН Украины, получено 1448 экз., в т. ч. книг – 95 экз., периодических изданий – 1353 экз.

Совет по книгоизданию при МААН помимо пяти ежегодных сессий Совета организовал и обеспечил проведение 10 международных научных конференций и форумов, среди которых: «Научная книга на постсоветском пространстве» (Москва, сентябрь 2007 г.); «Книга – источник культуры: проблемы и методы исследования» (Минск, ноябрь 2008 г.); «Историко-культурное взаимодействие на пространстве СНГ в контексте развития книгоиздания, книгообмена и науки о книге» (Киев, октябрь 2011 г.). Заслуживает всяческого одобрения деятельность Совета в части формирования экспозиций и участия в выставках научной литературы в рамках международных научных конференций, форумов и на международных выставках-ярмарках на едином стенде под фризом Совета по книгоизданию

при МААН, которые состоялись в Алматы, Ашхабаде, Баку, Киеве, Минске, Москве и Риге. Важным начинанием Совета стала организация международных конкурсов на лучший научно-исследовательский проект (с 2010 г. проведено два конкурса). В 2011 г. проведен первый международный конкурс на соискание премии им. Д. С. Лихачева, учрежденной решением Совета МААН, за лучшие научные работы, внесшие крупный вклад в национальную культуру, науку о книге, изучение истории, теории и современных проблем книжной культуры. Организовано издание Международного научно-практического журнала «Научная книга» как органа Совета.

Следует отметить, что проведению мероприятий Совета по книгоизданию в октябре 2011 г. в Киеве существенную финансовую поддержку оказал Межгосударственный фонд гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ.

В конце апреля 2011 г. в Минске на базе Института математики НАН Беларуси состоялось заседание Международного координационного комитета по вычислительной математике при МААН (сопредседатели – акад. НАН Украины В. Л. Макаров и чл.-корр. РАН Б. Н. Четверушкин), посвященное научному сотрудничеству в области вычислительной математики, математического моделирования и подготовки научных кадров в этих направлениях.

Союз физиологических обществ стран СНГ, осуществляющий свою деятельность при МААН, провел два очередных съезда физиологов стран СНГ. В Кишиневе (Республика Молдова) 29–31 октября 2008 г. состоялся II Съезд физиологов стран СНГ, посвященный памяти замечательного ученого академика Олега Георгиевича Газенко, который стоял у истоков создания Союза физиологических обществ стран СНГ и был первым его президентом. В Ялте (Украина) с 1 по 6 октября 2011 г. прошел III Съезд физиологов СНГ, посвященный памяти выдающегося ученого академика Платона Григорьевича Костюка – одного из основателей упомянутого Союза и его президента. В программу III Съезда впервые были включены мемориальные лекции, посвященные памяти классиков отечественной физиологии – И. П. Павлова, И. И. Мечникова, О. Г. Газенко, П. Г. Костюка.

Под эгидой МААН осуществляла свою деятельность созданная в 2005 г. Международная ассоциация институтов истории стран СНГ (президент – академик РАН А. О. Чубарьян). В центре ее внимания находятся, в частности, проблемы, связанные с изучением и освещением в учебной литературе по истории в странах Содружества периодов общей для стран СНГ истории в рамках одного государства. Ассоциацией ежегодно проводятся совещания руководителей институтов истории стран Содружества, летние школы молодых ученых-историков, издается журнал «Историческое пространство (проблемы истории стран СНГ)». Большой вклад в организацию этого сотрудничества вносит Российская академия наук, ее Институт всеобщей истории и лично академик РАН А. О. Чубарьян. Одним из приоритетных направлений деятельности Международной ассоциации институтов истории стран СНГ является развитие сотрудничества молодых

историков, для чего проводятся ежегодные летние школы. Так, 12–19 июня 2011 г. в Кыргызской Республике на базе Национальной академии наук Кыргызской Республики прошла VI-я Международная летняя школа молодых ученых-историков стран СНГ на тему: «20 лет СНГ: историко-культурное наследие». Организация и проведение школы стали возможны благодаря организационной, информационной и финансовой поддержке Национальной академии наук Кыргызской Республики, Института истории и сохранения культурного наследия Национальной академии наук Кыргызской Республики, Института всеобщей истории РАН, Международной ассоциации институтов истории стран СНГ и Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ.

В работе школы приняли участие около 70 молодых ученых и опытных преподавателей из Азербайджана, Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Молдовы, России, Таджикистана и Украины. Школа была посвящена 20-летию образования Содружества и объявленному на его пространстве Году историко-культурного наследия. Преподаватели почти из всех стран Содружества представили широкий тематический спектр лекций, который можно условно разбить на пять больших «блоков»: 1) перестройка и распад СССР: особенности в региональном контексте; 2) проблемы общественной трансформации в странах постсоветского пространства; 3) специфика развития национальных историографий стран СНГ; 4) интеграционные процессы и международное сотрудничество стран Содружества; 5) проблемы интерпретации истории: «мифотворчество» и «историческая память».

Сотрудничество ученых-историков стран СНГ по указанному направлению, вне сомнения, имеет важное значение, ведь на ученых-историках лежит ответственность не только за сохранение и приумножение исторического знания, но и за утверждение положительных образов своих соседей – стран, бывших советских республик, формирование у подрастающего поколения неприятия ксенофобии, расовой и национальной нетерпимости.

22 октября 2011 г. в Киеве состоится очередное заседание Международной ассоциации институтов истории стран СНГ. Повесткой дня его работы предусмотрен, в том числе, обмен мнениями о проблемах создания совместного пособия по истории для учителей России и Украины, подготовки совместного учебного пособия по истории Второй мировой войны и Великой Отечественной войны.

Усилия МААН были направлены также на формирование и реализацию ряда международных программ научных исследований.

В 2008 г. завершено выполнение одобренной постановлением Совета МААН международной программы «Астрокосмические исследования в Приэльбрусье. 2004–2008 гг.». Программа включала 33 проекта по 14 направлениям исследований в области астрономии и ее реализация осуществлялась с использованием астрофизической обсерватории на пике Терскол Международного центра астрономических

и медико-экологических исследований НАН Украины (Приэльбрусье Кабардино-Балкарской Республики Российской Федерации). Созданные благодаря разветвленной международной кооперации астрономические приборы, такие как спектрометр сверхвысокого разрешения, многомодовый подвесной спектрометр фокуса Кассегрена и наземная сеть синхронизированных телескопов обеспечили мировой уровень результатов исследований методами фотометрии и спектроскопии. При этом были получены данные мирового уровня:

- исследований межзвездной среды по линиям поглощения в спектрах горячих звезд (Россия–Украина–Польша);
- исследований аккреционных течений двойных рентгеновских компонент методом эшелле-спектроскопии (Россия–Украина);
- сверхскоростной фотометрии звезд в сети синхронных телескопов (Россия–Украина–Болгария–Греция).

Астрофизическая обсерватория на пике Терскол активно участвовала в комплексных исследованиях сближающихся с Землей малых тел Солнечной системы, в частности, астероидов, представляющих потенциальную угрозу безопасности Земли.

В сентябре 2009 г. на международном совещании в Приэльбрусье была принята новая Международная программа «Астрономия в Приэльбрусье. 2010–2014 гг.», которая включает 42 проекта фундаментальных, прикладных и поисковых исследований в области астрофизики. В рамках этой программы сотрудничают 38 научных учреждений, в том числе Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины, Институт астрономии Российской академии наук и многие другие ведущие астрономические учреждения стран СНГ и дальнего зарубежья.

Продолжалось выполнение Международной программы «Современные проблемы радиобиологии: наука и практика». Ее координирующим органом является Международный совет по этой программе, который возглавляет вице-президент РАН академик РАН А. И. Григорьев. Программа охватывает различные направления в исследованиях действия ионизирующих излучений на организм человека, животных, растения и микроорганизмы. Цель этих исследований – снижение риска проявления негативных отдаленных последствий облучения. Программа носит межведомственный характер, объединяя радиобиологические исследования, проводимые в национальных академиях наук и университетах Азербайджана, Армении, Беларуси, Грузии, Казахстана, Киргизии, Российской Федерации, Украины. Ведущая и основополагающая роль в реализации мероприятий по выполнению Международной программы, созданию необходимых условий для успешной работы Международного совета по указанной программе принадлежит Российской академии наук.

Особое внимание в программе уделено проблеме медико-биологических последствий чернойбыльской катастрофы, которая привела к повышению уровня

облучения населения на обширных территориях Беларуси, России и Украины. В итоге раскрыты ранее неизвестные механизмы формирования реакции организма и видовых популяций на многолетнее хроническое действие ионизирующих излучений, а также разработаны способы радиопротекторных воздействий, способствующих снижению рисков отдаленных эффектов действия радиации. Обстоятельно исследованы радиоэкологические закономерности перераспределения радионуклидов в экосистемах и выявлены критические звенья в трофических цепях их транспорта, что служит основой оптимальных контрмер, направленных на уменьшение радиационной угрозы от попавших в ландшафты радиоактивных веществ. Важной формой работы этой программы стран СНГ является создание международных научных лабораторий. Уже плодотворно работает Международная радиобиологическая лаборатория при Институте радиобиологии НАН Беларуси.

Приоритетным направлением работы Международного совета в 2010–2011 гг. была подготовка и участие в проведении в вышеупомянутых странах итоговых мероприятий, связанных с 25-летием аварии на Чернобыльской АЭС. Так, 11–15 апреля 2011 г. радиобиологические общества России и Украины провели в г. Славутич (Украина) международную конференцию «Радиобиологические и радиоэкологические аспекты Чернобыльской катастрофы». Активное участие члены Совета приняли в работе международных конференций «Двадцать пять лет Чернобыльской катастрофы. Безопасность будущего» (Киев, 20–22 апреля 2011 г.), «Экология человека в постчернобыльский период» (Москва, 24–26 ноября 2010 г.), подобных конференциях в Армении и Грузии. Согласно постановлению Международного совета по программе учеными ряда стран подготовлен и опубликован в журнале «Радиационная биология. Радиоэкология» (т. 51, вып. 4, 2011) объемный экспертный документ к 25-летию с момента аварии на Чернобыльской АЭС, а также сборник научных статей «Уроки Чернобыля. 25 лет спустя» (т. 51, спецвыпуск № 1, 2011), а в издательстве Nova Science Publishers, N-Y, USA подготовлен выпуск англоязычного варианта этого сборника.

МААН принимала активное участие в организации и проведении ежегодных форумов творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ. На форумы прибывают представители многих академий наук и организаций, входящих в МААН. Это дает возможность собирать во время форумов Совет МААН. В последние годы ряд мероприятий МААН, в частности, заседания его Совета, включались в программу упомянутых форумов.

Так, на IV Форуме творческой и научной интеллигенции (Кишинев, 24–25 сентября 2009 г.) был принят Меморандум о взаимопонимании между Международной ассоциацией академий наук и Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ, который подписали президент МААН академик НАН Украины Б. Е. Патон и сопредседатель Правления МФГС М. Е. Швыдкой.

В плане реализации упомянутого Меморандума МААН при финансовой поддержке МФГС была организована и 2–3 июня 2010 г. проведена в г. Донецк

и г. Енакиево (Украина) международная научно-практическая конференция «Технические музеи как инструмент сохранения исторического наследия и важный элемент развития мировой цивилизации». На конференции были выработаны практические рекомендации по созданию в г. Енакиево Донецкой области политехнического музея «Украинский техноленд», что позволило бы сохранить как часть мировой цивилизации историю создания, начиная со середины XIX века, на территории дореволюционной России, позже Советского Союза, а сейчас государств СНГ уникального промышленного комплекса.

МААН выступила соорганизатором Конкурса молодых ученых стран СНГ на соискание международной премии Совета по гуманитарному сотрудничеству государств – участников СНГ и Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ «Содружество дебютов». При этом ученые ряда академий наук приняли участие в работе жюри упомянутой премии, которое определило победителей конкурса в номинациях «Гуманитарные и социальные науки», «Технические науки», «Естественные науки», а также предложило кандидатуру лауреата в специальной номинации МААН. Им стал молодой ученый Российской академии наук, которому президентом МААН на V Форуме была вручена серебряная медаль МААН «За содействие развитию науки».

15 октября 2010 г. в рамках программы V Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ в Фундаментальной библиотеке Московского государственного университета (МГУ) им. М. В. Ломоносова состоялось совместное заседание Совета Евразийской ассоциации университетов (ЕАУ), которую возглавляет ректор МГУ им. М. В. Ломоносова, вице-президент РАН акад. РАН В. А. Садовничий, и Совета МААН на тему «Образование и наука в решении задач инновационного развития на пространстве СНГ». На заседании были заслушаны доклады президентов обеих ассоциаций и выступления ряда их представителей в обсуждении рассматриваемых проблем, подписаны итоговые документы.

Программой VI Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ (Киев, 21–22 октября 2011 г.) предусмотрено проведение в Киеве очередного совместного заседания Совета ЕАУ и Совета МААН. Оно посвящено 300-летию со дня рождения М. В. Ломоносова и на заседании будет рассмотрена тема «Наука и образование – основополагающие факторы обеспечения модернизации экономики стран СНГ».

МААН продолжала успешно выполнять роль «площадки» для установления и углубления взаимодействия между заинтересованными академиями наук и организациями в области фундаментальной и прикладной науки, образования. Исходя из целесообразности объединения усилий Международной ассоциации академий наук и Российского научного центра «Курчатовский институт» в области развития нанотехнологий, для содействия созданию единого нанотехнологического пространства стран СНГ и формированию и использованию единой научно-исследовательской инфраструктуры государств Содружества, а также с целью

развития взаимодействия РНЦ «Курчатовский институт» с академиями наук и организациями, входящими в МААН, по широкому кругу вопросов и проблем, представляющих взаимный интерес, 20 мая 2009 г. президентом МААН Б. Е. Патонем и директором РНЦ «Курчатовский институт» М. В. Ковальчуком было подписано Соглашение о сотрудничестве Международной ассоциации академий наук и Российского научного центра «Курчатовский институт» (далее – Соглашение). Согласно упомянутому Соглашению Российский научный центр «Курчатовский институт» (в настоящее время Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт») принимает участие в деятельности МААН со статусом ассоциированного члена, права и обязанности которого определены этим Соглашением.

Сегодня в МААН со статусом ассоциированного члена входят уже 7 организаций. Кроме НИЦ «Курчатовский институт», это Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ), Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ им. М. В. Ломоносова), Московский физико-технический институт (государственный университет) (МФТИ), Российский гуманитарный научный фонд (РГНФ), Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) и Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований (БРФФИ).

С 2008 г. ежегодно на базе НИЦ «Курчатовский институт», ОИЯИ, а также Института кристаллографии им. А. В. Шубникова РАН (ИК РАН) проводятся Высшие курсы стран СНГ для молодых ученых, аспирантов и студентов старших курсов по современным методам исследований наносистем и материалов. В 2011 г. в число их организаторов и спонсоров входили: НИЦ «Курчатовский институт», ОИЯИ, ИК РАН, МААН, Межгосударственный фонд гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ (МФГС) и Фонд инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО. Для участия в IV Высших курсах Оргкомитетом в результате конкурса было отобрано 60 студентов старших курсов, аспирантов, молодых ученых из 10 стран СНГ, в том числе из Азербайджана – 5, из Армении – 5, из Беларуси – 9, из Казахстана – 3, из Киргизии – 2, из Молдовы – 4, из России – 19, из Таджикистана – 2, из Узбекистана – 2, из Украины – 9.

Участие в деятельности МААН ее ассоциированных членов – национальных фондов, поддерживающих научные исследования – БРФФИ, РГНФ и РФФИ способствовало развитию взаимодействия ученых стран, академии наук и организации которых входят в Ассоциацию.

Так, БРФФИ в период с 2006 г. проведено 3 совместных конкурса проектов фундаментальных исследований с РФФИ, число поданных заявок составило 709, из которых было отобрано для финансирования 399 проектов. За этот же период проведено 6 совместных ежегодных конкурсов с РГНФ, в них рассмотрены 224 совместные заявки, выделен 101 грант.

В мае 2007 г. подписано Соглашение о сотрудничестве БРФФИ с Академией наук Молдовы, уже проведены два совместных конкурса и принято к финансированию 35 проектов. Так, в конкурсе 2010 г. участвовало 40 совместных заявок, выделено 19 грантов.

В августе 2007 г. заключено Соглашение БРФФИ с Национальной академией наук Азербайджана, а в июле 2011 г. подписан Протокол о намерениях по научному сотрудничеству БРФФИ и Фонда развития науки при Президенте Азербайджанской Республики. В рамках этих документов проводятся конкурсы совместных проектов, и 22 проекта уже получили поддержку.

В ноябре 2010 г. подписано Соглашение о научно-техническом сотрудничестве между Госкомитетом по науке Республики Армения и БРФФИ, в соответствии с которым рассмотрено 29 заявок и выделено 17 грантов.

Существенным шагом в международной деятельности Фонда явилось Соглашение о сотрудничестве БРФФИ с Объединенным институтом ядерных исследований (г. Дубна), заключенное в октябре 2005 г. В 2006 г. был проведен первый конкурс совместных проектов с ОИЯИ, посвященный 50-летию ОИЯИ и 15-летию БРФФИ «БРФФИ–ОИЯИ-2006». За прошедшее время уже проведено 5 совместных конкурсов, было принято к финансированию 37 проектов.

В результате договоренностей представителей БРФФИ и Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ) был проведен в 2007–2008 гг. конкурсный отбор и начато финансирование 7 научных проектов. В рамках конкурса «БРФФИ–ВАНТ-2009» и «БРФФИ–ВАНТ-2010» финансируется 16 проектов, с 2011 г. начато выполнение еще 9 совместных проектов.

Основными формами сотрудничества ученых в рамках международных конкурсов РГНФ являются проекты совместных научных исследований, проведение научных мероприятий и экспедиционных исследований. В 2006–2011 гг. РГНФ совместно с Национальной академией наук Украины провел 6 конкурсов, профинансировал 81 проект на общую сумму 52,33 млн руб.; с Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований провел 8 конкурсов, профинансировал 121 проект на общую сумму 65,85 млн руб.; с Академией наук Молдовы провел один конкурс, профинансировал 5 проектов на общую сумму 5,02 млн руб. На 2012 г. объявлен совместный конкурс РГНФ с Государственным комитетом по науке Министерства образования Республики Армения.

В течение последних пяти лет активно развивалось сотрудничество между Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ) и академиями и организациями – членами МААН. За это время в рамках соглашений о сотрудничестве, заключенных РФФИ с БРФФИ, Национальной академией наук Украины, Комитетом по координации развития науки и технологий при Кабинете Министров Республики Узбекистан, Академией наук Молдовы, Вьетнамской академией наук и технологий, были проведены конкурсы по поддержке научных проектов, выполняемых совместно учеными из этих стран. Всего за этот период было поддержано и профинансировано около 1500 научных проектов, выполняемых учеными из России совместно с учеными Беларуси, Вьетнама, Молдовы, Узбекистана и Украины. По результатам выполняемых совместно работ за один только период с 2008 по 2010 г. вышло порядка 3,5 тыс. научных публикаций, издано около 50 монографий.

Помимо этого, РФФИ и НАН Украины в рамках расширения форм сотрудничества в 2011 г. провели первый конкурс по организации и проведению двусторонних российско-украинских и украинско-российских научных семинаров и поездок ученых двух стран на эти мероприятия. По итогам конкурса было профинансировано проведение 8 научных семинаров на территории России и 9 научных семинаров на территории Украины.

Также начиная с 2009 г. были проведены два трехсторонних конкурса научных проектов, выполняемых совместно учеными России, Беларуси и Украины по актуальным межрегиональным научным проблемам. В числе организаторов конкурса выступают два ассоциированных члена МААН: с российской стороны – РФФИ, с белорусской – БРФФИ; украинскую сторону представляет Государственный фонд фундаментальных исследований.

Поддержка молодых ученых – важное направление деятельности научных организаций, входящих в МААН. В связи с этим заслуживает особого внимания программа «Мобильность молодых ученых», осуществляемая РФФИ с конца 2007 г. В рамках программы проводится конкурс «Научная работа молодых ученых из стран СНГ в российских научных организациях», направленный на финансовую поддержку стажировок молодых исследователей из стран СНГ в ведущих научных организациях Российской Федерации. Срок стажировки составляет от 1 до 6 месяцев. Всего за время проведения конкурса финансовую поддержку для прохождения научной стажировки получили 148 молодых ученых из Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Молдовы, Узбекистана и Украины.

Вопросы интеграции науки и образования, подготовки научных кадров постоянно находятся в центре внимания МААН. В их решении важную роль в Ассоциации играют Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова и Московский физико-технический институт (государственный университет) (МФТИ). Оба университета проводят активную деятельность по подготовке в интересах стран СНГ высококвалифицированных кадров, применяя для этого различные современные организационные формы обучения.

Всяческой поддержки и одобрения заслуживает деятельность МГУ им. М. В. Ломоносова по созданию в странах СНГ филиалов этого прославленного университета. За отчетный период они созданы в Баку и Душанбе и сегодня филиалы МГУ им. М. В. Ломоносова уже функционируют в Азербайджане, Казахстане, Таджикистане, Узбекистане и Украине. Так, в г. Севастополе (Украина) уже 12 лет функционирует филиал этого Университета, в структуре которого пять факультетов и девять отделений, 14 кафедр. Сегодня филиал МГУ им. М. В. Ломоносова в Севастополе – это более 250 преподавателей из Москвы и Севастополя. Профессора, доценты, старшие научные сотрудники Университета приезжают из Москвы для чтения лекций по базовым дисциплинам. В филиале обучается почти тысяча студентов из Украины, России и других стран.

Продолжалось сотрудничество МФТИ с научными учреждениями РАН и НАН Украины. Так, в 2007–2011 гг. по результатам работы в Киеве выездной

комиссии МФТИ и Физико-технического учебно-научного центра НАН Украины на первый курс МФТИ было зачислено 148 украинских студентов. В целом за более чем 30 лет взаимодействия МФТИ и НАН Украины через Киевское отделение МФТИ было подготовлено 884 специалиста и магистра, из которых 257 стали кандидатами, а 26 – докторами наук. Необходимость развития российско-украинских связей в области образования и науки подчеркнул Председатель Правительства Российской Федерации В. В. Путин при посещении МФТИ 3 марта 2009 г., во время которого он провел телемост с Киевом (Киевским отделением МФТИ). «Такое объединение усилий в подготовке кадров для образовательной и научной деятельности, безусловно, имело бы положительное продолжение и в реальных секторах наших экономик, особенно в высокотехнологических областях», – отметил В. В. Путин. Обращаясь к президенту НАН Украины Б. Е. Патону В. В. Путин сказал, что в предыдущие десятилетия между научными и образовательными центрами двух стран была создана «естественная связь», которую необходимо сохранить.

В контексте дальнейшего углубления взаимодействия науки и образования – важного фактора в решении задач модернизации экономики стран СНГ, актуальным стало подписание 15 октября 2010 г. в Москве Соглашения о сотрудничестве между Евразийской ассоциацией университетов и Международной ассоциацией академий наук (прилагается). Соглашение предусматривает эффективное использование образовательного и научного потенциала академий наук, университетов и других организаций, входящих в МААН и ЕАУ, для подготовки высококвалифицированных кадров, повышения уровня научных исследований, интеграции университетского образования и фундаментальной науки. В настоящее время МААН и ЕАУ проводится работа по наполнению упомянутого Соглашения, носящего рамочный характер, конкретными проектами и мероприятиями. Эта тема, в частности, была обсуждена президентами обеих ассоциаций во время пребывания академика В. А. Садовниченко 30 марта 2011 г. в Киеве и посещения им Президиума НАН Украины. Уже достигнута договоренность о том, что МААН и ЕАУ выступят соорганизаторами Международного симпозиума «Перемещение центров научно-технологической активности на европейском пространстве и междоуниверситетская мобильность ученых и специалистов: современные тенденции» (Киев, 19–23 октября 2011 г.), который проводится при поддержке ЮНЕСКО.

МААН заинтересована в укреплении двусторонних межакадемических связей и считает, что ее деятельность в определенной мере этому способствует. Яркими событиями в жизни академий наук стали встречи ученых Российской академии наук и Национальной академии наук Азербайджана в рамках Года Российской Федерации в Азербайджане (Баку, октябрь 2006 г.), ученых РАН и Национальной академии наук Республики Армения в рамках Года Армении в России (Москва, декабрь 2006 г.), совместные заседания Президиума РАН и Президиума НАН Беларуси (Москва, апрель 2007 г. и Минск, апрель 2011 г.), совместное заседание Президиума РАН и Президиума НАН Украины (Москва,

июнь 2011 г.). Эти мероприятия, несомненно, способствовали активизации плодотворного сотрудничества ученых этих стран и имели значительный общественный резонанс.

МААН старалась отслеживать знаковые события в жизни академического сообщества и реагировать на них.

Отрадно, что в 2009 г. Указом Президента Туркменистана была создана Академия наук Туркменистана, которая финансируется из государственного бюджета. Ее президентом является член-корреспондент АН Туркменистана Г. А. Мезилов. В настоящее время, как мы понимаем, идет процесс становления этой Академии. Нелишне будет напомнить, что в 1993 г. АН Туркменистана выступила одним из соучредителей МААН и активно работала в Ассоциации до 1998 г., когда Указом Президента Туркменистана был ликвидирован центральный аппарат Академии, а она стала функционировать на общественных началах. Будем надеяться, что со временем АН Туркменистана продолжит свою деятельность в МААН.

МААН как и многие международные и национальные организации, видные ученые выступила в защиту Болгарской академии наук (БАН) в связи с резким уменьшением со стороны государства финансовой поддержки БАН и болгарской науки в целом, а также планами ликвидации этой академии, имеющей почти полуторавековую славную историю. В конце прошлого года в адрес руководства Болгарии от имени Совета МААН направлялось соответствующее обращение. По имеющейся информации усилия международной научной общественности оказались не напрасными.

МААН активно взаимодействовала с ЮНЕСКО. Этому, безусловно, способствует то, что с 2003 г. МААН решением ЮНЕСКО включена в число международных неправительственных организаций, с которыми ЮНЕСКО поддерживает рабочие отношения.

За отчетный период под эгидой МААН при финансовой поддержке ЮНЕСКО было проведено 3 крупных международных форума по актуальной проблематике, которые собирали сотни участников, в том числе много известных ученых и специалистов, крупных организаторов науки, руководителей и представителей международных организаций и властных структур. Это международные симпозиумы:

– «Интеграция науки и образования – ключевой фактор построения общества, основанного на знаниях» (Киев, октябрь 2007 г.);

– «Новые вызовы академической науке в контексте проблем современного кризиса: мировой и национальный аспекты» (Алушта, Крым, Украина, сентябрь 2009 г.);

– «Перемещение центров научно-технологической активности на европейском пространстве и межстрановая мобильность ученых и специалистов: современные тенденции» (Киев, октябрь 2011 г.).

Следует отметить, что проектам МААН по проведению вышеупомянутых симпозиумов, которые направлялись в ЮНЕСКО, оказывали поддержку национальные

комиссии по делам ЮНЕСКО Азербайджана, Грузии, Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана и Украины.

Ассоциация оперативно доводила до своих членов информацию о проводимых ЮНЕСКО конкурсах. По результатам такой работы МААН выдвигались на соискание премий ЮНЕСКО:

– премии «Гидроресурсы в засушливых и полузасушливых регионах» – коллектив ученых Института географии Российской академии наук (директор Института академик В. М. Котляков, чл.-корр. РАН Н. Ф. Глазовский (посмертно), заведующий лабораторией Института проф. Н. И. Коронкевич), внесших выдающийся вклад в изучение и сохранение водных ресурсов засушливых и полузасушливых земель юга России и стран Центральной Азии;

– премии за развитие водных ресурсов засушливых территорий «Великая рукотворная река» – кандидатуры проф. Эрнзара Жумаевича Махмудова (предложена АН Узбекистана), акад. НАН Украины Владислава Владимировича Гончарука (предложена НАН Украины), а также Грузинский институт водного хозяйства (предложен НАН Грузии);

– премии Авиценны по научной этике – кандидатуры акад. РАН, проф. Э. П. Круглякова (предложена РАН) и акад. АН Республики Таджикистан М. И. Илолова (предложена АН Республики Таджикистан);

– премии Маданжита Сингха за пропаганду идеалов терпимости и ненасилия – кандидатура акад. РАН Абдусалама Абдулкеримовича Гусейнова.

Кроме того, МААН поддержала выдвижение Комиссией Российской Федерации по делам ЮНЕСКО кандидатуры директора Института экологического почвоведения Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова акад. РАН Г. В. Добровольского за исследования в области науки о жизни в качестве номинанта на получение Международной премии ЮНЕСКО–Обианга Нгеми Мбасого.

Ассоциация выступала в качестве эксперта проектов ряда программных документов ЮНЕСКО. В частности, в ЮНЕСКО были направлены комментарии и предложения МААН к Проекту программы и бюджета ЮНЕСКО на 2012–2013 годы. МААН каждый год информировала ЮНЕСКО об участии Ассоциации и ее членов в ежегодно проводимом по решению ЮНЕСКО Всемирном дне науки во имя мира и развития.

МААН принимала участие в организации и проведении многих крупных международных форумов, часть из которых упоминалась выше. Следует отметить также широкое представительство Ассоциации в международной конференции «Победа над фашизмом в 1945 году: ее значение для народов СНГ и мира», состоявшейся 8 апреля 2010 г. в Москве. В работе конференции приняли участие президенты академий наук Республики Армения, Беларуси, Республики Казахстан, Российской Федерации, Республики Таджикистан, Украины, а также руководители ряда других академий наук, входящих в МААН.

Продолжалась издательская деятельность МААН. Увидели свет очередные номера бюллетеня МААН с 42 по 55 номер, телефонные справочники МААН в 2008 и 2011 годах. Под грифом МААН публиковались сборники материалов международных конференций, которые проводились с участием Ассоциации. Многие научные издания подготовлены и вышли в свет по линии советов МААН.

Работа МААН и ее Совета освещалась на страницах газет «Поиск», «Аргументы и факты», «Инженерная газета», журналов «Вестник РФФИ», «Вестник Российского гуманитарного научного фонда», «Вестник Фонда фундаментальных исследований» (Республика Беларусь), периодических изданиях ряда академий наук, монографиях Евразийской ассоциации университетов и изданий других организаций.

Регулярно выпускается ежемесячный журнал «Общество и экономика» (главный редактор – чл.-корр. РАН К. И. Миккульский), учрежденный в 1998 г. академиями наук – членами МААН и издаваемый на базе Российской академии наук. Журнал специализируется преимущественно на экономической проблематике, но носит в значительной мере и междисциплинарный характер, публикуя также социологические и политологические статьи. Наряду со статьями, в которых исследуются конкретные актуальные вопросы общественного развития, большое место в журнале занимают статьи теоретико-методологического характера. В ряде статей давалась оценка эффективности антикризисной политики государств на основе индекса антикризисной эффективности, и был приведен предложенный авторами оригинальный рейтинг успешности развития национальных экономик. В журнале печатались также доклады Всемирного банка и ПРООН. Большим вниманием читателей пользовались регулярно публикуемые в журнале материалы Межгосударственного статистического комитета СНГ.

За большой вклад в развитие международного научного сотрудничества ряд ученых решениями Совета МААН был награжден серебряной медалью МААН «За содействие развитию науки». Среди них академики РАН Ж. И. Алферов, А. А. Боярчук, Е. П. Велихов, В. А. Садовничий, академик НАН Азербайджана М. К. Керимов, члены-корреспонденты РАН Ю. Л. Воротников, М. В. Ковальчук, Н. Н. Кудрявцев.

За отчетный период Совет МААН на свои заседания собирался в 2007, 2008 и 2011 годах в Киеве на базе НАН Украины, в 2009 г. – в Кишиневе на базе Академии наук Молдовы, в 2010 г. – в Москве на базе МГУ им. М. В. Ломоносова.

Естественно, что деятельность МААН не лишена недостатков, далеко не все, что намечалось, Ассоциации удалось реализовать.

Вместе с тем очевидно, что в активе нашей организации за отчетный период появилось много новых полезных и весомых дел и результатов, которые способствуют дальнейшему развитию международного научного сотрудничества, в частности укреплению творческих связей между учеными стран СНГ, их вхождению в мировое научное сообщество. Ассоциация, безусловно, является авторитетной

организацией. Об этом свидетельствуют наши плодотворные рабочие отношения с ЮНЕСКО, рассмотрение предложений МААН на саммите СНГ в октябре 2007 г., и принятие по ним решений, а также предоставление МААН в этом же году статуса наблюдателя при Межпарламентской ассамблее государств – участников СНГ.

Успехи МААН – это, несомненно, результат усилий всех ее членов. Вместе с тем хотелось бы отметить основополагающий вклад в решение задач, стоящих перед нашей Ассоциацией, российских научных организаций, университетов и фондов и, конечно, прежде всего, Российской академии наук. В связи с этим позвольте высказать глубокую признательность вице-президенту РАН академику Н. П. Лаверову за его постоянное внимание и поддержку, которые он оказывает Ассоциации.

### **О некоторых направлениях деятельности МААН на перспективу**

В настоящее время государства СНГ находятся в достаточно сложной ситуации, обусловленной глобальным финансовым и экономическим кризисом, последствия которого еще далеко не все страны СНГ в полной мере преодолели. А ряд известных в мире экономистов уже пророчат вторую волну кризиса.

Известно, что только конкурентоспособность экономики может противостоять кризисным явлениям и ослабить их отрицательное воздействие. Поэтому модернизация экономик стран СНГ, безусловно, является императивом, которому нет альтернативы.

Модернизация экономики – это, прежде всего, создание и развитие высокотехнологических секторов. Модернизация – процесс, безусловно, непрерывный. А обеспечить эту непрерывность может только наличие высокоразвитой отечественной науки. Конечно, приобретать высокие технологии развитых стран при отсутствии аналогичных отечественных просто необходимо. Однако постоянно полагаться только на этот ресурс – это значит быть вечно вторыми на мировых рынках.

Состояние в странах СНГ с финансированием академий наук и в целом научной отрасли, хотя и несколько улучшилось в последнее время, все равно является совершенно недостаточным. Метко сказал на эту тему член-корреспондент РАН Р. С. Гринберг: «Мы всего лишь перешли из нищеты в бедность». Когда более 70 % бюджетного финансирования РАН составляет фонд заработной платы, в НАН Украины этот показатель еще хуже – более 80 %, то на обеспечение исследовательского процесса финансовых средств катастрофически не хватает. Поэтому в сложившейся ситуации научному сообществу и нашей МААН надо неустанно вести в странах СНГ работу с властными структурами, а также с бизнесовыми элитами, чтобы радикально изменить отношение к науке в лучшую сторону.

Говоря о финансировании сферы науки, следует отметить следующее. Сегодня в ряде стран СНГ, в частности в России, реализуются масштабные меры по развитию вузовской науки. МААН всецело это поддерживает. Ведь без использования самых современных средств и методов в образовательном процессе,

без органичного единства учебного процесса и современных исследований невозможно подготовить высококвалифицированного специалиста. В то же время упомянутые меры не должны осуществляться за счет недофинансирования академического сектора науки, что в конечном итоге приведет к его деградации и неизбежным пагубным последствиям и для высшего образования, и для экономики в целом.

В поле зрения МААН, по-видимому, должны быть также вопросы частно-государственного партнерства. Объединение ресурсов государства и бизнеса является одним из важнейших инструментов модернизации экономики. Значительные усилия по организации сотрудничества между государственным и частным секторами предпринимаются сегодня в России. При этом используется такой механизм партнерства, как технологические платформы, который уже доказал свою эффективность во многих странах мира. Технологические платформы позволяют объединять усилия государства, науки, образования, бизнеса вокруг прорывного инновационного проекта. Правительственной комиссией по высоким технологиям России был утвержден перечень из 27 технологических платформ, по ряду из которых организациями-координаторами определены Институт программных систем им. А. К. Айламазяна РАН, МГУ им. М. В. Ломоносова, НИЦ «Курчатовский институт», МФТИ. На модернизацию экономики направлен проект «Сколково», в реализации которого активное участие принимает РАН.

В Украине в 2010 г. принят Закон Украины «О государственно-частном партнерстве», который определяет организационно-правовые основы государственных партнеров с частными партнерами и основные принципы государственно-частного партнерства на договорной основе. В рамках проекта технической помощи Украине Институт экономики и прогнозирования НАН Украины тесно сотрудничает с одной из голландских консалтинговых фирм по вопросам развития государственно-частного партнерства в Украине. Очевидно, что опыт использования разных форм такого партнерства, роль в нем научных и образовательных учреждений мог бы быть предметом рассмотрения на заседаниях Совета МААН.

Для модернизации экономики, безусловно, нужны кадры высокой квалификации: ученые, инженеры, рабочие. Лозунг «Кадры решают все» сегодня актуален как никогда. Здесь проблем предостаточно и имеется широкое поле для взаимодействия МААН и ЕАУ в содействии их решению. Очень важен обмен опытом, накопленным, в частности, в странах СНГ.

Разрешите привести примеры отдельных процессов и проблем, имеющих место в сфере подготовки кадров.

Заслуживает внимания ряд важных изменений в законодательных актах Российской Федерации, имеющих отношение к подготовке кадров и принятых в 2009–2010 годах. В частности, федеральными законами:

– определено, что федеральные университеты создаются, в том числе на базе научных организаций, находящихся в ведении государственных академий наук;

– установлена возможность увеличения срока обучения в аспирантуре по отдельным специальностям научных работников технических и естественных отраслей наук до четырех лет в очной форме и до пяти лет в заочной форме.

Далее. Если в России соответствующим федеральным законом 2010 г. повышен статус Высшей аттестационной комиссии, то в Украине в конце 2010 г. Указом Президента Украины в рамках проведения оптимизации центральных органов исполнительной власти ликвидирована ВАК Украины, а ее функции и полномочия переданы Министерству образования и науки, молодежи и спорта, в котором создан Департамент аттестации кадров. Научная общественность Украины обеспокоена таким положением вещей, тем более, что к разработке нормативной базы, необходимой для реформирования системы аттестации научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, подготовке и реализации отдельных мероприятий, связанных с переходом к новому порядку аттестации, академическое сообщество не привлекается.

Академии наук нуждаются в подготовке высококвалифицированных исследователей, способных на мировом уровне решать актуальные научные проблемы. Университеты всегда были для них, образно говоря, кузницей кадров с высоким творческим потенциалом. При этом наиболее часто такая подготовка осуществляется в системе совместных научно-образовательных структур. Приведу два примера.

В 2010 г. на 395 базовых кафедрах, работающих в институтах РАН в интеграции с ведущими вузами России, обучалось порядка 25 тыс. студентов. Профессорско-преподавательский состав из числа научных сотрудников РАН, работающих со студентами непосредственно в институтах Академии, составил свыше 10 тыс. человек.

В решении кадровой проблемы НАН Украины бесценный вклад вносит Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко и, в частности, Отделение целевой подготовки этого университета при НАН Украины, которое без малого четверть века плодотворно работает. Следует отметить, что за годы существования НАН Украины каждый пятый член нашей Академии окончил Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко.

Вместе с тем в некоторых случаях оправдано создание высших учебных заведений в системе Академии наук, особенно когда университеты не имеют достаточного кадрового и материально-технического потенциала и не в состоянии оперативно развернуть подготовку магистров по новейшим направлениям науки и техники. Ярким примером такого вуза может служить Санкт-Петербургский академический университет – научно-образовательный центр нанотехнологий РАН, инициатива организации которого принадлежит вице-президенту РАН акад. Ж. И. Алферову. Он же является его ректором с момента создания и по настоящее время.

В последние годы создан университет в системе Академии наук Молдовы. В НАН Беларуси с 2007 г. начата подготовка кадров с высшим образованием

второй ступени (магистратура), которая осуществляется государственным учреждением образования «Институт подготовки научных кадров НАН Беларуси». В то же время неоднократные попытки НАН Украины добиться внесения в существующую законодательную базу необходимых изменений, позволяющих создать в системе Академии университет, а такая потребность есть, остаются пока безрезультатными. Очевидно, что содействие созданию в странах СНГ такой нормативно-правовой базы, которая способствовала бы эффективному функционированию науки и образования – одно из приоритетных направлений деятельности МААН.

Важная роль в применении на практике научных достижений ученых, обеспечении инновационного развития экономики принадлежит инженерному корпусу. Без преувеличения мировое развитие техники, технологии во многом обязано этой категории работников. К сожалению, в странах СНГ престиж инженерного труда за последние два десятилетия резко упал. Об этом свидетельствуют, в частности, данные Министерства образования и науки Российской Федерации: на инженерные специальности идут учиться всего 4 % медалистов. В то же время излишне много выпускается менеджеров, финансистов, экономистов, значительная часть которых к тому же готовится не профильными вузами. Вместе с тем решение задач модернизации экономики, перевода ее на инновационные рельсы требует наличия достаточного количества высококвалифицированных инженеров, крепкого творческого союза научных и инженерных работников. Техническое образование должно стать одним из приоритетов в странах СНГ.

В инновационной экономике особое значение приобретают вопросы охраны и управления интеллектуальной собственностью. Профессионалов в этой сфере катастрофически не хватает. Введение в экономику предприятий нематериальных активов – важнейшая задача. Сегодня по имеющимся данным в России на учет ставится всего 1–2 % из создаваемых объектов интеллектуальной собственности. Многие исследователи часто не имеют знаний и навыков по защите объектов интеллектуальной собственности из-за отсутствия соответствующих курсов в вузах.

Следует сказать, что МААН при финансовой поддержке Всемирной организации интеллектуальной собственности провела в Киеве в 1996–2003 гг. 5 международных семинаров ученых и специалистов по широкому кругу вопросов охраны интеллектуальной собственности. Было бы целесообразно продолжить эту работу, в частности, в плане обмена информацией о законодательстве в области охраны и коммерциализации объектов интеллектуальной собственности в странах СНГ.

Интеграция науки и образования должна и в дальнейшем входить в число безусловных приоритетов МААН. Мы очень рассчитываем, что союз МААН и Евразийской ассоциации университетов придаст дополнительный импульс этой работе. Важно, чтобы Соглашение о сотрудничестве МААН и Евразийской ассоциации университетов постоянно наполнялось конкретными проектами.

В связи с этим перспективным для развития сотрудничества ученых академий наук и университетов может стать научно-исследовательский проект «Черное море как имитационная модель океана» на 2011–2015 гг., подготовленный совместно Российской академией наук и Национальной академией наук Украины. Его целью является внедрение современных научных достижений в развитие технологии мониторинга морской среды. В рамках проекта будет разработан универсальный информационно-вычислительный комплекс контроля и прогноза Черного моря. Его использование даст возможность избежать или существенно смягчить последствия естественных и техногенных катастроф, обеспечить информационную поддержку при принятии управленческих решений по охране окружающей среды и эксплуатации морских ресурсов. Комплекс явится прототипом систем мониторинга морей и Мирового океана. К участию в реализации указанного проекта приглашены ученые стран Причерноморья. Мы благодарны Евразийской ассоциации университетов и лично ее президенту В. А. Садовничему за поддержку этого проекта, проведенную работу по ознакомлению с ним соответствующих университетов. Отрадно, что ряд университетов, а также академий наук изъявили желание участвовать в реализации проекта, дали свои предложения. В результате на базе проекта «Черное море как имитационная модель океана» сейчас формируется научно-исследовательский проект «Черное, Азовское и Каспийское моря как имитационная модель океана» в форме совместного проекта обеих ассоциаций, который будет выполняться под их эгидой.

МААН должна и в дальнейшем прилагать усилия по претворению в жизнь предложений по активизации сотрудничества в области прикладной и фундаментальной науки, выработанных научным сообществом во исполнение решения саммита СНГ от 5 октября 2007 г. (Душанбе) «Об Обращении Совета МААН». Это, прежде всего, вопросы развития учрежденного в декабре 2009 г. Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ, а также создания международных научно-исследовательских центров на базе уникальных научных комплексов, расположенных на территории государств Содружества.

Для углубления взаимодействия на двусторонних основах желательно использовать в практике не только совместные заседания президиумов академий наук, но и совместные акции их родственных отделений наук, а также отделений наук и факультетов университетов.

Насколько нам известно, фонды, входящие в МААН, готовы заключить соглашения о проведении совместных конкурсов и с еще не охваченными этим видом сотрудничества другими академиями наук – членами Ассоциации. МААН это только приветствует.

В этом году отмечается 300-летие со дня рождения Михаила Васильевича Ломоносова – великого русского ученого-энциклопедиста, сыгравшего громадную роль в развитии отечественной и мировой науки и культуры.

Небезынтересно, что жизненный путь М. В. Ломоносова связан также и с Украиной. Будучи студентом Московской славяно-латинской академии, М. В. Ломо-

носов с октября 1734 г. несколько месяцев находился в Киево-Могилянской академии, где интенсивно вбирал в себя новые знания. Исследователями найдено свыше 40 печатных книг и рукописей, принадлежавших в то время Киево-Могилянской академии, на страницах которых М. В. Ломоносов оставил множество пометок. Без сомнения, что эти знания со временем способствовали развитию многогранного таланта М. В. Ломоносова.

В академической деятельности М. В. Ломоносов огромное значение придавал Гимназии и Университету: «Петербургский университет, друг, более того – единокровный брат Академии наук, который составляет с нею единую плоть и будет заодно с ней трудиться на пользу отечества». Это высказывание М. В. Ломоносова должно, на наш взгляд, определять взаимоотношения Евразийской ассоциации университетов и Международной ассоциации академий наук, университетов и академий наук, организаций – членов этих ассоциаций.

Думаю, что в предстоящей дискуссии ее участники дадут оценку деятельности МААН и выскажут свои соображения о ее перспективах.

Благодарю за внимание.



## СОГЛАШЕНИЕ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ между Международной ассоциацией академий наук и Евразийской ассоциацией университетов

**Международная ассоциация академий наук** (далее – МААН) и **Евразийская ассоциация университетов** (далее – ЕАУ), именуемые в дальнейшем «Стороны», исходя из целесообразности объединения усилий Сторон по содействию развитию науки и образования как важнейшего фактора процветания стран СНГ, в целях координации и наиболее эффективного использования образовательного и научного потенциала академий наук, университетов и других организаций, входящих в МААН и ЕАУ, для подготовки высококвалифицированных кадров, повышения уровня научных исследований, интеграции университетского образования и фундаментальной науки, Стороны договорились о заключении настоящего Соглашения.

1. Стороны будут осуществлять сотрудничество в научной и образовательной сфере, в первую очередь в области интеграции науки и образования, подготовки высококлассных специалистов, научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации.

2. Взаимодействие Сторон будет осуществляться в рамках настоящего Соглашения с учетом основополагающих документов Сторон, а также других документов, принятых в МААН и ЕАУ.

3. Стороны с целью развития сотрудничества в областях, указанных в пункте 1 настоящего Соглашения, будут содействовать разработке совместных программ и мероприятий по линии МААН и ЕАУ.

4. Стороны договорились, что условия выполнения совместных программ и мероприятий определяются отдельными документами, согласованными Сторонами в установленном порядке.

5. Стороны будут содействовать установлению регулярных контактов между членами ассоциаций в области образования, совместных фундаментальных и прикладных исследований, других направлений деятельности, представляющих взаимный интерес.

6. Стороны будут своевременно уведомлять друг друга о проводимых ими важнейших мероприятиях, в том числе о международных конференциях, симпозиумах, семинарах и содействовать участию в них своих представителей.

7. Представители Сторон по взаимной договоренности могут приглашаться для участия в проводимых ими мероприятиях, а также в заседаниях их руководящих органов.

8. Споры и разногласия между Сторонами, которые могут возникнуть в ходе реализации настоящего Соглашения, подлежат разрешению путем переговоров и консультаций на основе принципов взаимопонимания и партнерства.

9. Стороны могут ссылаться на установленные отношения в документах по совместным программам и проектам, представляющим взаимный интерес, а также упоминать об установлении взаимоотношений в информационных материалах, сообщениях для прессы и т. п.

10. По согласованию Сторон в настоящее Соглашение могут быть внесены изменения или дополнения, которые оформляются соответствующими Протоколами и вступают в силу со дня их подписания полномочными представителями Сторон и являются неотъемлемыми частями настоящего Соглашения.

11. Настоящее Соглашение о сотрудничестве вступает в силу с момента его подписания.

Совершено в г. Москва 15 октября 2010 г. в двух экземплярах на русском языке. При этом оба текста имеют одинаковую силу.

Один экземпляр хранится в МААН, другой в ЕАУ.

**Президент Международной ассоциации  
академий наук**

**Б. Е. Патон**

**Президент Евразийской ассоциации  
университетов**

**В. А. Садовничий**

**Совет Международной ассоциации академий наук****ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

22 октября 2011 г.

№ 218

г. Киев

Об основных результатах деятельности МААН  
с октября 2006 г. по октябрь 2011 г.  
и дальнейших перспективах

На совместном заседании Совета Евразийской ассоциации университетов (ЕАУ) и Совета Международной ассоциации академий наук (МААН), посвященном 300-летию со дня рождения М. В. Ломоносова, которое состоялось 22 октября 2011 г. в Киеве в рамках VI Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ, была рассмотрена тема «Наука и образование – основополагающие факторы обеспечения модернизации экономики стран СНГ». Были заслушаны доклады президента ЕАУ академика РАН В. А. Садовниченко и президента МААН академика НАН Украины Б. Е. Патона, проведено их обсуждение, подписаны итоговые документы.

Участникам заседания был роздан также доклад президента МААН академика НАН Украины Б. Е. Патона «Международная ассоциация академий наук в 2006–2011 гг.: основные итоги деятельности и дальнейшие перспективы» для подведения членами Совета МААН итогов деятельности Ассоциации за отчетный пятилетний период.

Рассмотрев итоги работы МААН в 2006–2011 гг., результаты совместного заседания Совета ЕАУ и Совета МААН, Совет Международной ассоциации академий наук отмечает следующее.

Центральное место в деятельности МААН в этот период занимали вопросы, связанные с выполнением Решения Совета глав государств СНГ «Об Обращении Совета Международной ассоциации академий наук», принятого на саммите СНГ в г. Душанбе 5 октября 2007 г. В плане его реализации МААН совместно с Объединенным институтом ядерных исследований, Российским научным центром (РНИЦ) «Курчатовский институт» (в настоящее время Национальный исследовательский центр (НИЦ) «Курчатовский институт») была проведена работа по созданию Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ, учредительные документы которого подписали представители 10 организаций из 6 стран СНГ. Важным событием в жизни научного сообщества стран СНГ стало создание

Международного научно-исследовательского центра «Памир–Чакалтая», учрежденного правительствами Российской Федерации и Республики Таджикистан в августе 2008 г. НАН Украины совместно с РАН ведется активная работа по созданию Международного центра астрокосмических и медико-биологических исследований на базе уникальных научных объектов, расположенных в Приэльбрусье (Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация). Проект межправительственного российско-украинского Соглашения о создании упомянутого центра передан в этом году по дипломатическим каналам в Российскую Федерацию.

МААН продолжала успешно выполнять роль «площадки» для установления и углубления взаимодействия между заинтересованными академиями наук и организациями в области фундаментальной и прикладной науки, образования. Исходя из целесообразности объединения усилий Международной ассоциации академий наук и Российского научного центра «Курчатовский институт» в области развития нанотехнологий, для содействия созданию единого нанотехнологического пространства стран СНГ и формированию и использованию единой научно-исследовательской инфраструктуры государств Содружества, а также с целью развития взаимодействия РНЦ «Курчатовский институт» с академиями наук и организациями, входящими в МААН, по широкому кругу вопросов и проблем, представляющих взаимный интерес, 20 мая 2009 г. президентом МААН Б. Е. Патон и директором РНЦ «Курчатовский институт» М. В. Ковальчуком было подписано Соглашение о сотрудничестве Международной ассоциации академий наук и Российского научного центра «Курчатовский институт» (далее – Соглашение). Согласно упомянутому Соглашению Российский научный центр «Курчатовский институт» принимает участие в деятельности МААН со статусом ассоциированного члена, права и обязанности которого определены Соглашением.

Определенный вклад внесла МААН в организацию и проведение форумов творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ (далее – Форум), в работе которых принимают участие представители многих академий наук и организаций, входящих в МААН. Во время IV Форума (Кишинев, 24–25 сентября 2009 г.) был принят Меморандум о взаимопонимании между Международной ассоциацией академий наук и Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ, который подписали президент МААН академик НАН Украины Б. Е. Патон и сопредседатель Правления МФГС М. Е. Швыдкой.

Важным событием стало проведение 15 октября 2010 г. в рамках программы V Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ в Фундаментальной библиотеке Московского государственного университета (МГУ) им. М. В. Ломоносова совместного заседания Совета Евразийской ассоциации университетов (ЕАУ) и Совета МААН на тему «Образование и наука в решении задач инновационного развития на пространстве СНГ». Совместное заседание завершилось подписанием Соглашения о сотрудничестве между Евразийской ассоциацией университетов и Международной ассоциацией академий наук.

Ряд мероприятий реализован в тесном взаимодействии с Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ (МФГС) в рамках Года науки и инноваций, каким был объявлен в СНГ 2010 год. Так, МААН выступила соорганизатором Конкурса молодых ученых стран СНГ на соискание международной премии Совета по гуманитарному сотрудничеству государств – участников СНГ и МФГС.

Под эгидой МААН выполняются международные программы научных исследований: «Астрономия в Приэльбрусье. 2010–2014 гг.», «Современные проблемы радиобиологии: наука и практика». Формируется научно-исследовательская программа «Черное, Азовское и Каспийское моря как имитационная модель океана» в форме совместного проекта МААН и ЕАУ, который будет выполняться под их эгидой.

Плодотворно работали научные советы МААН: Научный совет по новым материалам, Объединенный научный совет по фундаментальным географическим проблемам, Совет директоров научных библиотек и информационных центров национальных академий наук, Совет по книгоизданию, Международный координационный комитет по вычислительной математике. Сеть научных советов получила дальнейшее развитие. В отчетный период были созданы Совет по книгоизданию, Научный совет по науковедению, Секция по проблемам функциональных материалов электронной техники Научного совета по новым материалам. Под эгидой МААН успешно осуществляли свою деятельность Союз физиологических обществ стран СНГ и Международная ассоциация институтов истории стран СНГ.

Плодотворно работали организации, входящие в МААН со статусом ассоциированного члена, по решению задач, стоящих перед Ассоциацией.

С 2008 г. ежегодно на базе НИЦ «Курчатовский институт», ОИЯИ, а также Института кристаллографии имени А. В. Шубникова РАН проводятся Высшие курсы стран СНГ для молодых ученых, аспирантов и студентов старших курсов по современным методам исследований наносистем и материалов. Так, в 2011 г. для участия в IV Высших курсах Оргкомитетом в результате конкурса было отобрано 60 студентов, аспирантов и молодых ученых из 10 стран СНГ.

Участие в деятельности МААН ее ассоциированных членов – национальных фондов, поддерживающих научные исследования – Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) – способствовало развитию сотрудничества ученых стран, академии наук которых являются членами Ассоциации.

Поддержка молодых ученых – важное направление деятельности научных организаций, входящих в МААН. В связи с этим заслуживает особого внимания программа «Мобильность молодых ученых», осуществляемая РФФИ с конца 2007 г. В рамках программы проводится конкурс «Научная работа молодых ученых из стран СНГ в российских научных организациях», направленный на финансовую поддержку стажировок молодых исследователей из стран СНГ в ведущих научных организациях Российской Федерации. Срок стажировки составляет

от 1 до 6 месяцев. Всего за время проведения конкурса финансовую поддержку для прохождения научной стажировки получили 148 молодых ученых из Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Молдовы, Узбекистана и Украины.

Вопросы интеграции науки и образования, подготовки научных кадров постоянно находятся в центре внимания МААН. В их решении важную роль в Ассоциации играют МГУ им. М. В. Ломоносова и Московский физико-технический институт (государственный университет). Оба университета проводят активную деятельность по подготовке в интересах стран СНГ высококвалифицированных кадров, применяя для этого различные современные организационные формы обучения.

МААН активно взаимодействовала с ЮНЕСКО. За отчетный период под эгидой МААН при финансовой поддержке ЮНЕСКО было проведено 3 крупных международных форума.

В центре внимания МААН также находились: организация и проведение международных форумов и школ молодых ученых; безвалютный обмен книжно-журнальной продукцией, благодаря чему научное сообщество стран СНГ получило доступ ко многим тысячам экземпляров научных книг и журналов; повышение научного просвещения общественности, престижа науки и ученых; работа международной редколлегии журнала «Общество и экономика», издательская деятельность.

МААН, несомненно, обладает высоким авторитетом. Об этом свидетельствует и то, что 30 октября 2007 г. в Санкт-Петербурге Межпарламентская ассамблея государств – участников СНГ предоставила МААН статус наблюдателя при этой Ассамблее.

Совет Международной ассоциации академий наук (МААН) постановляет:

1. Принять к сведению доклад президента МААН академика НАН Украины Б. Е. Патона «Международная ассоциация академий наук в 2006–2011 гг.: основные итоги деятельности и дальнейшие перспективы» и выступления руководителей делегаций.

2. Одобрить деятельность Ассоциации в 2006–2011 гг.

3. Отметить весомый вклад МААН в укрепление и расширение научных связей между учеными, прежде всего стран СНГ, важную роль Ассоциации в инициировании рассмотрения на Совете глав государств СНГ (Душанбе, 5 октября 2007 г.) вопроса о развитии научного сотрудничества как важного фактора укрепления СНГ и в выполнении соответствующего решения этого саммита.

4. Считать целесообразным:

– предпринять необходимые меры по проведению диалога с властными структурами стран СНГ с целью наиболее эффективного использования потенциала академий наук и организаций, входящих в МААН, в интересах модернизации национальных экономик;

– продолжить работу МААН, академий наук и организаций – членов Ассоциации в части реализации предложений по активизации сотрудничества

государств – участников СНГ в области фундаментальной и прикладной науки, выработанных на совещании руководителей государственных организаций по науке и технике с участием МААН (Бишкек, 1–3 октября 2008 г.). В частности, содействовать дальнейшему развитию Международного центра нанотехнологий СНГ, созданию международных научно-исследовательских центров на базе уникальных научных комплексов, расположенных на территории государств – участников СНГ, в том числе Международного научно-исследовательского центра астрономических и медико-биологических исследований в Приэльбрусье (Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация);

– особое внимание уделить развитию партнерских отношений с Евразийской ассоциацией университетов в области подготовки кадров высокой квалификации и проведения научных исследований. Совместными усилиями МААН и ЕАУ завершить формирование научно-исследовательской программы «Черное, Азовское и Каспийское моря как имитационная модель океана» на 2012–2015 гг. и приступить к ее выполнению;

– осуществлять меры и действия по расширению плодотворных связей с Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества, подготовить на его рассмотрение ряд проектов МААН;

– продолжать конструктивное взаимодействие с ЮНЕСКО в рамках рабочих отношений, установленных ЮНЕСКО в 2003 г. с МААН;

– рекомендовать академиям наук, не имеющим соглашений о сотрудничестве с фондами, входящими в МААН, проработать вопрос о заключении такого рода соглашений;

– предпринять дополнительные усилия по дальнейшему расширению сети научных советов при МААН;

– отметить в 2013 г. 20-летие учреждения МААН и подготовить для утверждения Советом МААН перечень соответствующих мероприятий;

– направить материалы совместного заседания Совета ЕАУ и Совета МААН в Исполком СНГ.

Президент Международной  
ассоциации академий наук  
академик НАН Украины

Б. Е. Патон

**Совет Международной ассоциации академий наук**

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

22 октября 2011 г.

№ 219

г. Киев

О работе Международного совета  
Международной программы стран СНГ  
«Современные проблемы радиобиологии:  
наука и практика»

Совет Международной ассоциации академий наук отмечает важную роль Международного совета Международной программы стран СНГ «Современные проблемы радиобиологии: наука и практика», осуществляемой под эгидой МААН. Международный совет по программе, который возглавляет вице-президент Российской академии наук академик РАН А. И. Григорьев, являясь координирующим органом программы, проводит большую и важную работу по кооперации и консолидации международного научного сообщества с целью проведения и развития фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ в области радиобиологии, радиэкологии, исследований и разработки рекомендаций для устранения последствий радиационных аварий глобального масштаба. Программа носит межведомственный характер, объединяя радиобиологические исследования, проводимые в национальных академиях наук и университетах Азербайджана, Армении, Беларуси, Грузии, Казахстана, Кыргызстана, России и Украины.

Ведущая и основополагающая роль в реализации мероприятий по выполнению Международной программы, созданию необходимых условий для успешной работы Международного совета по указанной программе принадлежит Российской академии наук.

Приоритетным направлением работы Международного совета, особенно в 2010–2011 гг., были подготовка и проведение в упомянутых странах итоговых мероприятий, связанных с 25-летием аварии на Чернобыльской АЭС, в частности, запланированных на его заседании от 26 октября 2010 г. в Москве. В соответствии с принятыми на этом заседании решениями члены Международного совета приняли самое активное участие в организации, проведении и работе научных форумов, подготовке и изданию сборников работ, фундаментальных статей, экспертных материалов ведущих ученых разных стран о последствиях чернобыльской катастрофы и рекомендаций по их преодолению. Так, 11–15 апреля 2011 г. радиобиологические общества России и Украины провели в г. Славутич (Украина)

международную конференцию «Радиобиологические и радиозэкологические аспекты Чернобыльской катастрофы», активное участие члены Совета приняли в работе международных конференций «Двадцать пять лет Чернобыльской катастрофы. Безопасность будущего» (Киев, 20–22 апреля 2011 г.), «Экология человека в постчернобыльский период» (Москва, 24–26 ноября 2010 г.), подобных конференциях в Армении и Грузии. Согласно постановлению Международного совета по программе подготовлен учеными ряда стран и опубликован в журнале «Радиационная биология. Радиозэкология» (т. 51, вып. 4, 2011) объемный экспертный документ к 25-летию с момента аварии на Чернобыльской АЭС, а также сборник научных статей «Уроки Чернобыля. 25 лет спустя» (т. 51, спецвыпуск № 1, 2011), а в издательстве Nova Science Publishers, NY, USA подготовлен выпуск англоязычного варианта этого сборника.

Вместе с тем Международный совет программы «Современные проблемы радиобиологии: наука и практика» в осуществлении своей деятельности имеет определенные трудности и проблемы организационного порядка, которые требуют помощи в их преодолении, прежде всего академий наук, входящих в МААН.

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

1. Одобрить деятельность Международного совета Международной программы стран СНГ «Современные проблемы радиобиологии: наука и практика» и отметить его успешную работу по координации и активизации научных исследований в области радиобиологии и радиозэкологии в странах, ученые которых принимают участие в выполнении программы.

2. Отметить большой вклад Международного совета программы в организацию и проведение мероприятий, приуроченных к трагическому юбилею – 25-летию катастрофической аварии на Чернобыльской АЭС, подведение итогов исследования ее последствий, разработку рекомендаций и прогнозов на будущее.

3. Рекомендовать руководству академий наук – членов МААН оказывать всевозможное содействие созданию объединенных международных научных коллективов для проведения и развития фундаментальных исследований и прикладных разработок в области радиобиологии и радиозэкологии.

Президент Международной  
ассоциации академий наук  
академик НАН Украины

Б. Е. Патон

**Совет Международной ассоциации академий наук**

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

22 октября 2011 г.

№ 220

г. Киев

О деятельности  
Международной ассоциации  
институтов истории стран СНГ в 2006–2011 гг.

В 2006–2011 гг. ежегодно проводились заседания Международной ассоциации институтов истории стран СНГ (далее – Ассоциация). Они состоялись в Душанбе, Киеве, Кишиневе, Ереване и Москве соответственно. В ходе заседаний было принято решение о необходимости постоянного обмена мнениями между ведущими учеными-историками стран СНГ для оказания помощи в изучении истории стран СНГ и ее освещении в учебной литературе. В рамках этих встреч состоялись научные круглые столы по наиболее дискуссионным вопросам нашего общего прошлого.

Помимо научных проблем, на заседаниях был рассмотрен также ряд организационных вопросов и принята программа деятельности Ассоциации на ближайшие годы. Было принято решение издавать на русском языке общий журнал, в котором будет публиковаться информация о деятельности историков стран Содружества, в том числе об издании учебников и учебных пособий. Важное место в журнале будет отведено дискуссиям по актуальным и острым вопросам, а также рецензиям на опубликованные книги и учебники. Была также единодушно поддержана идея проведения ежегодных летних школ для молодых ученых-историков стран СНГ.

В 2007 г. вышел в свет первый номер журнала Ассоциации «Историческое пространство (Проблемы истории стран СНГ)». К началу 2011 г. были опубликованы еще 4 выпуска журнала, на страницах которого рассматриваются актуальные вопросы истории республик СССР и стран СНГ. Сдан в печать 6-й выпуск журнала Ассоциации.

В 2006–2011 гг. в Москве, Санкт-Петербурге, Кишиневе, Ереване, Минске и Бишкеке соответственно были проведены ежегодные Международные летние школы молодых историков стран СНГ по различным проблемам истории стран Содружества. Очередная седьмая Международная летняя школа пройдет в 2012 г. в Украине.

В Киеве 22 октября 2011 г. в рамках программы работы VI Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ состоится седьмое заседание Ассоциации. Среди вопросов, которые будут на нем обсуждаться, особо следует отметить следующие: 1) подготовка и создание совместными усилиями межархивного путеводителя стран СНГ; 2) возможность создания общего учебного пособия по истории Второй мировой и Великой Отечественной войн.

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

1. Одобрить работу Международной ассоциации институтов истории стран СНГ в 2006–2011 гг. по развитию научного сотрудничества ученых-историков Содружества.

2. Просить академии наук и организации, входящие в МААН, оказывать Международной ассоциации институтов истории стран СНГ всяческое содействие в проведении ее мероприятий.

Президент Международной  
ассоциации академий наук  
академик НАН Украины

Б. Е. Патон

**Совет Международной ассоциации академий наук**

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

22 октября 2011 г.

№ 221

г. Киев

О поддержке  
Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества  
государств – участников СНГ мероприятий МААН

24 сентября 2009 г. в Кишиневе во время проведения IV Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ был подписан Меморандум о взаимопонимании между Международной ассоциацией академий наук и Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников Содружества Независимых Государств.

В соответствии с упомянутым меморандумом МФГС по обращениям МААН и ряда организаций, входящих в Ассоциацию, оказал значительную финансовую поддержку в обеспечении организации и проведения крупных международных научных мероприятий в СНГ. Среди них: ежегодные Высшие курсы для молодых ученых, аспирантов и студентов старших курсов стран СНГ по современным методам исследования наносистем и материалов, международные летние школы молодых ученых-историков, создание и развитие Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ, Конкурс молодых ученых стран СНГ на соискание международной премии Совета по гуманитарному сотрудничеству государств – участников СНГ и Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ «Содружество дебютов», международная научно-практическая конференция «Технические музеи как инструмент сохранения исторического наследия и важный элемент развития мировой цивилизации» (2–3 июня 2010 г., г. Донецк и г. Енакиево (Украина)), V Сессия Совета по книгоизданию при МААН и Международная научная конференция «Историко-культурное взаимодействие на пространстве СНГ в контексте развития книгоиздания, книгообмена и науки о книге» (4–6 октября 2011 г., Киев).

Отмечая весомый вклад МФГС в обеспечение проведения важнейших международных научных мероприятий, Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

1. Одобрить результаты взаимодействия Международной ассоциации академий наук с Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ (МФГС) в 2009–2011 гг.

2. Выразить глубокую признательность руководству МФГС и лично его исполнительному директору, Чрезвычайному и Полномочному Послу А. Б. Смба-тяну за конструктивное содействие развитию и углублению сотрудничества ученых стран СНГ как важного фактора укрепления Содружества, за оказание Фондом существенной финансовой поддержки ряда крупных мероприятий по развитию международных научных связей, реализованных с участием МААН и имеющих большой резонанс в обществе.

Рекомендовать руководству МААН и в дальнейшем поддерживать и развивать плодотворные связи с МФГС с целью обеспечения наиболее эффективного использования потенциала Ассоциации в интересах научного сообщества стран СНГ.

Президент Международной  
ассоциации академий наук  
академик НАН Украины

Б. Е. Патон

## БОРИС ПАТОН: «АКАДЕМИЧЕСКАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ НАУКИ ПОЛНОСТЬЮ СЕБЯ ОПРАВДЫВАЕТ»\*

*В октябре в Киеве прошел VI форум творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ, к которому был приурочен ряд мероприятий Международной ассоциации академий наук (МАН). Во время одной из этих встреч – Пятой сессии Совета по книгоизданию при МАН (подробности о ней см. в ближайших номерах «Поиска») – нашему корреспонденту удалось побеседовать с президентом Национальной академии наук Украины, президентом МАН, действительным членом Российской академии наук Борисом ПАТОНОМ.*

– Борис Евгеньевич, после распада СССР Украина и Россия уже 20 лет идут своими собственными путями. К сожалению, большая часть официальных новостей с Украины, доходящих сегодня до нас, связана лишь с газовыми вопросами и политическими скандалами. Поэтому хотелось бы из первых рук узнать о ситуации, в которой находится украинская наука сегодня. Удалось ли ученым наших стран, несмотря ни на какие политические разногласия, сохранить добрые отношения друг с другом, поддерживать общий вектор развития постсоветской науки?



– Сотрудничество ученых наших стран, безусловно, сохранилось и успешно развивается, а Российскую академию наук и Национальную академию наук Украины объединяют давние творческие и плодотворные связи. Для нас, украинских ученых, это очень важно. РАН всегда была и продолжает оставаться величайшим мировым центром фундаментальной науки. Наше взаимодействие в настоящее время регламентируется Соглашением о научно-техническом сотрудничестве между РАН и НАН Украины от 2011 года, которое заменило Договор о сотрудничестве между обеими академиями от 1992 года, а также постановлениями, принятыми по результатам проведения совместных заседаний президиумов академий в 2002, 2003 и 2011 годах.

Хотел бы подчеркнуть, что на протяжении последних 20 лет регулярные контакты поддерживаются как на уровне руководства академий, так и на уровне

\* По материалам газеты «Поиск» (2011, № 46).

отдельных творческих коллективов. Ученые выполняют сейчас сотни общих научных проектов по близким или одинаковым приоритетным направлениям. Это касается, например, таких программ, как «Развитие сотрудничества в области нанотехнологии между Российской Федерацией и Украиной на 2009–2012 годы», «Астрокосмические исследования в Приэльбрусье. 2010–2014 годы». С 2011 года действует программа научных исследований РАН и НАН Украины «Черное море как имитационная модель океана». В последние годы активизировалось взаимодействие ученых-социогуманитариев обеих академий.

Отдельно хотелось бы отметить наши тесные связи с Сибирским отделением РАН. Они развиваются в рамках Договора о научном сотрудничестве между НАН Украины и СО РАН от 1998 года, обновленного в апреле 2011-го во время визита в Киев делегации этого отделения во главе с его председателем вице-президентом РАН академиком Александром Асеевым.

Плодотворно взаимодействуют российские и украинские ученые и в сфере научно-технического сопровождения атомной энергетики. Кстати, совсем недавно в Севастополе завершил работу четвертый Международный научно-технический семинар-совещание «Развитие атомной энергетики – фактор постоянного межгосударственного сотрудничества», который проводится под эгидой РАН и НАН Украины. Уверен, что эта встреча будет способствовать партнерству РФ и Украины в реализации совместных планов в этой исключительно важной для стран сфере.

И наконец, нельзя не отметить, что сотрудничеству ученых наших стран в значительной степени способствуют конкурсы научных проектов, которые РФФИ и РГНФ проводят совместно с НАН Украины и Государственным фондом фундаментальных исследований Украины.

Несомненно, для обоих государств очень перспективным является сотрудничество ученых в области нанофизики и наноэлектроники. Целесообразно также расширить взаимодействие ученых России и Украины в исследованиях космического пространства, в ядерной физике и энергетике, в использовании уникальных научных комплексов, в частности, научной базы Международного центра астрономических и медико-экологических исследований, расположенного в Приэльбрусье.

Большого внимания и поддержки на межгосударственном уровне требует сфера подготовки квалифицированных специалистов, в том числе той подготовки, что осуществляют для Украины МГУ им. М. В. Ломоносова и МФТИ. Хотел бы отметить, что если связи нашей академии и МФТИ имеют уже традиционный характер, то установившемуся в последнее время сотрудничеству с МГУ и благодаря этому с Евразийской ассоциацией университетов мы придаем очень большое значение.

Кроме того, еще одним приоритетным направлением сотрудничества ученых Украины и России должно стать более активное совместное участие в крупных международных научных программах и проектах.

– Как сегодня на Украине организовано взаимодействие науки и индустрии, насколько оно эффективно?

– К сожалению, все еще недостаточно эффективно. Внедрение новейших научных результатов в производство требует немалых инвестиций, в то время как инвестиционный климат в Украине не очень благоприятен. Многие перспективные разработки остаются на стадии лабораторных или опытных образцов.

В 1980-е годы заказы предприятий, в первую очередь относящихся к так называемой оборонке, давали нашей академии средства, даже превышающие финансирование из госбюджета. Эти заказы и инвестиции имели огромное значение и для самой науки – как фундаментальной, так и прикладной, и для того, что сейчас называют инновациями.

За последние два десятилетия мы в значительной мере утратили важнейшее связующее звено между наукой и промышленностью – опытно-производственную базу. Не получили должного развития и новые формы инновационной инфраструктуры. Как следствие, многие из академических институтов лишились реальной возможности выходить на рынок с полностью готовыми к внедрению разработками. А это как раз то, чем славилась наша Академия наук и что должно было составить ее главное преимущество при переходе к рыночным взаимоотношениям с промышленностью.

В свое время мы возлагали большие надежды на технологические парки, которые по инициативе НАН Украины, поддержанной правительством, были созданы при определяющем участии отдельных ведущих академических институтов. В первый период своей деятельности эти технопарки продемонстрировали довольно обнадеживающие результаты. К сожалению, в силу разных причин, прежде всего отмены действительно необходимых для них льгот и преференций, они до сих пор не стали локомотивами технологического перевооружения отечественного производства.

Тем не менее, несмотря на огромные трудности, целому ряду наших учреждений удалось найти свое место на рынке наукоемкой и высокотехнологичной продукции. Одним из действенных механизмов выхода на такой рынок стал организованный впервые в 2004 году в академии по инициативе и при поддержке Кабинета министров Украины ежегодный конкурс научно-технических проектов. Необходимо отметить, что работы по проектам выполняются академическими институтами вместе с заинтересованными производственными структурами, которые кроме партнерского финансирования проекта берут на себя обязательства по внедрению созданного продукта или его серийному выпуску.

Приведу лишь несколько примеров успешной реализации таких проектов. Использование на малодобитных буровых скважинах Харьковской, Сумской и Полтавской областей новой технологии добычи нефти, газа и газоконденсата позволило увеличить добычу сырья в 6–8, а в некоторых случаях до 30 раз. Технология высокочастотной электросварки мягких живых тканей позволила существенно повысить качество хирургических операций, сократить их продолжительность

и период восстановления пациента. Проведено уже свыше 80 тысяч таких операций. Министерства здравоохранения Украины и России, а также медицинские структуры США и Евросоюза дали разрешение на клиническое применение этой технологии в хирургической практике.

Безусловно, нам необходимо более активно привлекать частный капитал, бизнес-структуры, заинтересованные в выпуске новой наукоемкой продукции. И определенные шаги в этом направлении уже сделаны. Так, начато сотрудничество с Ассоциацией «Инновационные предприятия Украины», в рамках которого создается производство медицинских имплантатов с биоактивным покрытием, потребность в которых для Украины достигает 50 тысяч штук. Кроме того, готовятся проекты по выпуску ферментного мультибиосенсора для оперативного определения некоторых токсичных веществ и анализатора водных и водно-спиртовых растворов для исследования наличия вредных примесей в напитках. Совместно с ООО «НаноТехнологии в медицине» налаживается промышленное производство медпрепаратов на основе наночастиц серебра и меди.

Однако, повторюсь, взаимодействие науки и производства в Украине в значительной мере усложняется из-за ограниченных финансовых возможностей промышленных предприятий, в том числе частных, заинтересованных в научно-технических инновациях, и отсутствия такой заинтересованности у многих из тех, кто имеет финансовые ресурсы. И тут уже требуется эффективная государственная политика стимулирования отечественного производителя.

*– Осуществляется ли сегодня на Украине взаимодействие между академическими структурами и вузами? Насколько успешно? Развивается ли в вузах исследовательская компонента силами государства?*

– Укрепление связей науки и образования всегда было и остается одним из приоритетных направлений деятельности НАН Украины. Сейчас многоплановое сотрудничество академии с высшей школой включает проведение совместных научных исследований, круг которых достаточно широк, подготовку кадров высокой квалификации, совместное использование уникального научного оборудования, написание общими усилиями монографий, учебников, пособий. На базе как академических учреждений, так и многих университетов создаются новые и успешно работают уже существующие совместные научно-учебные структуры – факультеты, лаборатории, филиалы кафедр и т. п. Ученые нашей академии ведут активную педагогическую работу в ведущих университетах страны, что, без сомнения, способствует повышению качества подготовки студентов.

Государство в последние годы прилагает немалые усилия для развития исследований в наших вузах. Так, реализуется целевая научно-техническая и социальная программа «Наука в университетах», направленная на активизацию научной деятельности университетов. Кроме того, вузы, которые имеют весомые научные достижения, осуществляют исследовательскую и инновационную деятельность, обеспечивают интеграцию образования и науки с производством, принимают участие в реализации международных проектов и программ, могут

претендовать на получение статуса исследовательского университета, который предусматривает получение ряда преференций для своего развития. Среди уже получивших такой статус – Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический университет», Национальный университет «Львовская политехника», Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина.

Вместе с тем построение в Украине экономики и общества, основанных на знаниях, возможно только с более широким и глубоким привлечением к образовательному процессу современной науки. При этом, по нашему мнению, интеграционные процессы должны происходить с учетом отечественных традиций развития как науки, так и образования, способствовать эффективному взаимодействию университетов с научными учреждениями академии на постоянной основе, развитию образовательной компоненты в научных учреждениях НАН Украины и научной – в университетах.

*– В России постоянно идут споры о целесообразности сохранения такой структуры, как Академия наук, все больше урезаются ее бюджет и права. Есть ли подобные проблемы на Украине? В какой ситуации находятся сегодня другие академии на постсоветском пространстве? Что вы в целом думаете об академическом устройстве науки – американском, европейском, постсоветском? Где оно сейчас имеет наиболее эффективную форму?*

– В Украине таких постоянных споров нет, и так вопрос, слава Богу, не ставился. Но периодически, особенно в первые годы независимости, определенными кругами предпринимались попытки реформировать на свой лад Национальную академию наук. Предлагалось, например, разделить академию на две части – чисто фундаментальную и прикладную или решить проблему интеграции науки и образования, присоединив отдельные академические институты к университетам. К счастью, эти и другие предложения такого рода не нашли поддержки ни в научной среде, ни в обществе, ни у государственной власти.

Хотел бы подчеркнуть, что, несмотря на все трудности и потери в 90-е годы прошлого века, академия сохранила высокий научный потенциал, основную инфраструктуру и квалифицированные кадры. Это произошло, прежде всего, благодаря самоотверженной работе наших ученых, целенаправленной политике академии по сохранению академических традиций и поддержке научных школ. И, безусловно, в значительной степени благодаря поддержке со стороны государства.

Несомненно, академическая наука на так называемом постсоветском пространстве должна быть более гибкой и более приспособленной к условиям рыночной экономики. Но я глубоко убежден, что академическая форма организации науки, особенно фундаментальной, себя полностью оправдывает. Противопоставление ее так называемой западной модели, активно выносимое время от времени на страницы газет и журналов, вызвано прежде всего некомпетентностью соответствующих публицистов и очень поверхностным их знанием того же

зарубежного опыта. Им кто-то внушил, что академии наук – это своего рода «советская выдумка», порождение тоталитарной системы. На самом деле, создание академий было обусловлено, прежде всего, ростом и усложнением самой науки, необходимостью заниматься ею профессионально и не в одиночку, а в составе мощных исследовательских коллективов. Именно поэтому еще Лейбниц ратовал за освобождение ученого от необходимости зарабатывать деньги за счет чтения лекций, за то, чтобы дать ему возможность полностью посвятить себя науке. Это была основная причина, побудившая его инициировать создание академий в Германии и в России.

В США и многих странах Европы для решения крупных исследовательских проблем создавались и создаются огромные научно-исследовательские комплексы, такие, например, как Окриджская и Ливерморская исследовательские лаборатории или Институты охраны здоровья, финансируемые непосредственно из бюджета государства. Сама логика развития науки привела к тому, что сегодня и на Западе исследовательские институты, существующие при университетах, приобретают все большую самостоятельность. Добавлю к этому и то, что академическая форма организации науки, объединяющая институты различных научных областей, как никакая другая позволяет консолидировать усилия ученых для решения комплексных проблем междисциплинарного характера.

*– На что направлена деятельность созданной вами Международной ассоциации академий наук?*

– Деятельность МААН, направленная на сохранение и развитие творческих связей между учеными, получила заслуженное признание в СНГ и за его пределами. С 2003 года наша ассоциация входит в перечень организаций, с которыми ЮНЕСКО поддерживает рабочие отношения. Межпарламентская ассамблея государств – участников СНГ в 2007 году предоставила МААН статус наблюдателя при ассамблее.

Очень важно, что с момента своего создания МААН стремится поддерживать конструктивный диалог с государственными структурами стран СНГ и органами Содружества. Так, дважды, в 1995 и 2007 годах, инициативы ассоциации по развитию сферы науки в Содружестве рассматривались Советом глав государств – участников СНГ и по ним принимались соответствующие решения.

МААН активно использует свою платформу, чтобы донести коллективное мнение ученых академий наук стран Содружества главам государств, правительствам и парламентам стран СНГ. Этому служили и обращения ассоциации в адрес президентов отдельных стран по вопросам функционирования национальных академий наук, и встречи членов Совета МААН с руководством государств, где проводились его заседания. Такие встречи давали возможность привлечь внимание высших должностных лиц к проблемам сферы науки, предлагать конструктивные пути их решения, а также содействовать сохранению академий наук, в частности, в Кыргызской Республике, в Республике Таджикистан. К сожалению, несмотря на обращения МААН, в Грузии Национальная академия наук

хотя и не ликвидирована, но ее научные учреждения переданы министерствам и университетам.

МААН также присоединилась к мнению многочисленных международных организаций и авторитетных ученых, направив руководству Болгарии письмо, в котором были выражены глубокая обеспокоенность и тревога в связи с появившейся информацией о планах ликвидации Болгарской академии наук. И эти усилия оказались не напрасными.

*– Насколько сегодня, на ваш взгляд, развиты на Украине такие «популярные» ныне области науки, как ИТ, биотехнологии, нанотехнологии? Какие сферы украинской науки сейчас наиболее успешны? Можете ли вы назвать два-три примера «прорывов» в украинской науке за последние 20 лет?*

– Названным вами областям науки и в нашей академии, и в Украине в целом уделяется приоритетное внимание. Как на государственном, так и на академическом уровнях реализуются соответствующие целевые научные и научно-технические программы. Конечно, в условиях ограниченного финансирования темпы исследований (особенно это касается крупных экспериментов) оставляют желать лучшего. Сказывается недостаток современного оборудования, хотя эту проблему нам частично удалось решить, осуществив в последние годы закупку целого ряда уникальных приборов по импорту и организовав центры коллективного пользования этими приборами. В значительной степени помогает и участие наших ученых в совместных с зарубежными коллегами научных проектах.

В целом, во всех упомянутых областях украинские ученые накопили немалый опыт и создали значительный научный задел. В информатике следует отметить, прежде всего, активное развитие работ по созданию интеллектуальных информационных технологий. На их основе, например, в последние годы разработан целый ряд оригинальных микроэлектронных приборов, готовых к запуску в производство, а некоторые из них уже серийно выпускаются на предприятиях Украины. По таким характеристикам и экономическим показателям, как экономичность, надежность, помехоустойчивость, себестоимость, эти устройства превышают заграничные аналоги, а по отдельным из них аналоги вообще отсутствуют.

В области нанотехнологий работы наших ученых в данный момент направлены на установление механизма образования наносистем и наноматериалов разного уровня сложности: атомных кластеров и фрактальных агрегатов, фуллеренов и нанотрубок, гетероструктур и пленок, покрытий и объемных наноматериалов, бионаноматериалов и наноматериалов медицинского назначения. И нанотехнологии в Украине хотя и медленно (в силу разных причин), но все же приходят в промышленное производство.

Что касается биотехнологии, то на сегодняшний день эта наука и смежные с ней направления, такие как нанобиотехнологии, биосенсорика и другие, развиваются в Украине наиболее динамично и успешно. Важно, что наши ученые, работающие в области биотехнологии, все более тесно взаимодействуют с коллегами, развивающими информационные технологии, в частности, грид и нанотехнологии.

Это позволяет получать все более качественные научные результаты и технологические разработки в геномике, биоинформатике, протеомике и т. д.

Среди других достаточно успешных сфер хотел бы отметить теоретическую физику, физику сверхнизких температур, астрономию, в том числе декаметровую радиоастрономию, материаловедение, молекулярную физиологию, прежде всего нейрофизиологию. Кстати, совсем недавно именно нашими нейрофизиологами было установлено ранее неизвестное привлечение определенных периферических рецепторов сенсорных нейронов к передаче болевых сигналов. Это очень важный результат, который открывает перспективы создания принципиально нового поколения обезболивающих препаратов.

Еще одним значительным результатом последнего времени является усовершенствование мощнейшего в мире радиотелескопа УТР-2, который входит в Европейскую сеть наиболее точных приборов подобного класса, и создание на его базе Гигантского украинского радиотелескопа.

В прошлом году физики, изучая перенос и воспроизведение когерентности между квантовыми состояниями атома, доказали возможность увеличения на несколько порядков времени сохранения квантовой информации. Нет сомнений, что этот результат важен не только для самой науки, с ним связаны и новые возможности дальнейшего развития самых современных технологических направлений.

Можно было бы привести и другие примеры. Вместе с тем, к величайшему сожалению, следует откровенно признать, что достижений украинских ученых высшего мирового уровня, настоящих прорывов в науке сейчас все еще не хватает.

*– Считается, что НАН Украины осталась в прежнем виде только благодаря вашим усилиям. Как вам это удалось?*

– Нашей Академии наук удалось сохраниться благодаря, можно без преувеличения сказать, самоотверженной работе наших ученых и существенной поддержке со стороны государства. Следует отметить, что и в прежние времена, и сегодня руководство нашей страны очень хорошо понимало и понимает важнейшую роль науки в современном обществе. Еще в январе 1992-го нашей академии указом первого президента Украины был дан статус высшего научного учреждения в государстве с правами самоуправления. Со временем этот статус был закреплен и на законодательном уровне.

У правительства нашли поддержку многие инициативы академии по более эффективному привлечению отечественного научного потенциала к решению актуальных государственных проблем. Недавно наши ученые направили руководству страны предложения по решению такой чрезвычайно важной для Украины проблемы, как повышение уровня энергосбережения в отечественной производственной сфере. Их реализация позволила бы в ближайшие пять лет вдвое сократить расход природного газа.

Налаживанию диалога с властью, развитию постоянных деловых контактов содействует и существующая практика посещения руководством государства на-

ших институтов, выставок научно-технических разработок, участия в работе сессий общих собраний академии, личных встреч. Так, в июне этого года состоялась встреча президента Украины Виктора Януковича с президентом Национальной академии наук, главной темой которой была модернизация Украины и участие в этом процессе национальной науки.

*– Уделяется ли на Украине внимание популяризации науки? Каким образом? Привлекаете ли вы в науку детей, школьников?*

– Конечно, уделяется, хотя и не в тех масштабах, как хотелось бы. Прежде всего, мы стремимся публиковать в доступном широкому кругу изложении результаты новейших научных исследований и историю становления отечественных научных школ. Академия издает научно-популярный журнал «Світогляд» («Мировоззрение»), ориентированный на старших школьников, студентов. С 2003 года по решению Президиума НАН Украины издается серия научно-популярных книг «Наука для всех». На сегодня вышло уже 11 наименований книг, которые бесплатно распространяются по ведущим библиотекам страны, преимущественно – детским и юношеским.

Помимо этого, наши институты ежегодно своими силами издают более 200 наименований научно-популярных книг. Ознакомиться с этими книжными новинками можно и на сайте НАН Украины, и на книжных выставках в Украине и за рубежом. Только за последние два года наша продукция была представлена в Туркменистане, Казахстане, Латвии, несколько раз – в России.

Мы не ограничиваемся только издательской деятельностью. В этом году был проведен уже пятый по счету ежегодный Всеукраинский фестиваль науки. Его мероприятия (а это научные чтения, круглые столы, дни открытых дверей, выставки, конкурсы и т. п.) охватывают практически все города страны, где работают академические институты и ведущие вузы.

Что касается привлечения в науку детей, школьников, хотелось бы подчеркнуть, что для нашей академии пополнение своих научных учреждений талантливой молодежью и их закрепление в науке является одной из важнейших задач. Мы ведем активную работу по поиску и поддержке будущей научной смены в рамках такой хорошо зарекомендовавшей себя еще со времен СССР формы внешкольной работы, как Малая академия наук (МАН). Наши ученые руководят секциями, кружками МАН, входят в состав жюри различных конкурсов. Школьникам предоставляется возможность не только знакомиться с современным уровнем исследований, но и участвовать в научных работах, проводимых академическими учреждениями. В последние годы эта деятельность существенно укрепилась как в организационном, так и в финансовом отношении. МАН сейчас имеет целевое финансирование из государственного бюджета, разветвленную региональную структуру, статус национального центра, находящегося в ведении НАН Украины и Министерства образования и науки, молодежи и спорта.

– Вы – ровесник НАН Украины. Скажите, как вам удается сохранить бодрость духа и «боевой настрой» в вашем возрасте? В чем секрет?

– На мой взгляд, рецепт тут только один – нужно всецело отдаваться работе, быть верным избранному пути. Для меня наука – это вся моя жизнь. И я тут отнюдь не уникален. История мировой науки, в том числе и в России, и в Украине, дает этому немало свидетельств и ярких примеров.

Подготовила Анна ШАТАЛОВА

Фото автора

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

УДК 575.174.015.3

В. А. СИНЕЛЁВ, А. С. БАБЕНКО, А. В. СВИРИД, Т. В. ШКЕЛЬ

### ВЗАИМОСВЯЗЬ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА С ПОЛИМОРФИЗМОМ ГЕНОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ

*Институт биоорганической химии НАН Беларуси*

*(Поступила в редакцию 29.08.2011)*

*Работа посвящена изучению ассоциации полиморфизма +9/-9 гена BDKRB2, полиморфизмов a/b и G894T гена NOS3, полиморфизма M235T гена AGT и полиморфизма A1166C гена AGTR1 с физической работоспособностью человека. Генотипированы 614 квалифицированных спортсменов различной специализации и 262 человека контрольной группы, не занимавшихся профессиональным спортом. По сравнению с контрольной группой в группе атлетов показано значимое повышение частоты встречаемости генотипа -9-9 по полиморфизму +9/-9 гена BDKRB2 и генотипа AA по полиморфизму A1166C гена AGTR1, а также снижение частоты встречаемости генотипа +9+9 по полиморфизму +9/-9 гена BDKRB2, генотипа aa по полиморфизму a/b и генотипа TT по полиморфизму G894T гена NOS3 и генотипа CC по полиморфизму A1166C гена AGTR. Выявлена общая предрасположенность белорусской популяции к скоростно-силовым нагрузкам. Показана разница в генетической структуре атлетов, специализирующихся в различных спортивных дисциплинах, а также имеющих различный тип энергообеспечения.*

**Введение.** Наследственность в значительной степени обуславливает развитие и проявление физических качеств человека [1]. Показано [2; 3], что полиморфизм генов, определяющих гемодинамические показатели человека, в частности, кодирующих компоненты калликреин-кининовой системы, а также системы ренин-ангиотензин, тесно ассоциирован с наследственной предрасположенностью к физической работоспособности, причем основными маркерами являются гены BDKRB2, NOS3, AGT и AGTR1 [4; 5].

Ген *BDKRB2* (14q23) кодирует  $\beta$ 2-рецептор брадикинина [6]. Воздействие брадикинина на рецептор увеличивает потребление глюкозы скелетными мышцами, стимулирует продукцию эндотелием оксида азота, что ведет к вазодилатации и, следовательно, улучшению кровоснабжения мышечной ткани. Инсерция 9 пар оснований (аллель +9) в 1-м экзоне гена  $\beta$ 2-рецептора брадикинина связана с низкой степенью экспрессии продукта гена  $\beta$ 2-рецептора брадикинина [7]. Альтернативный аллель, содержащий делецию (-9), связан с усилением действия брадикинина и повышением эффективности энергообеспечения мышечной ткани [8–11].

Эндотелиальная конститутивная NO-синтаза (*NOS3*; 7q36) синтезирует монооксид азота, который принимает участие в регуляции сосудистого тонуса, ингибирует агрегацию тромбоцитов, адгезию лейкоцитов, пролиферацию сосудистых гладкомышечных клеток, в том числе гипертрофию левого желудочка, ограничивает окисление компонентов липопротеинов низкой плотности [12; 13]. Имеются данные об ассоциации полиморфизма переменного числа tandemных повторов в 4-м интроне (полиморфизм a/b), а также однонуклеотидной замены G894T в 7-м экзоне, с изменением уровня продукции NO [14]. **Наличие четырех 27-нуклеотидных участков (аллель a) вместо пяти (аллель b) обуславливает снижение активности фермента и, как следствие, уровня оксида азота [15]. Снижение уровня NO характерно также и для носителей аллеля T по полиморфизму G894T, который обуславливает замену глутамина на аспарагин в 298 положении.**

Ангиотензиноген (*AGT*, 1q42) является предшественником ангиотензина-I и секретируется гепатоцитами [16]. Одним из наиболее физиологически значимых структурных полиморфизмов является полиморфизм M235T, приводящий к замене метионина на треонин. Наличие одного или двух T-аллелей по 235-й позиции приводит к существенному повышению уровня ангиотензиногена в плазме, что ведет, в конечном счете, к увеличению содержания ангиотензина-II [17–19]. По некоторым данным, T-аллель ассоциирован с гипертрофией левого желудочка у атлетов [18].

Ген рецептора ангиотензина-II 1-го типа (*AGTR1*, 3q21–3q25) характеризуется наличием полиморфизма A1166C, который сказывается на функциональной активности рецептора и осуществлении эффектов ангиотензина-II в клетке [20]. Предполагается, что повышенная активность рецептора за счет мутации-замены (генотип CC) может приводить к более выраженному гипертрофическому ответу клетки. CC-генотип ассоциирован также с повышенной вазоконстрикцией [21; 22].

Наличие благоприятных аллельных вариантов упомянутых генов обеспечивает более эффективное выполнение физической работы [2; 3], и, следовательно, способствует достижению лучших результатов в различных видах спорта. Сочетание благоприятных аллелей в одном геноме должно в еще большей степени повышать предрасположенность к определенному виду нагрузок [5].

Цель исследования – выявление взаимосвязи полиморфизма генов *BDKRB2*, *NOS3*, *AGT* и *AGTR1* с уровнем физической работоспособности, а также изучение

особенностей генетической структуры атлетов различной специализации по данным генам.

**Материалы и методы исследования.** В настоящей работе использовались следующие реактивы: KCl, Tween-20, Трис(гидроксиметил)аминометан (Трис) и этилен-диаминтетраацетат натрия (Na-ЭДТА); гуанидина тиоцианат (Sigma, США); дитиотреитол (Gibco BRL, США); смесь dNTP (Roche Diagnostics GmbH, Германия); синтетические олигонуклеотиды (Синтол, Россия); термостабильная Taq ДНК-полимераза и буфер для амплификации (производство ИБОХ НАН Беларуси).

В исследовании были использованы образцы геномной ДНК профессиональных спортсменов различной квалификации, специализирующихся на следующих спортивных дисциплинах: плавание, академическая гребля, конькобежный спорт, триатлон, футбол, лыжные гонки, баскетбол, велоспорт, тяжелая атлетика, бег, метание, многоборье.

По полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* и полиморфизму a/b гена *NOS3* было генотипировано 614 профессиональных атлетов и 262 человека, не занимавшихся профессиональным спортом. По полиморфизму G894T гена *NOS3*, полиморфизму M235T гена *AGT* и полиморфизму A1166C гена *AGTR1* было генотипировано 558 спортсменов и 164 представителя контрольной группы.

ДНК выделялась из клеток Buccalного эпителия, получаемых посредством мазка, с использованием набора ДНК-ВК (производство ИБОХ НАН Беларуси), в основе которого лежит сорбционный метод выделения ДНК.

Для определения полиморфизма целевых генов применялись различные стратегии генотипирования, оптимизация которых описана в [23; 24].

*Определение полиморфизма +9/-9 гена BDKRB2 и полиморфизма a/b гена NOS3.* Поскольку оба полиморфизма характеризуются наличием вставки или делеции в зависимости от аллельного варианта, целесообразным явилось применение фрагментного анализа. Были применены специфичные праймеры для амплификации полиморфного участка каждого из генов. В каждом случае 5' праймер содержал на 5' конце флуоресцентную метку (5(6)-карбоксихлорофлуоресцеин – FAM). Продуктом амплификации *BDKRB2* являются фрагменты гена длиной 100 (для инсерции) и 91 (для делеции) пар оснований (п. о.), амплификация *NOS3* позволила получить фрагменты длиной 393 (a) и 420 (b) п. о. **Разделение и детекция флуоресцентномеченых фрагментов** осуществлялась при помощи генетического анализатора Applied Biosystems 3130.

*Определение полиморфизма G894T гена NOS3 и полиморфизма M235T гена AGT.* Для обоих полиморфизмов было сконструировано по паре специфических праймеров, позволяющих амплифицировать участок, содержащий полиморфный нуклеотид. Также были сконструированы по два флуоресцентномеченых зонда – по одному для каждого из полиморфных аллелей. В каждом из комплектов альтернативные зонды различались по своей последовательности лишь на один нуклеотид, а также содержали различные флуоресцентные метки (для одного

из аллелей – FAM (5(6)-карбоксифлуоресцеин), для другого – TAMRA (5(6)-карбокситетраметилпродамин)) и соответствующие им гасители флуоресценции. В состав зондов были введены LNA (Locked Nucleic Acids) с целью увеличения их специфичности и повышения температуры плавления [25]. Полимеразная цепная реакция в режиме реального времени проводилась с использованием амплификатора Applied Biosystems 7500. Аллельная дискриминация осуществлялась посредством оценки уровня флуоресценции каждого из двух альтернативных зондов.

**Определение полиморфизма A1166C гена AGTR1.** Было сконструировано две пары праймеров, по числу аллелей. В каждой паре один из праймеров являлся аллель-специфичным, его 3' концевой нуклеотид совпадал с позицией однонуклеотидной замены. Вторым праймер – аллель-неспецифичен. Аллель-специфичные праймеры для различных аллелей были подобраны на разных цепях ДНК: один на смысловой цепи, другой – на антисмысловой. Таким образом, одновременно могла протекать амплификация с участием одной из пар праймеров, либо же, в случае гетерозиготного генотипа, амплификация сразу двух фрагментов. Положение аллель-неспецифических внешних праймеров обеспечивало различную длину (197 и 224 п. о.) амплифицируемых фрагментов в зависимости от аллеля. Реакция проходила в присутствии интеркалирующего красителя SYBR Green. По ее завершению осуществлялось построение кривых плавления, анализ которых позволял дискриминировать аллельные варианты на основании наличия продуктов амплификации различной длины, соответственно различающихся по температуре плавления. Для проведения реакции использовался амплификатор Applied Biosystems 7500.

Данные обрабатывались статистически с помощью программного пакета SPSS. Для выявления статистически значимых различий между выборками использовался многомерный критерий углового преобразования Фишера ( $\phi$ ).

**Результаты и их обсуждение.** На основании анализа результатов ПЦР были определены генотипы в опытной и контрольной группах по полиморфизму исследуемых генов. Данные представлены в табл. 1.

Выявленные статистически значимые различия в генетической структуре атлетов и контрольной группы перечислены ниже.

Пловцы: снижение частоты встречаемости генотипа +9+9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 36,38 % ( $\phi_{\text{эмп}} = 3,313$ ,  $\rho < 0,05$ ), генотипа aa по полиморфизму a/b на 100 % ( $\phi_{\text{эмп}} = 5,196$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа TT по полиморфизму G894T на 100 % ( $\phi_{\text{эмп}} = 3,698$ ,  $\rho < 0,05$ ) гена *NOS3* и генотипа CC по полиморфизму A1166C гена *AGTR1* на 100 % ( $\phi_{\text{эмп}} = 5,884$ ,  $\rho < 0,05$ ), а также повышение частоты встречаемости генотипа -9-9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 113,6 % ( $\phi_{\text{эмп}} = 4,623$ ,  $\rho < 0,05$ ), генотипа bb по полиморфизму a/b на 16,31 % ( $\phi_{\text{эмп}} = 2,776$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа GG по полиморфизму G894T на 17,76 % ( $\phi_{\text{эмп}} = 3,076$ ,  $\rho < 0,05$ ) гена *NOS3* и генотипа AA по полиморфизму A1166C гена *AGTR1* на 37,15 % ( $\phi_{\text{эмп}} = 3,873$ ,  $\rho < 0,05$ ).

Т а б л и ц а 1. Генетическая структура опытной и контрольной групп по полиморфизму генов *BDKRB2*, *NOS3*, *AGT* и *AGTR1*

Ген (полиморфизм)	Генотип	Спортсмены		Контроль		$\Phi_{эмп}$
		<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	
<i>BDKRB2</i> (+9/-9)	+9+9	155	25,24	89	33,97	2,615
	+9-9	282	45,93	137	52,29	1,735
	-9-9	177	28,83	36	13,74	5,082
<i>NOS3</i> (a/b)	aa	5	0,81	16	6,11	4,336
	ab	166	27,04	76	29,01	0,596
	bb	443	72,15	170	64,89	2,114
<i>NOS3</i> (G894T)	TT	6	1,08	8	4,88	2,657
	TG	117	20,97	41	25	1,07
	GG	435	77,96	115	70,12	2,038
<i>AGT</i> (M235T)	TT	66	11,83	21	12,8	0,349
	MT	253	45,34	83	50,61	1,193
	MM	239	42,83	60	36,59	1,43
<i>AGTR1</i> (A1166C)	CC	7	1,25	17	10,37	4,819
	AC	193	34,59	66	40,24	1,306
	AA	358	64,16	81	49,39	3,377

Гребцы: снижение частоты встречаемости генотипа CC по полиморфизму A1166C гена *AGTR1* на 100 % ( $\Phi_{эмп} = 3,266$ ,  $\rho < 0,05$ ), а также повышение частоты встречаемости генотипа -9-9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 136,02 % ( $\Phi_{эмп} = 2,579$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа AA по полиморфизму A1166C гена *AGTR1*.

Конькобежцы: снижение частоты встречаемости генотипа aa по полиморфизму ab на 100 % ( $\Phi_{эмп} = 2,827$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа TT по полиморфизму G894T на 100 % ( $\Phi_{эмп} = 2,338$ ,  $\rho < 0,05$ ) гена *NOS3* и генотипа CC по полиморфизму A1166C гена *AGTR1* на 100 % ( $\Phi_{эмп} = 3,889$ ,  $\rho < 0,05$ ).

Триатлонисты: снижение частоты встречаемости генотипа +9+9 на 100 % ( $\Phi_{эмп} = 3,67$ ,  $\rho < 0,05$ ) а также повышение частоты встречаемости генотипа -9-9 на 263,9 % ( $\Phi_{эмп} = 2,523$ ,  $\rho < 0,05$ ) по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2*.

Лыжники: снижение частоты встречаемости генотипа CC по полиморфизму A1166C гена *AGTR1* на 100 % ( $\Phi_{эмп} = 2,332$ ,  $\rho < 0,05$ ).

Велосипедисты: снижение частоты встречаемости генотипа +9+9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 63,2 % ( $\Phi_{эмп} = 2,448$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа CC по полиморфизму A1166C гена *AGTR1* на 100 % ( $\Phi_{эмп} = 2,601$ ,  $\rho < 0,05$ ), а также повышение частоты встречаемости генотипа -9-9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 203,27 % ( $\Phi_{эмп} = 3,029$ ,  $\rho < 0,05$ ).

Тяжелоатлеты: снижение частоты встречаемости генотипа CC по полиморфизму A1166C гена *AGTR1* на 100 % ( $\Phi_{эмп} = 2,332$ ,  $\rho < 0,05$ ).

Многоборцы: снижение частоты встречаемости aa по полиморфизму a/b гена *NOS3* на 100 % ( $\Phi_{эмп} = 2,962$ ,  $\rho < 0,05$ ), а также повышение частоты встречаемости генотипа -9-9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 94,97 % ( $\Phi_{эмп} = 2,242$ ,  $\rho < 0,05$ ).

Среди футболистов, баскетболистов, бегунов и метателей значимых различий по сравнению с контрольной группой не выявлено.

Среди спортсменов в целом по сравнению с группой контроля наблюдалось снижение частоты встречаемости генотипа +9+9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 25,69 % ( $\varphi_{эмп} = 2,615$ ,  $\rho < 0,05$ ), генотипа аа по полиморфизму а/б на 86,74 % ( $\varphi_{эмп} = 4,336$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа ТТ по полиморфизму G894Т на 77,86 % ( $\varphi_{эмп} = 2,657$ ,  $\rho < 0,05$ ) гена *NOS3* и генотипа СС по полиморфизму A1166С гена *AGTR1* на 87,94 % ( $\varphi_{эмп} = 4,819$ ,  $\rho < 0,05$ ), а также повышение частоты встречаемости генотипа -9-9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 109,82 % ( $\varphi_{эмп} = 5,082$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа АА по полиморфизму A1166С гена *AGTR1* на 29,9 % ( $\varphi_{эмп} = 3,377$ ,  $\rho < 0,05$ ).

В зависимости от преобладающего типа энергообеспечения в ходе выполнения соревновательной нагрузки дисциплины, на которых специализировались спортсмены, участвовавшие в исследовании, были условно разделены на 4 группы по степени возрастания значимости аэробной выносливости и убывания значимости скоростно-силовых качеств [23]. Спортсменов, успешных в дисциплинах I группы, можно охарактеризовать как спринтеров с преобладанием креатинфосфатного ресинтеза АТФ, а специализирующихся на дисциплинах IV группы, как стайеров с преобладанием окислительного фосфорилирования. II и III группы являются переходными, подразумевая акцент на гликолитическом ресинтезе АТФ при соревновательной нагрузке [26; 27].

Для получения представления о генетической структуре отдельных групп были определены доли различных генотипов по полиморфизму исследуемых генов (табл. 2).

Статистически значимые различия в генетической структуре отдельных групп спортсменов и группы контроля приведены ниже.

I группа: нет значимых различий.

II группа: снижение частоты встречаемости генотипа аа по полиморфизму а/б на 78,39 % ( $\varphi_{эмп} = 2,648$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа СС по полиморфизму A1166С

Т а б л и ц а 2. Генетическая структура отдельных групп спортсменов по полиморфизму генов *BDKRB2*, *NOS3*, *AGT* и *AGTR1*

Ген (полиморфизм)	Генотип	Группа I, %	Группа II, %	Группа III, %	Группа IV, %	Все спортсмены, %	Контроль, %
<i>BDKRB2</i> (+9/-9)	+9+9	36,75	30,26	17,91	16,05	25,24	33,97
	+9-9	41,03	48,03	44,78	41,98	45,93	52,29
	-9-9	22,22	21,71	37,31	41,98	28,83	13,74
<i>NOS3</i> (a/b)	aa	3,42	1,32	0,75	0	0,81	6,11
	ab	33,33	31,58	23,88	27,16	27,04	29,01
	bb	63,24	67,11	75,37	72,84	72,15	64,89
<i>NOS3</i> (G894T)	ТТ	5,13	1,32	0	0	1,08	4,88
	TG	23,08	17,11	20,9	25,93	20,97	25
	GG	71,79	81,58	79,1	74,07	77,96	70,12
<i>AGT</i> (M235T)	ТТ	10,26	13,16	11,19	12,35	11,83	12,8
	MT	43,59	47,37	47,01	45,68	45,34	50,61
	MM	46,15	39,47	41,79	41,98	42,83	36,59
<i>AGTR1</i> (A1166C)	CC	4,27	2,63	1,49	0	1,25	10,37
	AC	32,48	33,55	38,81	41,98	34,59	40,24
	AA	63,25	63,82	59,7	58,02	64,16	49,39

на 74,63 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 2,958$ ,  $\rho < 0,05$ ) гена *AGTR1*, а также повышение частоты встречаемости генотипа GG по полиморфизму G894T гена *NOS3* на 16,34 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 2,407$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа AA по полиморфизму A1166C гена *AGTR1* на 29,21 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 2,585$ ,  $\rho < 0,05$ ).

III группа: снижение частоты встречаемости генотипа +9+9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 47,27 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 3,493$ ,  $\rho < 0,05$ ), генотипа aa по полиморфизму a/b на 171,54 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 5,235$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа TT по полиморфизму G894T на 100 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 3,29$ ,  $\rho < 0,05$ ) гена *NOS3* и генотипа CC по полиморфизму A1166C гена *AGTR1* на 85,63 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 3,529$ ,  $\rho < 0,05$ ), а также повышение частоты встречаемости генотипа -9-9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 171,54 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 5,235$ ,  $\rho < 0,05$ ).

IV группа: снижение частоты встречаемости генотипа +9+9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 52,75 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 3,319$ ,  $\rho < 0,05$ ), генотипа aa по полиморфизму a/b на 100 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 3,431$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа TT по полиморфизму G894T на 100 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 2,821$ ,  $\rho < 0,05$ ) гена *NOS3* и генотипа CC по полиморфизму A1166C гена *AGTR1* на 100 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 4,376$ ,  $\rho < 0,05$ ), а также повышение частоты встречаемости генотипа -9-9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 205,53 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 5,129$ ,  $\rho < 0,05$ ).

Также были выявлены значимые различия в генетической структуре отдельных групп спортсменов и спортсменов в целом.

I группа: повышение частоты встречаемости генотипа +9+9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 45,6 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 2,498$ ,  $\rho < 0,05$ ) и генотипа TT по полиморфизму G894T гена *NOS3* на 375 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 2,419$ ,  $\rho < 0,05$ ).

II группа: нет значимых различий.

III группа: нет значимых различий.

IV группа: повышение частоты встречаемости генотипа -9-9 по полиморфизму +9/-9 гена *BDKRB2* на 45,61 % ( $\varphi_{\text{эмп}} = 2,343$ ,  $\rho < 0,05$ ).

Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что частота встречаемости генотипов, определяющих предрасположенность к длительным стайерским нагрузкам, закономерно возрастает от группы I к группе IV, а частота генотипов, ассоциированных со скоростно-силовыми качествами напротив, снижается. Следует отметить также две важные особенности генетической структуры исследуемой выборки. Во-первых, отличия между спортсменами в целом и группой контроля более значительны, нежели различия между отдельными группами спортсменов. Во-вторых, отличия от группы контроля свойственны в большей степени атлетам, специализирующимся на стайерских дисциплинах, требующих аэробного энергообеспечения, в то время как спортсмены скоростно-силовых дисциплин практически не отличаются от группы контроля по своей генетической структуре в отношении изучаемых маркеров, как если бы тренировочный и соревновательный отбор проводился только лишь по показателям кардиореспираторной выносливости.

Значительная частота спринтерских генотипов среди белорусской популяции (на примере контрольной группы) создает, казалось бы, благоприятные условия для отбора атлетов скоростно-силовых дисциплин, обладающих соответствующим генотипом. При этом частота подобных генотипов в I группе должна была бы быть выше, чем в группе контроля. Тот факт, что в действительности значимые различия отсутствуют, указывает, вероятно, на изъяны системы подготовки спортсменов. Тренировки атлетов, вне зависимости от дисциплины специализации, носят интенсивный, продолжительный характер, что требует от молодых атлетов значительной кардиореспираторной выносливости. Аэробная выносливость же носителей спринтерских генотипов физиологически ограничена [1; 26–28]. Во время тренировки таким спортсменам необходим более частый и продолжительный отдых для полноценного восстановления, в противном случае они демонстрируют результаты худшие, чем лица с генотипами в меньшей степени ориентированными на скоростно-силовые нагрузки, но обладающие лучшей аэробной выносливостью. В результате молодые атлеты с потенциально благоприятными генотипами отсеиваются на ранних стадиях отбора, а их место занимают люди с неоптимальными генами, но оказавшиеся в состоянии адаптироваться к неверной тренировочной стратегии.

Использование полученных данных в практической работе тренеров позволило бы повысить результативность спортивного отбора и, при внесении необходимых корректив в учебно-тренировочные программы подготовки молодых спринтеров, помогло бы сохранить их здоровье.

Достоверное повышение частоты генотипа  $-9-9$  по полиморфизму  $+9/-9$  гена *BDKRB2* среди спортсменов (особенно в III и IV группах) по сравнению с контрольной группой согласуется с данными о том, что наличие делеции 9 п. о. в первом экзоне гена *BDKRB2* в значительной степени ассоциировано с физической выносливостью. Отсутствие 9 п. о. обуславливает повышение транскрипции гена и экспрессии мРНК *BDKRB2*. Усиление активности  $\beta_2$ -рецептора брадикинина, ключевого компонента калликреин-кининовой системы, в существенной мере оказывает влияние на формирование показателей выносливости [29; 30].

Отсутствие среди спортсменов стайерских дисциплин людей с генотипами *aa* и *TT* по полиморфизму *a/b* и *G894T* гена *NOS3* свидетельствует об их несовместимости с продолжительными физическими нагрузками. Монооксид азота является важным сосудорасширяющим фактором, и следовательно, пониженная активность *NO*-синтазы ведет к недостаточному кровоснабжению скелетной мускулатуры при физических нагрузках. Кроме того, показано, что в физиологических условиях, обратимо ингибируя митохондриальную цитохром-оксидазу, ответственную за перенос электронов на молекулярный кислород, *NO* снижает потребление кислорода в митохондриях скелетных мышц и миокарда, позволяя миоцитам избегать дефицита кислорода при продолжительных интенсивных нагрузках [13; 15; 30; 31]. Система *NO* является одной из стресс-лимитирующих систем. Монооксид азота активирует ряд антиоксидантных ферментов, ограничи-

вадет вход  $\text{Ca}^{2+}$  в клетку, ингибируя соответствующие АТФазы, активирует синтез белков теплового шока и простагландинов, ограничивает адгезию и агрегацию форменных элементов крови, снижает синтез катехоламинов в надпочечниках [12; 14]. Выраженность обозначенных эффектов у носителей генотипов *aa* и *TT*, по-видимому, недостаточна. Таким образом, пониженный уровень активности эндотелиальной **NO-синтазы ведет к ограничению адаптивной способности организма** в отношении продолжительных физических нагрузок.

Полиморфизм генов, кодирующих компоненты ренин-ангиотензиновой системы (*AGT* и *AGTR1*), ассоциирован с выраженностью эффектов ангиотензина: вазоконстрикцией, гипертрофией миокарда, повышением артериального давления [16]. Продукты описываемых генов действуют в тесной взаимосвязи друг с другом: ангиотензиноген превращается в ангиотензин-I, трансформирующийся под действием ангиотензин-превращающего фермента в ангиотензин-II, проявление эффекта которого зависит от генетически детерминированных структурно-функциональных особенностей рецептора ангиотензина [4; 16]. Кроме того, разрушая брадикинин, ангиотензин-превращающий фермент влияет на регуляцию синтеза монооксида азота эндотелиальной **NO-синтазой** [32]. **Отсутствие генотипа CC по полиморфизму A1166C гена AGTR1 у стайеров** позволяет рассматривать его как маркер противопоказанности продолжительных физических нагрузок. Генотип *MM* по полиморфизму *M235T* гена *AGT* указывает на предрасположенность к стайерским спортивным дисциплинам, требующим значительной кардиореспираторной выносливости за счет лучшей работы кислород-транспортной системы, а генотип *TT* – **на склонность к интенсивным скоростно-силовым нагрузкам** в связи с более быстрой мышечной гипертрофией в процессе систематических силовых тренировок [19].

Таким образом, связь полиморфизма генов *BDKRB2*, *NOS3*, *AGTR1* и, в несколько меньшей степени, *AGT* с уровнем физической работоспособности является достаточно перспективной для оценки целесообразности профессиональных тренировок и профилизации спортсменов. Внесение соответствующих поправок в тренировочную систему молодых спортсменов (в первую очередь спринтеров, учитывая особенности генетической структуры белорусской популяции) позволило бы повысить эффективность подготовки спортсменов, а также адекватность их тренировочного отбора.

Проведение настоящего исследования стало возможным благодаря поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № X09M-020).

### Литература

1. Сологуб Е. и др. Спортивная генетика: Учеб. пособие. М., 2000. – 127 с.
2. Рогозкин В. // Теория и практика физической культуры. 2001. № 6. С. 60–63.
3. Bouchar d C. et al. // Med. Sci. Sports Exerc. 2009. Vol. 41. P. 35–73.
4. Montgomery H. et al. // Nature. 1998. Vol. 393. P. 221.
5. Ахметов И. И. // Советский спорт. М., 2009. – 268 с.

6. Ma J. X. et al. // *Genomics*. 1994. Vol. 23. P. 362–369.
7. Bruil D. et al. // *Lancet*. 2001. Vol. 358. P. 1155–1156.
8. Williams A. G. et al. // *J. Appl. Physiol.* 2004. Vol. 96. P. 938–942.
9. Braun A. et al. // *Immunopharmacology*. 1996. Vol. 33. P. 32–35.
10. Lung C. C. et al. // *J. Allergy Clin. Immunol.* 1997. Vol. 99. P. 134–146.
11. Braun A. et al. // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1995. Vol. 211. P. 234–240.
12. Colombo M. et al. // *Clinical Chemistry*. 2003. Vol. 49. P. 389–395.
13. Robinson L. J. et al. // *Genomics*. 1994. Vol. 19. P. 350–357.
14. Tsukada T. et al. // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1998. Vol. 245. P. 190–193.
15. Wang Y. et al. // *Curr. Opin. Nephrol. Hypertens.* 1995. Vol. 4. P. 12–22.
16. Malik F. S. et al. // *Am. Heart.* 1997. Vol. 134. P. 514–527.
17. Rurama R. et al. // *Physiological Genomics*. 2002. Vol. 10. P. 71–77.
18. Karjalainen J. et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1999. Vol. 34. P. 494–499.
19. Rankinen T. et al. // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 2000. Vol. 279. P. 368–374.
20. Osterop A. et al. // *Hypertension*. 1998. Vol. 32. P. 825–830.
21. Baudin B. // *Experimental Physiology*. 2005. Vol. 90.3. P. 277–282.
22. Yes S. et al. // *Heart*. 2003. Vol. 89, N 10. P. 1195–1199.
23. Синелёв В. А. и др. // Докл. НАН Беларуси. 2010. Т. 54, № 3. С. 77–83.
24. Синелёв В. А. et al. // Book of Abstracts and Proceedings from the 1st Wingate Congress of Exercise and Sport Sciences. The Zinman College of Physical Education and Sport Sciences. Netanya, 2010. P. 132.
25. You Y. et al. // *Nucleic Acids Research*. 2006. Vol. 34, N 8. P. 60.
26. Базулько А. С. Биохимические основы спортивной мышечной деятельности. Минск, 2006. – 85 с.
27. Волкова Н. И. и др. Биохимия мышечной деятельности. Киев, 2000. – 503 с.
28. Моган Р. и др. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки. Киев, 2001. – 296 с.
29. Яровая Г. А. // *Вопр. мед. химии*. 2001. Т. 47, № 1. С. 20.
30. Saunders C. J. et al. // *Human Molecular Genetics*. 2006. Vol. 15, N 6. P. 979–987.
31. Cleeter M. W. et al. // *FEBS Lett.* 1994. Vol. 345. P. 50–54.
32. Минушкина Л. и др. // *Кардиология*. 2000. № 3. С. 68–76.

V. A. SINELYOV, A. S. BABENKO, A. V. SVIRID, T. V. SHKEL'

#### ASSOCIATION OF HUMAN PHYSICAL PERFORMANCE WITH HEMODYNAMIC GENES POLYMORPHISM

##### Summary

The work is dedicated to detection of the association of *BDKRB2* gene +9/-9 polymorphism, *NOS3* gene a/b and G894T polymorphisms, *AGT* gene M235T polymorphism and *AGTR1* gene A1166C polymorphism with human physical performance. 614 qualified athletes of different specialization and 262 control subjects, not involved in professional sports, have been genotyped. In comparison with the control group the athletes' group showed a significant increase of *BDKRB2* gene +9/-9 polymorphism -9-9 genotype frequencies and *AGTR1* gene A1166C polymorphism AA genotype, as well as decrease of *BDKRB2* gene +9/-9 polymorphism +9+9 genotype, *NOS3* gene aa and TT genotypes of a/b and G894T polymorphism and *AGTR1* gene A1166C polymorphism CC genotype frequencies. A general predisposition of the Belarusian population to the power-speed workloads was revealed. We demonstrated genetic structure difference between athletes specialized on different sport disciplines and endowed with different types of energy metabolism.

УДК 616.832–004.2–07.575

Ф. В. БАГИНСКИЙ

**НОВЫЕ ГЕНЫ – МАРКЕРЫ РАССЕЯННОГО СКЛЕРОЗА  
У ПАЦИЕНТОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ***Гомельский государственный медицинский университет**(Поступила в редакцию 05.08.2011)*

*На материале 70 пациентов с рассеянным склерозом и 40 пациентов контрольной группы проведен молекулярно-генетический анализ однонуклеотидных замен в генах IL2RA и IL7RA с целью определения генетической предрасположенности к рассеянному склерозу (РС). Установлено, что частота встречаемости гомозиготных состояний мутантных аллелей rs12722489, rs2104286 и rs6897932 генов IL2RA и IL7RA у пациентов с РС составила: 1,43 %, 5,71 % и 11,43 % соответственно, что на 100 тыс. составит 1430, 5710 и 11430 случаев соответственно. В контрольной группе пациентов частота мутаций в гомозиготном состоянии аллелей rs12722489 и rs2104286 не выявлена, а по аллелю rs6897932 составила 1 случай на всю контрольную группу (2,27 %). Это свидетельствует о значимом влиянии генетических изменений в группе пациентов с РС.*

**Введение.** Рассеянный склероз (РС) – хроническое прогрессирующее заболевание центральной нервной системы, обычно начинающееся у лиц молодого возраста. Оно часто приводит к быстрой инвалидизации пациентов. Ранняя диагностика данного заболевания и своевременно начатая терапия может предотвратить выход пациентов в молодом возрасте на инвалидность. Несмотря на наличие к настоящему времени таких методов обследования, как МРТ, вызванные потенциалы, иммунологическое исследование крови и цереброспинальной жидкости, диагностика рассеянного склероза остается недостаточно изученной проблемой в неврологии [1–3].

РС относится к заболеваниям с наследственной предрасположенностью. Знание конкретных генов, продукты которых участвуют в его патогенезе, и разработка методик их выявления могут способствовать диагностике данного заболевания на ранних этапах, а также разработке комплекса мероприятий по его профилактике у лиц – носителей мутаций по этим генам, т. е. людей с высокой предрасположенностью к изучаемому заболеванию. К ним могут относиться

помимо лиц, чьи родственники страдают названной патологией, также люди, не болеющие РС и не имеющие среди своих кровных родственников больных этим заболеванием, но выявленные при скрининговых мероприятиях [4; 5].

В связи с этим решение проблемы генетической диагностики РС имеет не только чисто научную значимость, но в последующем и большую социально-экономическую ценность.

В последние годы молекулярно-генетическими методами исследования установлено, что изменения в генах *IL2RA* и *IL7RA*, **вероятно, определяют развитие РС** [6–8]. Однако к настоящему времени данные о географическом распространении выявленных мутаций и о частоте встречаемости их в популяциях различных стран только начинают накапливаться. Во многих странах, в том числе и в Беларуси такие работы еще не проводились. Поэтому исследования в названном направлении актуальны, имеют научно-практическое и социально-экономическое значение.

В силу вышесказанного очень важно исследовать и определить частоту встречаемости мутантных аллелей *IL2RA* и *IL7RA* генов у пациентов с РС, что делает возможным разработку методов диагностики и лечения данного заболевания.

**Материалы и методы исследования.** Методика настоящего исследования базируется на клинических, лабораторных и молекулярно-генетических принципах.

Пациенты для генетического исследования обследовались на базе неврологического отделения Учреждения здравоохранения «Гомельская областная клиническая больница». У всех пациентов выставлен достоверный диагноз РС по критериям Мак Доналда [9; 10]. Так, все пациенты имели минимум две атаки в анамнезе (при ремитирующих формах) и два или более очага при исследовании на МРТ (при всех формах РС). Все пациенты, обследованные в неврологическом отделении, были из разных районов Гомельской области, в том числе и из областного центра.

Всего обследовано 70 пациентов, из них 54 женщины и 16 мужчин. Такое соотношение по половому составу соответствует общемировой тенденции [1; 3; 11]. Средний возраст пациентов составил  $37 \pm 9,8$  лет.

Каждому пациенту проведен клинический осмотр, включавший соматический статус, а также неврологический осмотр с оценкой степени неврологического дефицита по шкале EDSS – общепризнанной методике в мире [12]. Пациентам выполнялись общеклинические анализы, иммунограмма, количественное определение циркулирующих иммунных комплексов и иммуноглобулинов в сыворотке крови.

На всех пациентов заполняли карту обследования, содержащую пункты анализа жалоб, анамнеза заболевания, тип течения РС в начале заболевания и на момент исследования пациентов, а также место проживания (тип и величина населенного пункта, где проживает пациент). При отборе лиц основной группы учитывались возраст дебюта заболевания, время течения болезни, частота рецидивов,

клинический статус. Отбирались пациенты с выполненной нейровизуализацией на МРТ головного мозга.

Общеклинические анализы включали общий анализ крови с определением лейкоцитарной формулы и скорости оседания эритроцитов (СОЭ), общий анализ мочи, биохимический анализ крови. Иммунологические анализы включали определение количественного содержания в крови циркулирующих иммунных комплексов и иммуноглобулинов М, G и А. Для общего анализа крови проводили взятие из пальца капиллярной крови утром натощак, для определения биохимического и иммунологических анализов проводили взятие крови из локтевой вены также в утренние часы натощак. У всех пациентов показатели биохимического анализа крови были в пределах нормы.

В качестве контрольной группы обследованы 40 человек возрастом старше 55 лет, у которых при опросе жалоб, подробном сборе анамнеза и клинически исключен диагноз РС. Все пациенты, включенные в эту группу, – жители ряда районов Гомельской области, получали лечение в различных отделениях Гомельской областной клинической больницы: в неврологическом, гастроэнтерологическом, отделении челюстно-лицевой хирургии.

Для последующего молекулярно-генетического анализа однонуклеотидных замен в генах *IL2RA* и *IL7RA* проводилась пробоподготовка. Пробирку VACUETTE K<sub>3</sub> EDTA объемом 9 мл с венозной кровью ставили в штатив и через 1–2 ч над осевшими эритроцитами осуществляли забор лейкоцитарной взвеси, которую перемещали в пробирку Appendorf объемом 1–1,5 мл. Пробирки Appendorf замораживали в морозильной камере до определенного количества, необходимо для выделения ДНК. Затем осуществляли выделение ДНК по общепринятым методикам. Праймеры для дальнейшего выявления мутаций в исследуемых генах синтезированы по заказу в компании ОДО «Праймтех».

Электрофоретическое фракционирование продуктов ПЦР проводили в 1,7 %-ном агарозном геле по стандартной схеме с окраской раствором бромистого этидия. Анализ электрофоретических спектров проводился с помощью программного обеспечения Quantity One (Biorad). В качестве контроля использовали маркер молекулярного веса (GeneRuler 50bp DNA Ladder) производства компании Fermentas (Литва).

**Результаты и их обсуждение.** При исследовании РС представляется важным выявить зависимость этого заболевания от внешних факторов. Для решения этой проблемы был сделан анализ созданной базы данных обследованных пациентов.

Анализировали возраст пациентов с РС при дебюте заболевания, возраст при поступлении в стационар во время исследования, уровень неврологического дефицита, превалирования типа течения болезни, а также распределение обследованных лиц по образованию и величине населенного пункта проживания.

Анализ табл. 1 показывает, что распределение пациентов по возрасту соответствует кривой обобщенного нормального распределения (типа А) при 5 %-ном уровне значимости (критерий Колмогорова–Смирнова  $\lambda = 0,26$ ) [13]. Точность опыта составляет около 3 %, что можно признать достаточным.

Таблица 1. Распределение пациентов с рассеянным склерозом по возрасту

Показатель	Пациенты с рассеянным склерозом при поступлении в стационар	Пациенты с дебютом заболевания в исследуемой группе
Средний возраст, лет	37,0	30,8
$\sigma$	9,0	8,6
$V$ , %	24,3	27,9
$\alpha$	-0,184	-0,43
$E$	-0,42	-0,93
$P$ , %	2,91	3,3

Примечания:  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение;  $V$  – коэффициент вариации;  $\alpha$  – асимметрия;  $E$  – эксцесс;  $P$  – точность опыта.

Средний возраст дебюта в изучаемой выборке пациентов равен 30,8 лет, что подтверждает общепринятую гипотезу об аутоиммунном генезе этого заболевания. Анализ данных табл. 1 свидетельствует о значительном отклонении распределения пациентов по возрасту дебюта от нормального распределения. Критерий согласия Колмогорова  $\lambda = 0,9$ , что свидетельствует о несоответствии полученных результатов нормальному распределению. Здесь наблюдается левосторонняя асимметрия, говорящая о преимущественно молодом возрасте начала заболевания. Приведенные данные соответствуют общемировой тенденции и свидетельствуют о репрезентативности выборки [1–3; 14].

Среди пациентов обследуемой группы при дебюте заболевания регистрировались три формы течения: ремитирующее, прогрессивно-ремитирующее и первично прогрессивное. Распределение количества пациентов по различным типам течения заболевания в его дебюте показано в табл. 2.

Таблица 2. Распределение пациентов основной группы по типу течения болезни

Тип течения рассеянного склероза	Количество пациентов с РС	
	чел.	%
Ремитирующий	51	73
Первично прогрессивный	12	17
Прогрессивно-ремитирующий	7	10
Итого	70	100

Из табл. 2 следует, что среди обследованных основной группы преобладает ремитирующий тип течения в дебюте заболевания.

При обследовании учитывалось образование пациентов с РС, поступающих в неврологический стационар (табл. 3). Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что такое распределение по образованию в целом соответствует общепопуляционному в нашей стране и показывает, что уровень образования в Гомельском регионе, как и в других областях, не влияет на заболеваемость изучаемой нозологической единицы.

При оценке неврологического дефицита при поступлении по шкале EDSS среднее значение составило  $5,5 \pm 1,5$ , что объясняется у разных пациентов различной продолжительностью течения болезни и разной тяжестью ее течения.

Т а б л и ц а 3. Распределение обследованных пациентов по образованию

Образование	Кол-во больных	
	чел.	%
Среднее общее	20	29
Среднее специальное (гуманитарное)	14	20
Среднее специальное (техническое)	19	27
Незаконченное высшее	2	3
Высшее	15	21
Итого	70	100

Следует отметить, что имела существенная разница между показателями EDSS у пациентов при поступлении и при их выписке. Показатели для сравнения неврологического дефицита при поступлении и при выписке отражены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Показатели неврологического дефицита по EDSS-шкале

Показатель	При поступлении	При выписке
Среднее значение	5,5	4,5
$\sigma$	1,5	1,5
$V, \%$	28,5	36,3
$\alpha$	0,411	0,66
$E$	-0,154	0,069
$P, \%$	3,4	4,3

Анализ табл. 4 показывает, что при поступлении показатели неврологического дефицита по EDSS-шкале распределены примерно нормально. Учитывая определенную величину асимметрии и эксцесса, кривая, описывающая это распределение, является кривой обобщенного нормального распределения (кривая типа А, или Грамма–Шарлье). Опытные данные соответствуют теоретическим, вычисленным по названной кривой при 5 %-ном уровне значимости [13].

Большинство обследованных пациентов были «полностью амбулаторными», т. е. могли передвигаться самостоятельно, в некоторых случаях используя дополнительную опору (трость, костыль). При выписке значение EDSS у пациентов с РС в целом достоверно отличалось от такового при поступлении. Как видно из данных табл. 4, распределение значения EDSS у пациентов при госпитализации близко к нормальному и объясняется нарастанием неврологического дефицита при обострениях (наиболее частая причина госпитализации). При выписке же среднее значение EDSS существенно ниже такового при поступлении, что обусловлено применением современных методов лечения экзacerbаций в неврологическом стационаре: плазмаферез, гипербарическая оксигенация, внутривенные инфузии метилпреднизолона с применением метаболической терапии.

Среднее значение длительности заболевания составило  $6,1 \pm 5,1$  лет. Большая величина ошибки среднего значения связана с наличием у пациентов, находившихся на обследовании и лечении в неврологическом отделении Гомельской областной больницы в первый год от дебюта заболевания, что является хорошим критерием своевременной диагностики этой нозологии.

Была проанализирована связь величины населенного пункта, где проживает пациент с РС. Населенные пункты разделены на три группы: малые – с количеством населения до 10 тыс. чел.; средние – с населением от 10 до 50 тыс. и крупные – свыше 50 тыс. чел. Предварительные данные распределения пациентов по величине населенного пункта проживания представлены в табл. 5.

Т а б л и ц а 5. Количество случаев РС в зависимости от величины населенного пункта

Величина населенного пункта	Большие	Средние	Малые	Итого
Количество пациентов, чел.	31	25	14	70
Количество пациентов, %	44	36	20	100

Для генетического анализа пациентов группы исследования и контрольной группы предварительно проведены стандартные лабораторные обследования. При оценке лабораторных показателей установлено, что среднее значение содержания лейкоцитов в крови у исследуемых пациентов составило  $7,04 \pm 2,33 \cdot 10^9$  в литре; т. е. у абсолютного большинства содержание лейкоцитов было в пределах нормы.

Средние значения лейкоцитарной формулы оказались следующими: палочкоядерные лейкоциты –  $3,7 \pm 2,4$ ; сегментоядерные лейкоциты –  $62 \pm 9,5$ ; эозинофилы –  $2,2 \pm 2,0$ ; моноциты –  $4,1 \pm 2,3$ ; лимфоциты –  $28,1 \pm 9,3$ ; у 10 пациентов наблюдались базофилы со средним значением количества 1 %. В обязательном порядке измерялись СОЭ – среднее значение  $6,1 \pm 4,9$  мм/ч и количество тромбоцитов (среднее значение –  $249,3 \pm 64,2$ ). Все названные показатели находились в пределах нормы и хотя специфических лабораторных тестов для подтверждения РС на сегодняшний день не существует, картина в общем анализе крови скорее в целом подтверждает, что у пациентов нет других аутоиммунных заболеваний.

Иначе обстоит с содержанием в крови циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК), опосредованно указывающим на активность аутоиммунной патологии [15]. Так, среднее значение ЦИК было  $84 \pm 59,8$  единиц. Столь большое значение стандартного отклонения может быть объяснено обследованием пациентов в разные фазы болезни (обострение, ремиссия, нестойкая ремиссия и разные степени компенсации при прогрессивных формах), а также индивидуальными особенностями протекания этой патологии у разных лиц.

Изучение содержания иммуноглобулинов крови (G, A и M) не выявило существенных отклонений от нормы. Средние значения их составили  $10,3 \pm 3,07$ ;  $1,76 \pm 0,52$  и  $1,23 \pm 0,43$  г/л соответственно, что в очередной раз доказывает отсутствие «рутинных» лабораторных методов для подтверждения (и опровержения) диагноза РС.

Проводилась сравнительная оценка показателей лабораторных методов исследования по половому признаку. Существенных различий в содержании лейкоцитов, составе лейкоцитарной формулы, содержании тромбоцитов, а также концентрациях ЦИК и иммуноглобулинов крови между мужчинами и женщинами не выявлено.

Проведенные лабораторные исследования показали, что наша выборка пациентов не отличается от таковых в других работах, посвященных изучению данной патологии [1–4; 16].

После создания базы данных и лабораторных обследований пациентов провели выявление мутаций в генах IL2RA и IL7RA. Разработана структура и осуществлен синтез праймеров для определения искомым мутаций в генах IL2RA и IL7RA.

Последовательность праймеров для разных однонуклеотидных замен была следующей.

Для гена IL2RA:

rs2104286

**Forward primer:** ACCACCTGCTGCCCTGTGT

**Reverse primer:** TGGCAGCCAGCATGACCCAC

rs12722489

**Forward primer:** CATGCTCTGCCTCTGGAAGACACA

**Reverse primer:** CCCCTGCTCCCTCCAAGACCA

Для гена IL7RA:

rs6897932

**Forward primer:** TGCATGGCTACTGAATGCTC

**Reverse primer:** CCCACACAATCACCCCTTT

Синтезированные праймеры в дальнейшем позволяют получить искомые результаты. Проведена амплификация необходимых участков ДНК пациентов основной и контрольной групп. Затем провели рестрикцию соответствующих участков рестриктазой MboI в случае аллелей rs12722489 (IL2RA) и rs6897932 (IL7RA), а NdeI в случае аллеля rs2104286 (IL2RA). В последующем осуществлено электрофоретическое фракционирование рестриктов в 2,5 %-ном агарозном геле по стандартной методике для выявления мутантных аллелей и аллелей «дикого» типа изучаемых генов.

Количество гетерозигот мутантного типа для рестрикта rs12722489 составило 20, для рестрикта rs2104286 выявлено у 28 и для рестрикта rs6897932 у 23 чел. Сочетания мутантных гетерозиготных состояний указанных аллелей выявлены у 20 пациентов. Гомозиготы «дикого», т. е. немутантного типа по всем трем аллелям выявлены у 16 чел.

Среди лиц контрольной группы, в состав которой вошли 40 чел., количество гетерозигот мутантного типа для рестрикта rs12722489 составило 11, для рестриктов rs2104286 и rs6897932 по 15 чел. Из них у 14 обнаружено сочетание гетерозиготного состояния сразу по нескольким аллелям. Носителей гомозиготного состояния немутантного типа аллелей – 8.

Как видно из представленных результатов, существенных отличий между контрольной и группой исследования по изучаемым аллелям в гетерозиготном состоянии не выявлено.

Иная картина установлена с гомозиготами мутантного типа. У 1 пациента с РС выявлено гомозиготное состояние мутантного аллеля в рестрикте rs12722489, у 4 – в рестрикте rs2104286, тогда как среди лиц группы сравнения этих мутантных аллелей в гомозиготном состоянии обнаружено не было.

В гомозиготном состоянии мутантный аллель рестрикта rs6897932 встречался у 8 пациентов с РС, причем, у одного из них было сочетание с гомозиготным состоянием мутантного аллеля рестрикта rs2104286. Среди лиц группы сравнения в гомозиготном состоянии мутантная аллель rs12722489 выявлена только у одного человека. Таким образом, как следует из представленных результатов, в гомельской популяции пациентов с РС наибольший вклад среди изучаемых генов в развитие этого заболевания вносит гомозиготная мутантная аллель rs6897932 гена IL7RA и в некоторой степени гомозиготное состояние аллели, содержащей рестрикт rs2104286 гена IL2RA.

Рассчитана также частота встречаемости данных рестриктов изучаемых генов на 100 тыс. населения как для пациентов с РС, так и для контрольной группы. Результаты представлены в табл. 6.

Т а б л и ц а 6. Частота встречаемости изучаемых мутантных аллелей генов IL2RA и IL7RA в популяции среди пациентов с РС и здоровых лиц на 100 тыс. населения

Группа лиц	Вид рестрикта		
	rs12722489	rs2104286	rs6897932
Основная	1430	5710	11430
Сравнения	–	–	2270

Анализ данных табл. 6 показывает, что в контрольной группе частота мутаций в гомозиготном состоянии аллелей rs12722489 и rs2104286 не выявлена, а по аллелю rs6897932 составила 1 случай на всю группу (2,27 %). Это свидетельствует о значимом влиянии генетических изменений в группе пациентов с РС.

Значительная доля у пациентов основной группы гомозиготных состояний изучаемых аллелей генов IL2RA и IL7RA требует полного генетического обследования пациентов на ранней стадии болезни. В дальнейшем необходимо исследование в семьях пациентов с РС для выявления потенциальных носителей мутантных аллелей в гомозиготном состоянии для организации полноценных мероприятий по профилактике данного заболевания.

Отсутствие различий в частоте и распределении аллелей в гетерозиготном состоянии между больными с рассеянным склерозом и лицами контрольной группы может быть объяснено компенсацией оставшейся немутантной аллели указанных генов. Также необходимо учесть, что при продукции мутантными аллелями соответствующих белковых тел могут включаться в организме более сложные механизмы нейтрализации данных последствий.

**Выводы.**

Результаты выполнения общеклинических исследований не выявили отклонения от нормы у категории обследованных лиц, страдающих рассеянным склерозом.

В процессе исследования подтверждены известные закономерности распределения заболевания по полу и возрасту, что подтверждает репрезентативность выборки.

Установлено повышение содержания циркулирующих иммунных комплексов в крови пациентов основной группы, что объясняет разную степень иммунологической активности заболевания при поступлении в стационар.

Синтезированы праймеры для дальнейшего молекулярно-генетического исследования однонуклеотидных замен в генах *IL2RA* и *IL7RA* согласно разработанной для них структуре.

Частота встречаемости гомозиготных состояний мутантных аллелей rs12722489, rs2104286 и rs6897932 генов *IL2RA* и *IL7RA* у пациентов с РС составила: 1,43; 5,71 и 11,43 % соответственно, что на 100 тыс. составит 1430, 5710 и 11430 случаев соответственно.

В контрольной группе пациентов частота мутаций в гомозиготном состоянии аллелей rs12722489 и rs2104286 не выявлена, а по аллелю rs6897932 составила 1 случай на всю контрольную группу (2,27 %). Это свидетельствует о значимом влиянии генетических изменений в группе пациентов с РС.

Значительная доля у пациентов основной группы гомозиготных состояний изучаемых аллелей генов *IL2RA* и *IL7RA* требует их полного генетического обследования на ранней стадии болезни.

В дальнейшем целесообразно исследование в семьях пациентов с РС для выявления потенциальных носителей мутантных аллелей в гомозиготном состоянии для организации полноценных мероприятий по профилактике данного заболевания.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № Б09М-003).

**Литература**

1. Гусев Е. И., Завалишин И. А., Бойко А. Н. Рассеянный склероз и другие демиелинизирующие заболевания. М., 2004. – 540 с.
2. Compston A. // *Lancet*. 2002. Vol. 359. P. 1221–1231.
3. Hafler D. A. // *J. Clin. Invest.* 2004. Vol. 113. P. 788–794.
4. Sawcer S. // *Curr. Opin. Immunol.* 1998. Vol. 10. P. 697–703.
5. Sawcer S. // *Lancet Neurol.* 2008. Vol. 7. P. 567–569.
6. Hafler D. A. et al. // *N. Engl. J. Med.* 2007. Vol. 357, N 9. P. 851–862.
7. Rdel Rio et al. // *Genes and Immunity.* 2008. N 9. P. 115–121.
8. McKay F. C. et al. // *Genes and Immunity.* 2008. N 9. P. 1–6.
9. Polman C. H. et al. // *Ann. Neurol.* 2005. Vol. 58. P. 840–846.
10. Polman C. H. et al. // *Ann. Neurol.* 2011. Vol. 69. P. 292–302.
11. Koutsouraki E., Costa V., Baloyannis S. // *Int. Rev. Psychiatry.* 2010. Vol. 22. P. 2–13.

12. Kurtzke J. F. // Neurology. 1983. Vol. 33, N 11. P. 1444–1452.
13. Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных: учеб. пособие. М., 1991. – 184 с.
14. Лихачев С. А., Войтов В. В., Ващилин В. В., Ситник Г. Д. // Неврология и нейрохирургия в Беларуси. 2009. № 1. С. 18–31.
15. Weber M. S., Hemmer B., Cepoka S. // Biochimica et Biophysica Acta – Molecular Basis of Disease. 2011. Vol. 1812, N 2. P. 239–245.
16. Ligori M. et al. // Neurol. Sci. 2000. Vol. 21. P. 825–829.

*F. V. BAHINSKI*

**NEW MARKER GENES IN PATIENTS WITH MULTIPLE SCLEROSIS  
LIVING IN THE GOMEL REGION**

**Summary**

On a material of 70 patients with multiple sclerosis and 40 patients in the control group there are performed the molecular genetic analysis of single nucleotide substitutions in the genes IL2RA IL7RA and established a genetic predisposition to multiple sclerosis (MS). It is established that the frequency of homozygous mutant alleles rs12722489, rs2104286 and rs6897932 and IL7RA IL2RA genes in patients with MS were as follows: 1.43, 5.71 and 11.43 % respectively, an increase of 100 thousand will be 1430, 5710 and 11430 cases, respectively. In the control group patients, the mutation frequency of alleles in homozygous rs12722489 and rs2104286 was not found, and the allele for rs6897932 was 1 in all the control group (2.27 %). This demonstrates the significant impact of genetic changes in patients with MS.

УДК 544.777+541.183/183.7

О. А. ПЛИКУС, О. Н. ОПАНАСЕНКО, Н. П. КРУТЬКО, О. Л. ЖИГАЛОВА

**ОЦЕНКА АГРЕГАТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ  
БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО ЛАТЕКСА В ПРИСУТСТВИИ  
НЕОРГАНИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ  
МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА**

*Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси*

*(Поступила в редакцию 17.10.2011)*

*Методом электрофореза исследованы электрокинетические характеристики поверхности частиц бутадиен-стирольного латекса (БСЛ) в зависимости от концентрации и заряда неорганических электролитов ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{SnCl}_4$ ) с учетом pH дисперсионной среды. Установлено, что агрегативная устойчивость БСЛ обусловлена совокупным действием электростатического и гидратационного факторов стабилизации. Показано, что БСЛ в присутствии солей  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$  и  $\text{AlCl}_3$  агрегативно устойчив, а соли  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{SnCl}_4$  приводят к его коагуляции.*

**Введение.** Синтетические бутадиен-стирольные латексы (БСЛ) благодаря их способности к пленкообразованию широко используются в качестве полимерных покрытий для различных поверхностей, в частности, для защиты бетонных конструкций от проникновения влаги. Использование латексов всегда связано с потерей устойчивости, которая может быть вызвана введением электролитов, механическим воздействием, испарением воды. Электролитная коагуляция неорганическими солями является перспективным методом получения однородных полимерных пленок на основе БСЛ [1].

Агрегативная устойчивость БСЛ обусловлена возникновением сил электростатического отталкивания при перекрытии двойных электрических слоев (ДЭС), формирование которых происходит за счет депротонизации карбоксильных групп адсорбционного слоя в щелочной среде. В теории агрегативной устойчивости латексов, разработанной Р. Э. Нейманом, кроме электростатических сил, существенная роль отводится силам, связанным со свойствами адсорбционно-солевых слоев на поверхности латекса [2]. Понимание относительного вклада электростатического и гидратационного факторов в механизм стабилизации позволит управлять электролитной коагуляцией и определить выбор наиболее эффективного

коагулирующего агента и условия проведения процесса. Для количественной оценки электростатических взаимодействий широко используется величина  $\xi$ -потенциала, доступная прямому экспериментальному определению методом электрофореза.

Наиболее широко в качестве коагулирующих агентов применяют водные растворы солей натрия, магния, кальция и алюминия [3; 4]. Как известно, коагулирующее действие неорганических электролитов растет с увеличением заряда катиона, что позволяет снизить их расход при проведении процесса коагуляции латексов. Так, в работе [5] показано, что концентрация  $\text{SnCl}_4$ , вызывающая коагуляцию латекса, на два порядка ниже, чем  $\text{CaCl}_2$ , и на порядок – чем  $\text{AlCl}_3$ . Кроме того, при рассмотрении процесса электролитной коагуляции необходимо учесть, что некоторые неорганические электролиты подвергаются гидролизу с образованием катионов, форма и заряд которых зависит от pH дисперсионной среды, что обуславливает их коагулирующую способность по отношению к латексу.

Цель работы – изучить влияние концентрации и заряда катиона электролита ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{SnCl}_4$ ) на изменение электрокинетического потенциала поверхности частиц бутадиен-стирольного латекса.

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследования является БСЛ (Lipaton SB 5521 производства фирмы PolymerLatex GmbH), который представляет собой водную дисперсию бутадиена и стирола с pH 8,5, стабилизированную в процессе синтеза солью жирной карбоновой кислоты. Средний размер частиц БСЛ определяли методом Геллера [6] с помощью фотоэлектроколориметра КФК-2МП в диапазоне длин волн от 400 до 750 нм с использованием кюветы  $L = 3 \cdot 10^{-3}$  м при концентрации латекса  $4 \cdot 10^{-2}$  г/л. Средний диаметр частиц БСЛ составляет  $1,66 \cdot 10^{-7}$  м. Адсорбционную насыщенность поверхности БСЛ определяли методом Пакстона [2], который заключается в измерении поверхностного натяжения раствора латекса ( $C_{\text{латекса}}$  1, 10, 25 и 50 г/л) при титровании его растворами олеата натрия. Поверхностное натяжение растворов латекса измеряли на автоматическом процессоре Tensiometer K100. Адсорбционная насыщенность БСЛ составляет около 60 %.

Электрокинетические характеристики БСЛ определяли на приборе микроэлектрофорометр Zetaphoremeter IV. Принцип работы прибора основан на измерении электрофоретической подвижности частиц  $\mu_e$  (мкм/с/В/см). Измерения проводили при температуре 20 °С, напряженность внешнего электрического поля составляла 8 В/см. Величина  $\xi$ -потенциала рассчитывалась при помощи программного обеспечения Zeta Cad по уравнению Смолуховского [7]:

$$\xi = \frac{\eta}{\varepsilon_0 \varepsilon} \mu_e,$$

где  $\eta$  – вязкость раствора, мПа·с;  $\varepsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12}$  Ф/м – диэлектрическая проницаемость вакуума (электрическая постоянная);  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды.

Определено, что  $\xi$ -потенциал частиц БСЛ равен  $-9,06$  мВ.

Исследования электрокинетических характеристик БСЛ проводили на фоне растворов неорганических солей NaCl концентрацией  $1,25 \cdot 10^{-4}$ – $2,25 \cdot 10^{-2}$  М;  $MgCl_2$  концентрацией  $2,5 \cdot 10^{-5}$ – $2,25 \cdot 10^{-3}$  М;  $CaCl_2$  концентрацией  $2,5 \cdot 10^{-6}$ – $2,5 \cdot 10^{-3}$  М;  $AlCl_3$  концентрацией  $1 \cdot 10^{-6}$ – $2,5 \cdot 10^{-4}$  М;  $SnCl_4$  концентрацией  $2,5 \cdot 10^{-7}$ – $2,5 \cdot 10^{-5}$  М. Титрование  $2,5 \cdot 10^{-5}$  %-ного раствора БСЛ проводили водными растворами электролитов:  $2,5 \cdot 10^{-2}$  М NaCl с pH 5,85;  $5,0 \cdot 10^{-2}$  М  $MgCl_2$  с pH 6,2;  $5,0 \cdot 10^{-2}$  М  $CaCl_2$  с pH 6,0;  $5,0 \cdot 10^{-3}$  М  $AlCl_3$  с pH 3,5;  $5,0 \cdot 10^{-4}$  М  $SnCl_4$  с pH 2,9.

Начало процесса коагуляции определяли по уменьшению количества частиц  $N$ , которое регистрировалось прибором Zetaphoremeter IV.

Измерение pH проводили на pH-метре типа «pH-150М».

**Результаты и их обсуждение.** На рис. 1–5 представлены зависимости изменения  $\xi$ -потенциала частиц БСЛ от концентрации электролита (NaCl,  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$ ,  $AlCl_3$ ,  $SnCl_4$ ). Как видно из кривых  $\xi = f(C)$ , при введении электролитов независимо от их заряда катиона абсолютное значение  $\xi$ -потенциала БСЛ вначале увеличивается, а затем – уменьшается. Первоначальное увеличение абсолютного значения  $\xi$ -потенциала может быть объяснено несколькими факторами.

Во-первых, это может быть связано с адсорбцией ионов одноименно заряженных с поверхностью. Так, в случае отрицательно заряженного БСЛ в качестве таких ионов могут выступать гидроксильные  $OH^-$  или хлорид  $Cl^-$  ионы, обладающие высокой адсорбционной способностью, и отрицательно заряженные диакватетрагидроксиалюминиевые ионы  $[Al(H_2O)_2(OH)_4]^-$ , присутствующие, по данным [8], в количестве до 12 % от общего содержания других форм в щелочной среде (pH 8,5) при использовании в качестве электролита  $AlCl_3$ .

Во-вторых, повышение  $\xi$ -потенциала характерно для синтетических латексов стабилизированных ПАВ, имеющих функциональную карбоксильную группу, которая в щелочной среде диссоциирует с образованием заряженной группы  $-COO^-$ . При низкой ионной силе раствора между заряженными группами ПАВ возникает электростатическое отталкивание и молекулы ПАВ ориентируются в водную фазу, формируя на поверхности адсорбционный слой определенной толщины, что определяет местонахождение границы скольжения. При введении небольшого количества электролита заряд ПАВ экранируется, за счет чего углеводородные радикалы ПАВ приближаются к поверхности и толщина адсорбционного слоя уменьшается. В результате граница скольжения локализуется ближе к поверхности и  $\xi$ -потенциал возрастает [7; 9].

По мере увеличения количества электролита  $\xi$ -потенциал уменьшается за счет сжатия двойного электрического слоя (ДЭС), и как свидетельствуют данные рис. 1–5, характер изменения  $\xi$ -потенциала поверхности БСЛ зависит от заряда катиона.

Как видно на рис. 1, рост количества ионов  $Na^+$  в дисперсионной среде не вызывает заметного уменьшения  $\xi$ -потенциала, абсолютное значение которого остается достаточно высоким, для того чтобы обеспечить агрегативную устойчивость

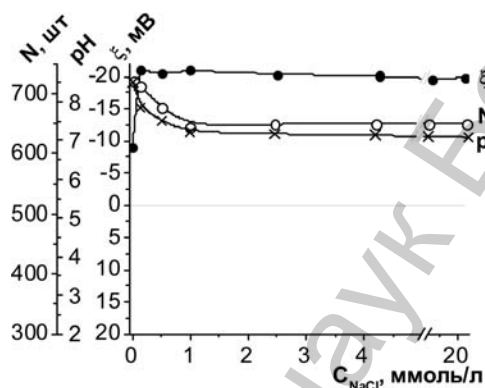


Рис. 1. Зависимость  $\xi$ -потенциала, количества частиц  $N$  БСЛ и pH дисперсионной среды от концентрации NaCl

БСЛ за счет электростатического отталкивания. В случае использования в качестве электролита  $MgCl_2$  (рис. 2) при концентрации 0,05 ммоль/л, происходит резкое снижение  $\xi$ -потенциала до значения  $-6,84$  мВ и в дальнейшем практически не изменяется. Следует отметить, что с ростом количества электролита pH дисперсионной среды существенно не уменьшается (pH снижается с 7,6 до 7,3). Вероятно, в таких условиях при гидролизе  $MgCl_2$  образуются в основном одновалентные катионы  $MgOH^+$ , обладающие низкой адсорбционной активностью к поверхности БСЛ, которые практически не изменяют  $\xi$ -потенциал. Постоянство количества частиц  $N$  указывает на устойчивость БСЛ в присутствии  $MgCl_2$ . Учитывая то, что значения  $\xi$ -потенциала в присутствии  $MgCl_2$  ниже его значения в отсутствие электролита, можно предположить, что агрегативная устойчивость БСЛ обеспечивается фактором неэлектростатической природы, что заключается

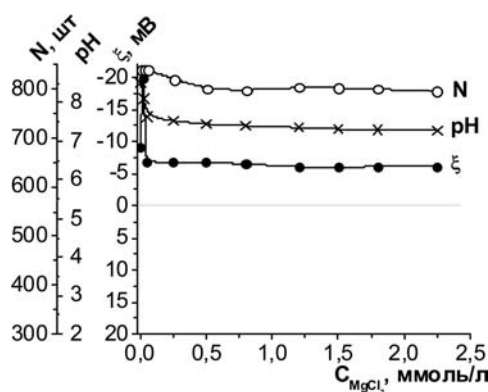


Рис. 2. Зависимость  $\xi$ -потенциала, количества частиц  $N$  БСЛ и pH дисперсионной среды от концентрации  $MgCl_2$

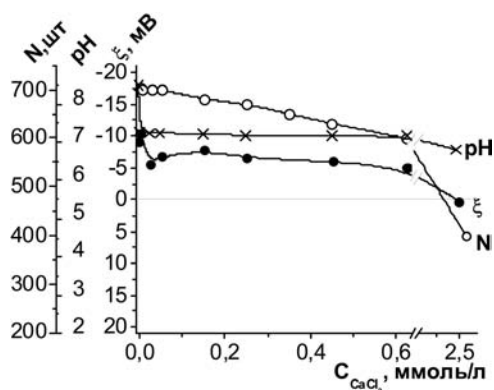


Рис. 3. Зависимость  $\xi$ -потенциала, количества частиц  $N$  БСЛ и pH дисперсионной среды от концентрации  $CaCl_2$

в возникновении сил отталкивания при перекрытии граничных слоев жидкости, связанных с гидрофильной поверхностью БСЛ.

На рис. 3 видно, что в присутствии  $CaCl_2$  концентрационная зависимость  $\xi$ -потенциала имеет более пологий вид, и при концентрации 0,15 ммоль/л  $\xi$ -потенциал достигает значений  $-7,8$  мВ, при котором начинается агрегация частиц БСЛ. Характер изменения количества частиц  $N$  свидетельствует о том, что с увеличением концентрации  $CaCl_2$  протекает медленная коагуляция, где скорость агрегации незначительно превосходит скорость дезагрегации образовавшихся частиц, что обусловлено наличием небольшого потенциального барьера электростатической и неэлектростатической природы.

Как известно [10], двухвалентные катионы могут образовать с карбоксильным эмульгатором латекса нерастворимое в воде соединение, что лишает частицы БСЛ защитной оболочки. В таком случае, катион  $Ca^{2+}$ , вступая во взаимодействие с карбоксильной группой эмульгатора, снижает  $\phi_0$ -потенциал поверхности латекса, что приводит к уменьшению  $\xi$ -потенциала [11]. Монотонное снижение  $\xi$ -потенциала и протекание коагуляции в щелочной среде дает основание сделать предположение о нейтрализационном механизме коагуляции БСЛ в присутствии  $CaCl_2$ . Следует отметить, что при избытке электролита (2,36 ммоль/л) происходит перезарядка поверхности БСЛ.

При использовании в качестве электролитов  $AlCl_3$  и  $SnCl_4$  особое значение приобретает pH среды, поскольку амфотерные соли в водной среде гидролизуются и в зависимости от pH среды образуют ионы различного строения и заряда. Так, в водных растворах  $AlCl_3$  катионы алюминия одновременно присутствуют в виде аквакомплексов с разными зарядами [8]. В случае применения водного раствора  $SnCl_4$  в зависимости от pH водной среды он проявляет кислотные или основные свойства [12].

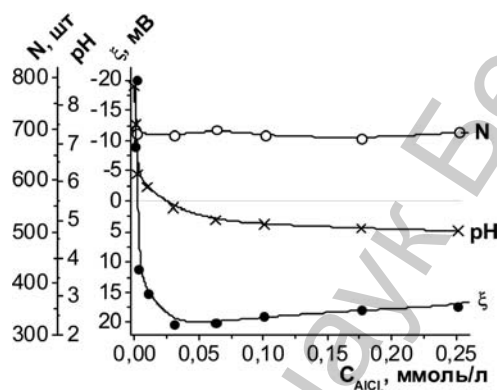


Рис. 4. Зависимость  $\xi$ -потенциала, количества частиц  $N$  БСЛ и pH дисперсионной среды от концентрации  $AlCl_3$

Как видно на рис. 4, pH дисперсионной среды уменьшается с ростом концентрации  $AlCl_3$ . В таких условиях происходит перераспределение форм ионов алюминия: в дисперсионной среде образуются положительно заряженные ионы  $[Al(H_2O)_4(OH)_2]^+$  и  $[Al(H_2O)_5(OH)]^{2+}$  [8], адсорбция которых способствует снижению  $\xi$ -потенциала (по абсолютному значению). Перезарядка поверхности БСЛ при pH 6,2, очевидно, обусловлена наличием двухзарядных ионов алюминия (около 10 % общего содержания других форм ионов). По мере снижения pH с ростом концентрации  $AlCl_3$  в растворе создаются условия для появления в малых концентрациях сложных полиядерных гидроксокомплексов (димеров  $Al_2(OH)_2(H_2O)_8^{4+}$ , тримеров  $Al_3(OH)_4(H_2O)_{10}^{5+}$  и др.), обладающих высокой адсорбционной способностью [13; 14]. Наличие максимума ( $\xi = +20,19$  мВ) на кривых зависимости  $\xi = f(C)$  при концентрации электролита 0,03 ммоль/л при pH 5,3, вероятно, объясняется адсорбцией одного из гидроксокомплексов на поверхности БСЛ, что коррелирует с литературными данными [15]. Дальнейшее уменьшение  $|\xi|$ -потенциала по мере увеличения концентрации  $AlCl_3$ , вероятно, связано с адсорбцией ионов алюминия в форме  $Al(H_2O)_6^{3+}$ , содержание которых увеличивается по мере уменьшения pH [13].

Анализ концентрационной зависимости количества частиц  $N$  (рис. 4) показал, что в присутствии  $AlCl_3$  БСЛ агрегативно устойчив, что согласуется с результатами коагуляционного титрования, представленными в [5]. Следует отметить, что даже в ИЭТ при отсутствии электростатических сил отталкивания латекс сохраняет стабильность. Это связано с адсорбцией ионов алюминия в виде гидратированных аквакомплексов [15; 8], что обеспечивает наличие эффективных сил отталкивания при перекрытии гидратных слоев. Кроме того, при концентрациях  $AlCl_3$  выше 0,0025 ммоль/л высокие значения  $\xi$ -потенциала поверхности частиц БСЛ, которые по абсолютному значению выше исходного латекса, обуславливают наличие эффективного электростатического отталкивания между частицами латекса.

На рис. 5 представлены концентрационные зависимости  $\xi$ -потенциала и количества частиц БСЛ, анализ которых показал, что с увеличением концентрации  $\text{SnCl}_4$  происходит чередование зон устойчивости и коагуляции латекса, обусловленное изменением  $\xi$ -потенциала поверхности частиц БСЛ. Так, при низкой концентрации электролита ( $C = 2,5 \cdot 10^{-4}$  ммоль/л) увеличение  $\xi$ -потенциала компенсирует дестабилизирующее влияние  $\text{SnCl}_4$  на БСЛ и агрегации не происходит. Увеличение количества электролита вызывает плавное снижение  $\xi$ -потенциала (по абсолютному значению) и при достижении  $\xi$  значения  $-3,45$  мВ происходит коагуляция БСЛ, на что указывает уменьшение количества частиц  $N$ . Как показывает анализ зависимостей, представленных на рис. 5, уменьшение  $|\xi|$ -потенциала происходит в слабощелочной среде, в которой за счет гидролиза  $\text{SnCl}_4$  образуются положительно заряженные поливалентные ионы, обладающие высокой адсорбционной способностью к поверхности БСЛ. Следует отметить, что после перезарядки поверхности с ростом концентрации  $\text{SnCl}_4$   $|\xi|$ -потенциал увеличивается и достигает значения  $+14,5$  мВ (рН 4,8), которое по абсолютному значению выше  $\xi$ -потенциала латекса в отсутствие электролита. Это обуславливает устойчивость БСЛ при концентрации  $\text{SnCl}_4$  0,01 ммоль/л, на что указывает одинаковое количество частиц  $N$  в присутствии и в отсутствие электролита. В кислой среде (рН  $< 4,8$ ) по мере роста концентрации  $\text{SnCl}_4$   $|\xi|$ -потенциал уменьшается, по-видимому, за счет адсорбции анионов  $[\text{SnCl}_6]^{2-}$ , что в конечном итоге приводит к потере агрегативной устойчивости БСЛ.

**Заключение.** Анализ представленных данных показал, что агрегативная устойчивость БСЛ в присутствии неорганических электролитов обусловлена совокупным действием электростатического и гидратационного факторов стабилизации, причем относительная роль каждого фактора зависит от заряда катиона. Так, в присутствии  $\text{NaCl}$  и  $\text{SnCl}_4$  (при концентрациях  $2,5 \cdot 10^{-4}$  и 0,01 ммоль/л) агрегативная устойчивость обусловлена фактором стабилизации электростатической

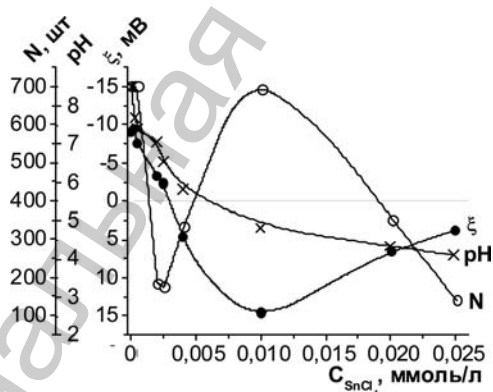


Рис. 5. Зависимость  $\xi$ -потенциала, количества частиц  $N$  БСЛ и рН дисперсионной среды от концентрации  $\text{SnCl}_4$

природы. В присутствии солей  $MgCl_2$  и  $AlCl_3$ , которые гидролизуются с образованием гидроксидионов, очевидно преобладающее влияние гидратационного фактора стабилизации, за счет которого при концентрации  $AlCl_3$  0,002 ммоль/л обеспечивается устойчивость БСЛ в изоэлектрической точке (ИЭТ).

Установлено, что БСЛ коагулирует под действием солей  $CaCl_2$  и  $SnCl_4$ . Это обусловлено способностью  $CaCl_2$  и  $SnCl_4$  диссоциировать в воде на многозарядные катионы, обладающие высокой адсорбционной способностью, что приводит к снижению электрокинетического потенциала, и, как установлено в [16], к уменьшению толщины сольватных слоев. Следовательно, выбор коагулирующего электролита для БСЛ обусловлен способностью электролита одновременно снижать электростатический и гидратационный факторы стабилизации.

Показано, что коагуляция БСЛ в присутствии  $CaCl_2$  протекает в щелочной среде за счет нейтрализации молекул эмульгатора адсорбционного слоя. Это дает основание предложить  $CaCl_2$  в качестве перспективного коагулянта для композиционных материалов на основе БСЛ при формировании бесшовного гидроизоляционного покрытия для бетонных сооружений в условиях, которые не вызывают коррозию бетона.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект X10M-152).

### Литература

1. П л и к у с О. А. и др. // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: Сб. материалов VIII междунар. научно-техн. конф. Гродно, 2010. С. 198–205.
2. Н е й м а н Р. Э. Очерки коллоидной химии синтетических латексов. Воронеж, 1980. – 235 с.
3. Заявка на изобретение RU 2009147302 МПК C08A 2/22 Нитрильные каучуки. 2011.
4. Заявка на изобретение RU 2007130727 МПК A41D 19/00 Латексные перчатки и изделия с геометрически определенной структурой поверхности, обеспечивающей улучшенный захват и способ их поточного изготовления. 2009.
5. О п а н а с е н к о О. Н., П л и к у с О. А., К р у т ь к о Н. П. // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2009. № 2. С. 19–23.
6. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / Под ред. Ю. П. Фролова. М., 1986. – 216 с.
7. J o d a r - R e y e s A. B., O r t e g a - V i n u e s a J. L., M a r t i n - R o d r i g u e z A. // J. of Colloid and Interface Science. 2006. Vol. 297. P. 170–181.
8. Ч е р н а я Н. В., Э м е л л о Г. Г., Л а м о т к и н А. И. // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2005. № 3. С. 119–123.
9. V e s a r a t c h a n o n J. S., T a k a m u r a K., W i l l e n b a c h e r N. // J. of Colloid and Interface Science. 2010. Vol. 345. P. 214–221.
10. Н е й м а н Р. Э. Коагуляция синтетических латексов. Воронеж, 1967. – 183 с.
11. В о ю ц к и й С. С. Курс коллоидной химии. М., 1975. – 512 с.
12. Н е к р а с о в Б. В. Основы общей химии. М., 1969. Т. 2. – 400 с.
13. С и д о р о в Ю. В. и др. // Коллоидный журн. 2009. Т. 71, № 2. С. 262–266.
14. М а й н и ч е в а Е. А. Полиядерные аквакомплексы металлов – супрамолекулярные аддукты с органическим макроциклическим кавитандом кукурбит[6]урилом: автореферат дисс. ... канд. хим. наук. Новосибирск, 2008. – 18 с.
15. М о с у р П. М., Ч е р н о б е р е ж с к и й Ю. М., Л о р е н ц о н А. В. // Коллоидный журн. 2008. Т. 70, № 4. С. 504–507.
16. П л и к у с О. А. и др. // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2010. № 2. С. 24–29.

*O. A. PLIKUS, O. N. OPANASENKO, N. P. KRUT'KO, O. L. ZHIGALOVA*

**EVALUATION OF COLLOIDAL STABILITY OF BUTADIENE-STYRENE LATEX  
IN THE PRESENCE OF INORGANIC ELECTROLYTES BY ELECTROPHORESIS**

**Summary**

Electrokinetic characteristics of surface of butadiene-styrene latex (BSL) particles versus the concentration and charge of inorganic electrolytes (NaCl, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>, SnCl<sub>4</sub>) taking into consideration pH of dispersion medium have been examined using electrophoresis. It has established the colloidal stability of BSL is due to both electrostatic and hydration stabilization factors together. It has shown BSL is stable in the presence of salts NaCl, MgCl<sub>2</sub> and AlCl<sub>3</sub> and one is coagulated in the presence of salts CaCl<sub>2</sub> and SnCl<sub>4</sub>.

УДК 577.346:574+504.064

Л. Л. ВАСИЛЕВСКИЙ<sup>1</sup>, И. В. ЖУК<sup>1</sup>, А. К. КАРАБАНОВ<sup>2</sup>, М. В. КОНОПЕЛЬКО<sup>1</sup>,  
Ж. А. ЛУКАШЕВИЧ<sup>1</sup>, А. В. МАТВЕЕВ<sup>2</sup>, О. И. ЯРОШЕВИЧ<sup>1</sup>

### МОНИТОРИНГ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ЗДАНИЙ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО РАДОНООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

<sup>1</sup>Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси

<sup>2</sup>Институт природопользования НАН Беларуси

(Поступила в редакцию 23.08.2011)

Проведен анализ геофизических особенностей территории Гродненской области, на основе которого выбраны населенные пункты для мониторинга радона, расположенные на тектонических разломах или вблизи них. Описаны методика и результаты исследований объемной активности радона в воздухе жилых, общественных и производственных зданий, эквивалентной равновесной объемной активности радона ( $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{Rn}}$ ) и годовых эффективных доз облучения населения, обусловленных радоном и его дочерними продуктами распада. Показано, что в ~10 % исследованных зданий значения  $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{Rn}}$  превышают 200 Бк/м<sup>3</sup> (гигиенический норматив по НРБ–2000). В отдельных зданиях значения  $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{Rn}}$  достигают 800 Бк/м<sup>3</sup>, а значения эффективных доз облучения населения – порядка 50 мЗв·год<sup>-1</sup>.

**Введение.** Оценка средневзвешенных доз облучения населения является одним из основных критериев при проведении процедур радиационной защиты. Данные об уровнях облучения от различных источников ионизирующего излучения (ИИИ) используются для принятия управленческих решений по снижению этих уровней. Основной вклад в суммарную дозу облучения населения от всех природных и техногенных ИИИ (от ~40 до более 70 %) вносят природный радон и его дочерние продукты распада (ДПР): <sup>218</sup>Po, <sup>214</sup>Pb, <sup>214</sup>Bi, <sup>214</sup>Po, <sup>210</sup>Po, <sup>210</sup>Pb, <sup>210</sup>Bi и др., содержащиеся в воздухе зданий. В Европейском содружестве радон и его ДПР обуславливают ежегодно ~20000 смертей от рака легкого [1].

Основными источниками поступления радона в воздух помещений являются почвогрунты под зданиями и строительные материалы. Кроме того, концентрация радона и его ДПР в воздухе помещений зависит от образа жизни, привычек,

культурного и социального уровня жизни жителей. Поэтому результаты исследований, полученные в зданиях, расположенных даже в небольших населенных пунктах (деревнях), и даже в одном и том же здании, нельзя напрямую перенести на другие, и концентрация радона в каждом конкретном помещении может быть выявлена только прямым обследованием, что требует проведения массовых измерений. Во многих странах были разработаны и осуществляются широкомасштабные долгосрочные (15–30 лет) национальные программы по исследованиям радона и его ДПР в воздухе зданий. Уже к настоящему времени в этих странах выполнены измерения в воздухе тысяч (Бельгия, Италия, Испания и др.), десятков тысяч (Украина, Финляндия, Германия) и даже сотен тысяч зданий (Россия, Швеция, Великобритания, Чехия) [1]. Необходимость контроля уровней активности радона и его ДПР установлена в Беларуси в Законе Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения» и «Нормах радиационной безопасности НРБ–2000».

Потенциально радоноопасные территории охватывают ~40 % всей территории Беларуси [2]. Территория Гродненской области по своим геофизическим особенностям относится к одной из наиболее потенциально радоноопасных в Республике Беларусь.

**Геофизические особенности территории Гродненской области и критерии выбора населенных пунктов и помещений для мониторинга радона.** Территория Гродненской области в тектоническом отношении приурочена к Белорусской антеклизе – структуре I порядка, характеризующейся высоким залеганием пород кристаллического фундамента. В строении фундамента участвуют граниты, гранодиориты, гнейсограниты, различные кристаллические сланцы, породы гранулитового комплекса и др., многие из которых могут рассматриваться в качестве источников поступления радона в вышезалегающий платформенный чехол. Последний в целом имеет относительно небольшую мощность, варьирующую на большей части территории Гродненской области в интервале 300–500 м. В чехле преобладают меловые мела, мергели, пески, палеоген-неогеновые пески и песчано-глинистые отложения и четвертичные ледниковые комплексы (флювиогляциальные пески, моренные супеси и суглинки, краевые песчано-гравийно-галечные образования). На некоторых площадях четвертичные отложения залегают непосредственно на породах фундамента. Учитывая, что в строении ледниковой толщи значительное участие принимает грубообломочный материал (гравий, галька, валуны) кристаллических пород кислого состава, следует полагать, что четвертичные отложения также могут служить источником поступления радона в почвенный воздух. При этом наибольшее влияние на концентрации этого газа оказывают повышенной мощности краевые ледниковые образования и моренные горизонты.

Породы фундамента, а часто и чехла разбиты густой сетью разломов разного ранга (суперрегиональные, региональные, субрегиональные и локальные), которые протягиваются на десятки и сотни километров при ширине, изменяющейся в зависимости от ранга нарушений от нескольких сотен метров до нескольких

километров и более, причем зона динамического влияния разлома отличается еще большими параметрами. Учитывая тот факт, что зоны разломов являются наиболее ослабленными участками земной коры, по ним происходит поступление из глубинных горизонтов земной коры к поверхности различных газовых, жидких и иных эманаций. Особенно это характерно для так называемых активных разломов, геодинамические процессы в зонах которых проявлялись на новейшем и современном этапах. На территории Гродненской области выделена достаточно густая сеть подобных разрывных структур, с которыми может быть связано, как показали проведенные ранее исследования [2; 3], формирование радоновых аномалий, которые превышают фоновые значения и 2–3 раза и более.

В структуре кристаллического фундамента выделяется ряд платформенных (Ошмянский, Налибокский и др.) и доплатформенных (Кореличский, Белостокский и др.) разломов, для которых установлены признаки неотектонической и современной активности. Значительные площади занимают грубообломочные отложения ледникового комплекса, приуроченные к озовым и конечно-моренным грядам в районе городов Гродно, Щучин, Волковыск, Слоним, Новогрудок и др. Эти региональные особенности геологического строения во многом предопределили результаты проведенного исследования.

Основным критерием выбора населенных пунктов, зданий и помещений при проведении мониторинга радона являлось расположение населенных пунктов в зонах с тектоническими разломами (на или вблизи разломов). Объемная активность радона должна измеряться, как правило, на первых или цокольных этажах зданий, причем значительная часть измерений должна проводиться в одноэтажных жилых домах, не имеющих хорошей напольной изоляции от основного источника поступления радона в здания (почвенного грунта) и относящихся к критическим по уровню радона типам зданий.

В соответствии с указанными выше критериями для основного объема исследований, проведенных в 2006 г., были выбраны 207 зданий, расположенных в семи административных районах Гродненской области. Для исследований в восьми других административных районах области, проведенных в 2010 г., населенные пункты для мониторинга радона выбирались произвольно, как и в большинстве других стран.

При выборе населенных пунктов для мониторинга радона использовалась административно-территориальная карта Гродненской области с распределением тектонических разломов, определенных на основе анализа структурных карт кристаллического фундамента Беларуси и тектонической карты Беларуси с суперрегиональными и региональными разломами, проникающими и непроникающими в платформенный чехол.

**Методика исследований и аппаратура.** Измерения объемной активности радона в воздухе помещений проводились интегральным методом пассивной трековой радиометрии с использованием твердотельных трековых детекторов  $\alpha$ -частиц. В качестве детекторов была выбрана нитроцеллюлозная пленка LR-115, тип 2, производства фирмы DOSIRAD (Франция), обладающая хорошими реги-

страционными характеристиками, относительно дешевая и простая в использовании и позволяющая применить относительно простой искровой способ счета треков на детекторах. Минимально детектируемая объемная активность радона при экспозиции пассивных радонометров в помещениях в течение 1 месяца при погрешности 30 % равна 15–20 Бк/м<sup>3</sup>.

После экспозиции пассивных радонометров с трековыми детекторами в воздухе помещений в течение ~2 мес. трековые детекторы подвергались химической обработке (травлению) в растворе NaOH плотностью 1,22 г/см<sup>3</sup> при температуре 50 °С в течение 170 мин. Использовался комплекс средств измерения объемной активности радона КСИОАР-01, разработанный в Радиовом институте им. В. Г. Хлопина (С.-Петербург, Россия) В. А. Николаевым и др. и включающий набор интегральных пассивных трековых радонометров, устройство для одновременного травления большого числа (до 50) трековых детекторов ТРАЛ-1 и автоматический электроискровой счетчик треков АИСТ-1. Метрологическая аттестация комплекса КСИОАР-01 проводилась в Федеральном ГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» (С.-Петербург, Россия).

**Результаты мониторинга и их анализ.** Измеряемой величиной при мониторинге радона в помещениях является объемная активность радона для каждого  $i$ -помещения ( $OA_{Rn,i}$ ). Нормируемым в НРБ–2000 в Беларуси параметром является среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних изотопов радона  $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ , которая в эксплуатируемых жилых зданиях не должна превышать 200 Бк/м<sup>3</sup>, а в производственных и общественных зданиях – 310 Бк/м<sup>3</sup>, и только при превышении этих величин требуется проведение противорадоновых мероприятий. Процедура перехода от измерений объемной активности радона  $OA_{Rn}$  к среднегодовому значению  $\overline{ЭРОА}_{Rn}$  подробно описана в [3].

Результаты измерений уровней  $OA_{Rn}$  и  $\overline{ЭРОА}_{Rn}$  в различных районах Гродненской области, усредненные с весом выборки (количеством исследованных зданий в каждом из выбранных населенных пунктов в конкретных районах), представлены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, наибольшие уровни  $OA_{Rn}$  зафиксированы в Лидском, Щучинском, Гродненском и Дятловском районах. Измерения  $OA_{Rn}$  проводились в летний и осенний периоды года при экспозиции пассивных радонометров в воздухе выбранных зданий в течение ~60–70 сут.

Значения  $OA_{Rn}$  и  $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ , усредненные по всем исследованным помещениям 15 районов Гродненской области, составили 136 и 102 Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Сравнительный анализ результатов мониторинга радона в воздухе помещений Гродненской области с результатами аналогичного мониторинга радона в 29 странах, входящих в Европейское сообщество [1], показал, что среднегодовой уровень активности радона в Гродненской области (102 Бк/м<sup>3</sup>) находится на уровнях, зафиксированных в Австрии, Швеции и Словакии (более высокие значения зафиксированы только в Чехии, Сербии и Черногории и Финляндии – 140, 144 и 120 Бк/м<sup>3</sup> соответственно).

Таблица 1. Значения  $\overline{OA_{Rn}}$  и  $\overline{ЭРОА_{Rn}}$  в воздухе зданий в различных административных районах Гродненской области

Административный район	Объем выборки	Уровень $OA_{Rn}$ , Бк/м <sup>3</sup>		Уровень $ЭРОА_{Rn}$ , Бк/м <sup>3</sup>		Доля помещений с $ЭРОА_{Rn} > 200$ Бк/м <sup>3</sup> , %
		средний	максимальный	средний	максимальный	
Гродненский	68*	177	1005	138	808	19,1
Кореличский	31*	108	275	77	199	0
Щучинский	19*	210	485	158	365	26,3
Дятловский	21*	156	275	113	198	0
Лидский	15*	230	485	173	357	33,3
Мостовский	25*	137	470	103	347	12,0
Ивьевский	29*	101	300	77	227	3,1
Островецкий	11**	59	180	37	106	0
Ошмянский	8**	56	110	38	73	0
Сморгонский	8**	85	140	50	81	0
Новогрудский	8**	49	100	33	67	0
Волковысский	10**	60	120	41	82	0
Свислочский	8**	91	130	65	91	0
Зельвенский	7**	134	220	105	199	0
Слонимский	8**	99	110	69	80	0
В целом по области	276	136	1005	102	808	9,8

П р и м е ч а н и е: \* – выбор населенных пунктов с учетом геологических особенностей территорий; \*\* – произвольный выбор.

По данным табл. 1 и значениям дозового перехода (коэффициентам перехода от  $ЭРОА_{Rn}$  к эффективной дозе облучения) определяются годовые эффективные дозы облучения населения от радона и его ДПР при пребывании людей в помещениях в течение 80 % времени.

Следует, однако, отметить, что значения дозового коэффициента в зависимости от рекомендаций МКРЗ и НКДАР ООН, опубликованных в различные годы, изменяются от 6 до 23 нЗв·ч<sup>-1</sup>/Бк·м<sup>-3</sup> [4]. В инструкции [5], являющейся нормативным документом для Республики Беларусь, значение дозового коэффициента принято равным  $9 \cdot 10^{-6}$  мЗв·ч<sup>-1</sup>/Бк·м<sup>-3</sup> или 0,063 мЗв·год<sup>-1</sup>, что соответствует также рекомендациям НКДАР-2000 [6; 4], и это значение использовалось нами при расчете годовых эффективных доз облучения населения.

Результаты расчета эффективных годовых доз облучения населения за счет радона и его ДПР приведены в табл. 2.

Как видно из данных табл. 2, средневзвешенная по 15 районам Гродненской области годовая эффективная доза облучения населения, обусловленная радоном и его ДПР, составляет 6,4 мЗв·год<sup>-1</sup>, что превышает аналогичную дозу облучения в Украине в настоящее время в 2,7 раза [7] и существенно превышает эффективную дозу облучения населения от всех природных и техногенных (без учета медицинских облучений) ИИИ в наиболее загрязненных в Республике Беларусь «чернобыльскими» радионуклидами территориях Гомельской и Могилевской областей.

Т а б л и ц а 2. Эффективные годовые дозы облучения населения за счет радона и его ДПР ( $E_{Rn}$ ) в различных районах Гродненской области

Административный район	$E_{Rn}$ , мЗв·год <sup>-1</sup>		Административный район	$E_{Rn}$ , мЗв·год <sup>-1</sup>	
	средняя	максимальная		средняя	максимальная
Островецкий	2,3	6,7	Кореличский	4,9	12,5
Ошмянский	2,4	4,6	Ивьевский	1,9	14,3
Сморгонский	3,2	5,1	Новогрудский	2,1	4,2
Гродненский	8,7	50,9	Волковысский	2,6	5,2
Дятловский	7,1	12,5	Свислочский	4,1	5,7
Лидский	10,9	22,5	Зельвенский	6,6	12,5
Щучинский	9,9	23,0	Слонимский	4,3	5,0
Мостовский	6,5	21,9	В целом по области	6,4	50,9

**Заключение.** Объемные активности радона ( $OA_{Rn}$ ) в различных административных районах Гродненской области варьируются в пределах от 20 до 1005 Бк/м<sup>3</sup>, среднегодовые уровни  $\overline{ЭРОА}_{Rn}$  – от 20 до 808 Бк/м<sup>3</sup>, годовые эффективные дозы облучения населения  $E_{Rn}$ , обусловленные радоном и его ДПР, – от 1,9 до 50,9 мЗв·год<sup>-1</sup>. В отдельных зданиях значения  $OA_{Rn}$  и  $\overline{ЭРОА}_{Rn}$  достигают ~1000 и ~800 Бк/м<sup>3</sup> соответственно, а значения эффективных доз облучения населения ~50 мЗв·год<sup>-1</sup>.

Проведен сравнительный анализ результатов мониторинга радона в воздухе зданий Гродненской области, выполненных к настоящему времени, с результатами аналогичного мониторинга в 29 странах Европы. Показано, что только в 4 странах из 29 значения  $\overline{OA}_{Rn}$  и  $\overline{ЭРОА}_{Rn}$  превышают аналогичные значения, полученные при мониторинге радона в Гродненской области.

Высокие среднегодовые уровни  $\overline{ЭРОА}_{Rn}$  (102 Бк/м<sup>3</sup>) и долю помещений с  $\overline{ЭРОА}_{Rn}$  более 200 Бк/м<sup>3</sup> (~10 % обследованных зданий) в основном можно объяснить тем, что основной объем мониторинга радона в Гродненской области (75 %) проводился только на потенциально радоноопасных территориях (в населенных пунктах, расположенных на или вблизи тектонических разломов), в то время как в большинстве стран Европы выбор населенных пунктов для мониторинга радона производился произвольно без учета геологических особенностей территорий.

Следует также отметить, что объем выборки зданий для мониторинга в Гродненской области, выполненного к настоящему времени, существенно меньше, чем в других европейских странах (даже с учетом разницы в количестве населения). Поэтому представляется целесообразным в дальнейших исследованиях по мониторингу радона в воздухе зданий Гродненской области, запланированных на 2012–2013 гг., существенно увеличить объем выборки исследуемых зданий, изменить критерии выбора населенных пунктов, экспозицию радонметров проводить только в течение отопляемого сезона и учесть ряд других факторов, что обеспечит более реальную картину с радоновым риском в области.

Авторы выражают благодарность д. т. н. В. А. Николаеву, А. В. Громову, И. В. Воробьеву (Радиевый институт им. В. Г. Хлопина, С.-Петербург), д. м. н. А. М. Маренному (Научно-практический центр по радиационной экологии, Москва) за ценные советы и критические замечания в процессе всех исследований по радоновой проблеме в Беларуси и помощь при изготовлении и метрологической аттестации радонметров; к. т. н. Т. А. Павленко, Н. В. Аксенову (Институт гигиены и медицинской экологии АМН Украины) за обсуждения различных аспектов по проблеме радона и представление детальных результатов мониторинга радона в Украине; а также главному врачу Гродненского областного ЦГЭиОЗ Н. К. Кендышу, начальнику радиологической службы Гродненского областного ЦГЭиОЗ А. Г. Размахнину и начальникам районных ЦГЭиОЗ за неоценимую помощь в организации и проведении экспедиций во все выбранные населенные пункты по размещению для экспозиции пассивных радонметров и их сбору после завершения длительной экспозиции, без которой при выделенном финансировании невозможно было бы провести исследования в объеме, приведенном в настоящей статье.

Исследования, описанные в настоящей статье, проводились в рамках ГПОФИ «Высокоэнергетические, ядерные и радиационные технологии» на 2006–2010 гг. с использованием результатов, полученных по проекту БРФФИ № X04P-088.

### Литература

1. Dubois G. An overview of radon surveys in Europe. Luxembourg, 2005.
2. Матвеев А. В. и др. // Літасфера. 1996. № 5. С. 156–160.
3. Карabanov А. К., Липницкий Л. В., Ярошевич О. И. и др. // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. Минск, 2009. Вып. 13. С. 70–76.
4. Vamagc H. // Radiation Protection Dosimetry. 2008. Vol. 130, N 1. P. 76–801.
5. Оценка индивидуальных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения. Инструкция 2.6.1. Минздрава Республики Беларусь. Минск, 2006. – 20 с.
6. Source and effects of ionizing radiation. Vol. 1. UNSCEAR 2000. New York, 2000.
7. Павленко Т. А., Лось И. П. // Ядерна та радиацияна безпека. 2009. Т. 12, вып. 1. С. 18–21.

*L. L. VASILEVSKIJ, I. V. ZHUK, A. K. KARABANOV, M. V. KONOPELKO,  
Z. A. LUKASHEVICH, A. V. MATVEEV, O. I. YAROSHEVICH*

### INDOOR RADON MONITORING ON POTENTIALLY RADON-PRONE TERRITORIES OF THE GRODNO REGION

#### Summary

The analysis of geophysical features of territory of the Grodno region on which basis settlements for the radon monitoring were chosen, located on the tectonic faults or near it is carried out. The technique and results of investigations of volume activity of radon in air of dwellings, public and industrial buildings, equivalent equilibrium volume activity of radon ( $\overline{EEVA}_{Rn}$ ) and annual effective doses of an irradiation of the population, caused by radon and its progeny are described. It is shown that in ~10 % of the investigated buildings the value of  $\overline{EEVA}_{Rn}$  exceed 200 Bq/m<sup>3</sup> (the hygienic specification by NRS-2000). In separate buildings value of  $\overline{EEVA}_{Rn}$  reaches 800 Bq/m<sup>3</sup>, and values of effective doses of an irradiation of the population – an order of 50 mSv·year<sup>-1</sup>.

УДК 535.37

С. М. АРАБЕЙ<sup>1</sup>, К. КРЕПЕН<sup>2</sup>, Н. ШАФИЗАДЕ<sup>2</sup>, В. ЧИН<sup>2</sup>,  
Ж.-П. ГАЛО<sup>3</sup>, Д. Г. МакКЭФФРИ<sup>4</sup>

### СПОНТАННОЕ И СТИМУЛИРОВАННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ МОЛЕКУЛАМИ ТЕТРАБЕНЗОПОРФИНА В МАТРИЦЕ АЗОТА

<sup>1</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Орсэйский Институт молекулярных наук, НЦНИ/Университет Париж-Юг 11, Орсэ, Франция

<sup>3</sup>Лаборатория им. Эме Коттона, НЦНИ/Университет Париж-Юг 11, Орсэ, Франция

<sup>4</sup>Химический факультет, Национальный университет Ирландии, Мэйнут, Ирландия

(Поступила в редакцию 19.09.2011)

При наносекундном лазерном возбуждении молекул свободного основания тетрабензопорфина в матрице азота при 8 К, по мере роста энергии лазерного импульса, в наблюдаемом тонкоструктурном спектре флуоресценции имеет место существенное увеличение интенсивности одной или нескольких вибронных линий излучения. Обнаруженное интенсивное монохроматическое излучение обладает характеристиками стимулированного излучения, которое реализуется в результате перехода с чисто электронного  $S_1$ -уровня на колебательный подуровень  $S_0$ -состояния, соответствующий возбуждению валентных C–C колебаний метиновых мостиков тетрапиррола. Методом выжигания стабильных спектральных провалов исследованы фотохимические свойства тетрабензопорфина в матрице азота.

**Введение.** Разработка твердотельных лазерных активных сред на основе красителей является одной из актуальных проблем современных наукоемких технологий. Она стимулируется, прежде всего, необходимостью создания лазеров микронных размеров. Проблема миниатюризации твердотельных элементов усиливает интерес к изучению спектральных и кинетических характеристик спонтанного и вынужденного (стимулированного) излучения окрашенными тонкопленочными материалами. В литературе описаны исследования тонких ( $h \approx 1$  мкм) силикатных гель-пленок, окрашенных красителями разных классов (родамины, производные оксазола, кумарины, порфирины и др.), для которых изучены генерационные характеристики [1–6]. Важно отметить, что в некоторых экспериментах [3; 5] внешние зеркала оптического резонатора отсутствовали, и стимулированное

излучение (СИ) формировалось благодаря усилению света за один проход в слое по методу «бегущей волны» (traveling wave lasing).

Нами выполнены спектральные исследования свободного основания фталоцианина ( $H_2Фц$ ) и его цинкового комплекса ( $ZnФц$ ) [7], а также свободного основания тетрабензопорфина ( $H_2ТБП$ ) [8] в матрицах благородных газов (Ne, Ar, Kr, Xe) при низкой температуре (8 К). Обнаружено, что в таких матрицах под действием импульсного лазерного возбуждения наблюдается СИ примесными молекулами, соответствующее переходам на колебательные подуровни основного электронного состояния молекул ( $S_1(0-0) \rightarrow S_0(0-1)$ -переход). Интерес к молекулам порфиринов и фталоцианинов, как систем, способных к СИ, обусловлен высокими значениями квантового выхода флуоресценции, интенсивными полосами поглощения в видимой области спектра, позволяющими осуществлять эффективное их возбуждение, локализацией спектров флуоресценции в красной и ближней ИК-области, а также высокой термо- и фотостойкостью. Впервые СИ тетрапиррольными молекулами (AlCl-фталоцианин в этаноле) наблюдали Сорокин и Ланкард [9; 10] при возбуждении импульсным лазером.

Детальное обсуждение в [7; 8] особенностей явления СИ молекулами  $H_2Фц$ ,  $ZnФц$  и  $H_2ТБП$ , изолированными в криогенных матрицах благородных газов, выявило ряд нерешенных задач. Необходимо выяснить влияние особенностей внедрения молекул в матрицы различной природы на параметры СИ, в том числе и величины электрон-фононного взаимодействия. Открытым остается вопрос об усилении излучения только для ограниченного числа вибронных переходов, т. е. необходимо установить, что является главным при достижении критической величины инверсии населенности уровней – доля квантового выхода флуоресценции, обусловленная этим вибронным переходом (интенсивность вибронной линии); величина скорости релаксации вибронного уровня  $S_0$ -состояния или форма вовлеченного в процесс нормального колебания в основном состоянии.

Цель работы – получить новую информацию о спектральных характеристиках СИ молекулами  $H_2ТБП$ , внедренными в низкотемпературную матрицу молекулярного азота ( $N_2$ ), т. е. молекулами, находящимися в условиях частичного снятия неоднородного уширения спектральных полос и подвергаемых действию импульсного лазерного возбуждения, а также исследовать их фотохимические свойства.

**Объект исследования и методика эксперимента.**  $H_2ТБП$  (структурная формула молекулы изображена на рис. 1) для исследования СИ был выбран по двум причинам. Во-первых, квазилинии индивидуальных электронно-колебательных переходов в квазилинейчатых спектрах флуоресценции  $H_2ТБП$  в матрицах предельных углеводородов при 4,2 К (эффект Шпольского) имеют рекордно узкие полуширины. Например, для монокристаллической матрицы *n*-октана компоненты «головного» дублета спектра флуоресценции  $H_2ТБП$  при 4,2 К достигают полуширин 1,5 и 1,8  $cm^{-1}$  [11]. Во-вторых,  $H_2ТБП$  имеет высокую скорость фотохимической NH-таутомерии [12], что является причиной эффективных фото-

индуцированных взаимопревращений примесных центров в матрицах Шпольского [13].

Для получения низкотемпературных матриц азота, окрашенных молекулами  $\text{H}_2\text{TBP}$ , разработано и изготовлено специальное устройство, которое было сопряжено с гелиевым криостатом. Схема устройства детально описана в [8]. Для перевода тетрапиррольных молекул в парообразное состояние использовался нагреваемый цилиндрический тигель из нержавеющей стали, в корпус которого ввинчивался полый винт, содержащий порошок  $\text{H}_2\text{TBP}$ . При нагревании, в результате сублимации, протекал процесс перевода молекул из кристаллического в свободное, парообразное состояние. Полый винт был связан с газовой линией, обеспечивающей приток «матричного» молекулярного азота. Нагреватель позволял регулировать температуру порошка  $\text{H}_2\text{TBP}$ , которая могла достигать  $300\text{ }^\circ\text{C}$ . Образованные пары молекул  $\text{H}_2\text{TBP}$  вовлекались потоком азота, образуя газообразную смесь  $\text{N}_2 + \text{H}_2\text{TBP}$ . Полученная смесь осаждалась на сапфировой подложке в гелиевом криостате, охлажденной до  $\sim 20\text{ K}$ , образуя тонкую кристаллическую пленку  $\text{N}_2$  с внедренными молекулами  $\text{H}_2\text{TBP}$ . Газовые потоки скоростью  $10\text{ ммоль/ч}$  обеспечивали матричную изоляцию тетрапиррольных молекул в их мономерной форме. Типичные толщины получаемых окрашенных пленок были около  $250\text{ мкм}$ . Контроль за процессом изоляции тетрапиррольных молекул в матрице (формированием количества примесных центров), а также за концентрацией красителя осуществлялся по спектрам поглощения. Для возбуждения флуоресценции и СИ примесными молекулами использовался лазер на красителях (DCM, Rh610 или Rh6G), накачиваемый импульсным ( $10\text{ Гц}$ ) YAG-лазером (вторая гармоника) или эксимерным XeCl-лазером. Флуоресценция регистрировалась через монохроматор HRS Jobin-Yvon с использованием быстродействующей CCD-камеры (ANDOR, модель DH-720). Исследования СИ проводились при  $8\text{ K}$ .

**Результаты и их обсуждение.** На рис. 1 изображен спектр поглощения  $\text{H}_2\text{TBP}$  в пиридине при комнатной температуре (кривая 1). Согласно данным [11; 14–16] полоса при  $663,4\text{ нм}$  принадлежит  $S_1 \leftarrow S_0$ -переходу ( $Q_x$ -полоса), полосы при  $432,5$  и  $417,0\text{ нм}$  –  $S_3 \leftarrow S_0$ - и  $S_4 \leftarrow S_0$ -переходам соответственно ( $B_x$ - и  $B_y$ -полосы). В области  $580\text{--}620\text{ нм}$  (область  $Q_y$ -полосы) спектра поглощения расположена полоса, имеющая три максимума. Анализ данных поляризационных и квазилинейчатых спектров показал, что контур этой полосы формируется переходами двух типов: высокочастотными электронно-колебательными переходами в  $S_1$ -состояние и чисто электронным  $S_2 \leftarrow S_0$ -переходом. При этом характер нарушения зеркальной симметрии частот и активности отдельных нормальных колебаний  $S_1$ - и  $S_0$ -состояний  $\text{H}_2\text{TBP}$  позволил сделать вывод о том, что полоса чисто электронного  $S_2 \leftarrow S_0$ -перехода соответствует центральному максимуму сложного контура [14; 15]. Исходя из этого, оценка разности энергий  $\Delta E_{S_2S_1} = E_{S_2} - E_{S_1}$  для  $\text{H}_2\text{TBP}$  в пиридине дает величину  $\sim 1370\text{ см}^{-1}$  [11; 14; 16]. Такое же значение  $\Delta E_{S_2S_1}$  имеет  $\text{H}_2\text{TBP}$  в ДМСО (равно как и одинаковую форму обсуждаемой полосы поглощения). Заметное изменение формы полосы поглощения в области  $580\text{--}620\text{ нм}$

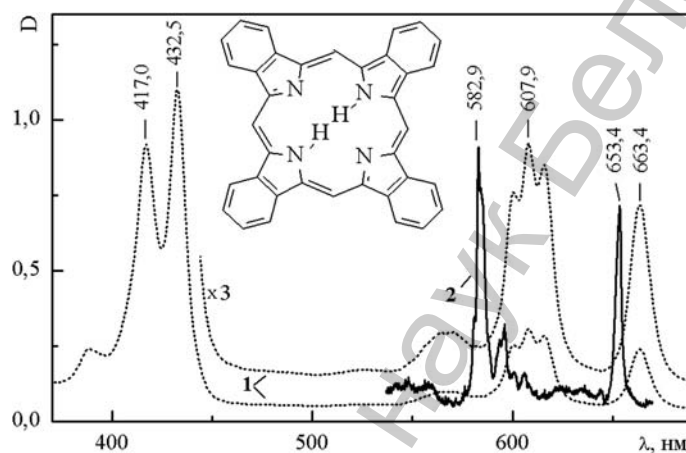


Рис. 1. Спектр поглощения  $H_2TBP$  в пиридине при 293 К (1) и матрице  $N_2$  при 8 К (2) и структурная формула  $H_2TBP$

наблюдается в таких растворителях, как *n*-октан ( $\Delta E_{S_2S_1} \approx 1445 \text{ см}^{-1}$ ) [16], этанол ( $\Delta E_{S_2S_1} \approx 1480 \text{ см}^{-1}$ ) [17] и в смеси тетрагидрофурана с эфиром [18], когда наиболее интенсивной компонентой становится коротковолновая компонента сложной полосы при 580–620 нм.

Для получения новой информации о спектральных характеристиках СИ молекулами  $H_2TBP$ , находящимися в условиях частичного снятия неоднородного уширения, проведены исследования их низкотемпературных спектров поглощения в матрице  $N_2$  (рис. 1, кривая 2). Как видно, спектр поглощения  $H_2TBP$  в  $N_2$  претерпевает заметные изменения по сравнению со спектром в пиридине. Гипсохромное смещение полос поглощения на  $\sim 10$  нм ( $\lambda_{S_1 \leftarrow S_0}^{00} = 653,4$  нм) свидетельствует об ослаблении взаимодействия молекул  $H_2TBP$  с матричным окружением  $N_2$  по сравнению с пиридиновым. При этом полуширины спектральных полос уменьшаются в  $\sim 3,5$  раза: например, полоса чисто электронного  $S_1 \leftarrow S_0$ -перехода сужается от  $\sim 265 \text{ см}^{-1}$  в пиридине до  $\sim 75 \text{ см}^{-1}$  в  $N_2$ . Точная локализация  $S_2 \leftarrow S_0$ -перехода  $H_2TBP$  в  $N_2$  не определена, несмотря на заметную интенсивность полос поглощения в области 570–600 нм. Обращает на себя внимание сходство формы этих полос с полосами *n*-октанового спектра поглощения [16], и прежде всего, интенсивной коротковолновой компоненты при 582,9 нм. Величина спектрального интервала между этой компонентой и полосой  $S_1 \leftarrow S_0$ -перехода, равная  $\sim 1850 \text{ см}^{-1}$  (для *n*-октановой матрицы аналогичный интервал равен  $\sim 1730 \text{ см}^{-1}$ ), свидетельствует о том, что значение  $\Delta E_{S_2S_1}$  для  $H_2TBP$  в  $N_2$  должно быть больше чем для *n*-октановой матрицы Шпольского ( $\Delta E_{S_2S_1} \approx 1445 \text{ см}^{-1}$ ).

При возбуждении в области  $Q_y$ -полосы поглощения ( $\lambda_{\text{возб}} = 582,7$  нм) излучением импульсного лазера на красителях ( $P_{\text{возб}} \approx 10$  мВт,  $\tau_{\text{имп}} = 10$  нс), спектр флуоресценции  $H_2TBP$  в  $N_2$  при 8 К имеет вид, изображенный на рис. 2 (кривая 1): интенсивная полоса чисто электронного  $S_1 \rightarrow S_0$ -перехода при 653,8 нм и мало-

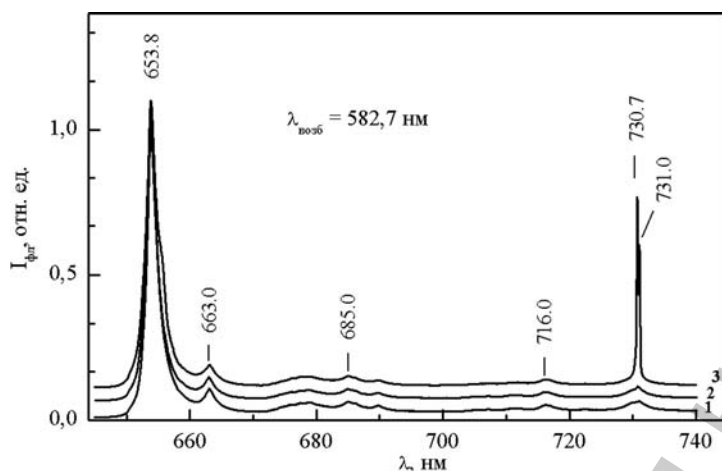


Рис. 2. Спектры флуоресценции и СИ молекулами  $H_2TBP$  в  $N_2$  при 8 К ( $\lambda_{\text{возб}} = 582,7$  нм;  $P_{\text{возб}} \approx 10$  (1), 30 (2) и 100 (3) мВт)

интенсивные полосы, соответствующие вибронным переходам (область 660–740 нм). Полученный спектр обладает сходством с квазилинейчатым спектром флуоресценции  $H_2TBP$  в *n*-октане при 4,2 К [16], где наиболее интенсивной вибронной полосой является полоса, соответствующая низкочастотному нормальному колебанию  $\sim 220$   $cm^{-1}$  (на рис. 2 – полоса при 663,0 нм). При увеличении мощности импульсного лазерного возбуждения ( $P_{\text{возб}} \approx 30$  и 100 мВт) в области вибронной полосы при  $\sim 731$  нм спектра флуоресценции появляются две интенсивные линии при 730,7 и 731,0 нм (рис. 2, кривые 2 и 3). Обращает внимание резкое сужение этих линий (до  $\sim 5$   $cm^{-1}$ ) и зависимость их относительных интенсивностей от мощности лазерного возбуждения. Изменение длины волны лазерного возбуждения в области 580–585 нм не приводит к появлению новых линий СИ в наблюдаемом спектре. Имеет место только незначительное изменение относительных интенсивностей линий при 730,7 и 731,0 нм. По аналогии с [7; 8] можно сделать вывод, что излучение на данных длинах волн усиливается, когда интенсивность возбуждающего лазерного излучения превышает некоторую величину. При этом достигается инверсия населенности между  $S_1(0-0)$ -уровнем и вибронным подуровнем  $S_0$ -состояния – возникает ситуация, когда к спонтанному флуоресцентному излучению добавляется СИ. Анализ спектральных данных показывает, что процесс СИ молекулами  $H_2TBP$  в  $N_2$  реализуется на электронно-колебательном переходе, нижним состоянием которого является колебательный подуровень с энергией  $\sim 1615$   $cm^{-1}$   $S_0$ -состояния. Этот энергетический подуровень соответствует возбуждению валентных  $C_a C_m$ -колебаний метиновых мостиков  $B_{1g}$ -типа симметрии [11; 19]. Важно отметить, что явление СИ наблюдается в условиях импульсного возбуждения, длительность которого не превышает время жизни  $S_1$ -состояния (например, для  $H_2TBP$  в спиртово-эфирной среде  $\tau_S = 11$  нс [20]).

В такой ситуации исключается эффективное заселение триплетного состояния, играющего роль «ловушки» для активных центров при стационарном фотовозбуждении, и затрудняющее достижение инверсной населенности в системе синглетных уровней.

С целью выяснения условий возникновения СИ молекулами  $\text{H}_2$  ТБП в  $\text{N}_2$  были изучены спектры возбуждения СИ. На рис. 3, а представлены такие спектры для области  $Q_y$ -полосы при 8 К (кривая 1 ( $\lambda_{\text{рег}} = 730,7$  нм) и кривая 2 ( $\lambda_{\text{рег}} = 731,0$  нм)), которые сравниваются со спектром поглощения  $\text{H}_2$  ТБП в  $\text{N}_2$  (кривая 3) в этой же области. Видно, что контуры полос в спектрах возбуждения СИ при регистрации излучения в каждой из двух наблюдаемых компонент СИ практически идентичны и их спектральное смещение друг относительно друга ничтожно мало. Однако максимумы полос в спектрах возбуждения СИ не совпадают с максимумом спектра поглощения при 582,9 нм в этой области. Объяснить этот факт можно

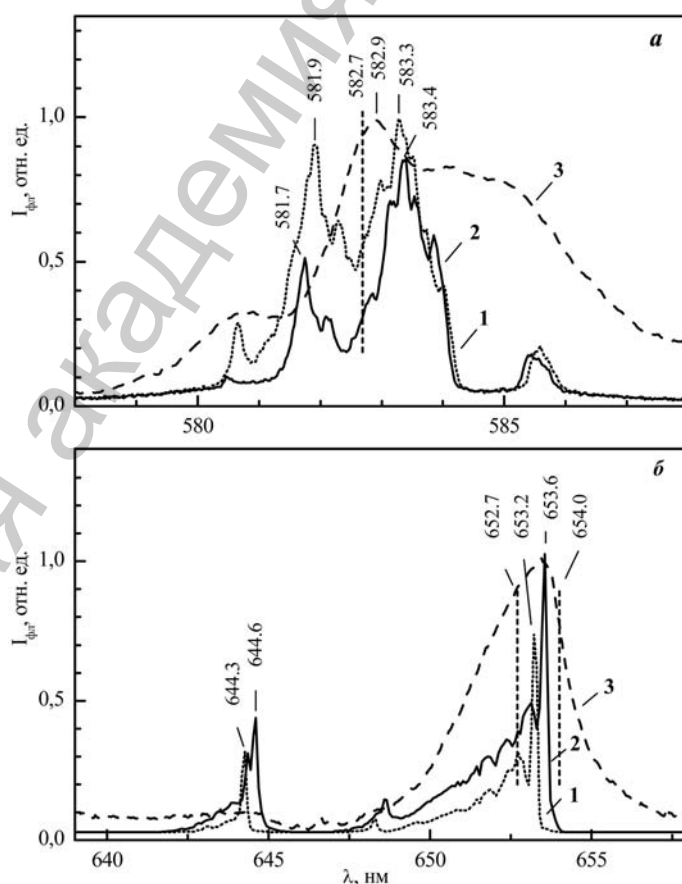


Рис. 3. Спектры возбуждения СИ (1, 2) и поглощения (3)  $\text{H}_2$  ТБП в  $\text{N}_2$  для области  $S_2 \leftarrow S_0$ - (а) и  $S_1 \leftarrow S_0$ -перехода (б) при 8 К. а)  $\lambda_{\text{рег}} = 730,7$  нм (1) и  $731,0$  нм (2); б)  $\lambda_{\text{рег}} = 730,7$  нм (1) и  $731,1$  нм (2)

тем, что при используемых длинах волн (580–585 нм) и мощностях (до 100 мВт) возбуждения только для двух типов примесных центров реализуется инверсия населенности уровней. Следует отметить, что интенсивность СИ при 730,7 нм выше интенсивности СИ при 731,0 нм практически при всех длинах волн возбуждения. Объяснение наблюдаемых особенностей спектров возбуждения СИ для каждого типа примесных центров требует детального анализа системы электронных и электронно-колебательных уровней  $Q_x$ - и  $Q_y$ -состояний, между которыми имеет место квантово-механическое взаимодействие [11; 16].

При импульсном лазерном возбуждении в длинноволновую  $Q_x$ -полосу поглощения  $H_2$ ТБП также наблюдается СИ в области 731 нм (рис. 4). Однако в отличие от случая возбуждения в  $Q_y$ -полосу в этой ситуации имеет место зависимость числа компонент СИ от изменения  $\lambda_{\text{возб}}$  в пределах  $Q_x$ -полосы поглощения (на рис. 3, б спектральное положение лазерного возбуждающего излучения показано вертикальными пунктирными линиями). При  $\lambda_{\text{возб}} = 652,7$  нм и постепенном увеличении мощности лазерного возбуждения до  $P_{\text{возб}} \approx 100$  мВт в спектре излучения последовательно появляются четыре компоненты СИ (рис. 4, а), а при  $\lambda_{\text{возб}} = 654,0$  нм наблюдается только одна компонента СИ, независимо от  $P_{\text{возб}}$  (рис. 4, б). Объяснение наблюдаемого поведения спектрального состава СИ дает анализ спектров возбуждения СИ в области  $Q_x$ -полосы поглощения (рис. 3, б). Рис. 3, б показывает, как диффузная  $Q_x$ -полоса поглощения  $H_2$ ТБП в  $N_2$  при 8 К (кривая 3) трансформируется в структурированную полосу возбуждения СИ: например, при  $\lambda_{\text{рег}} = 731,1$  нм (регистрация свечения в длинноволновой компоненте СИ) в спектре возбуждения СИ (кривая 2) возникает узкая интенсивная линия при 653,6 нм и широкая структурная коротковолновая полоса. Ясно, что такой

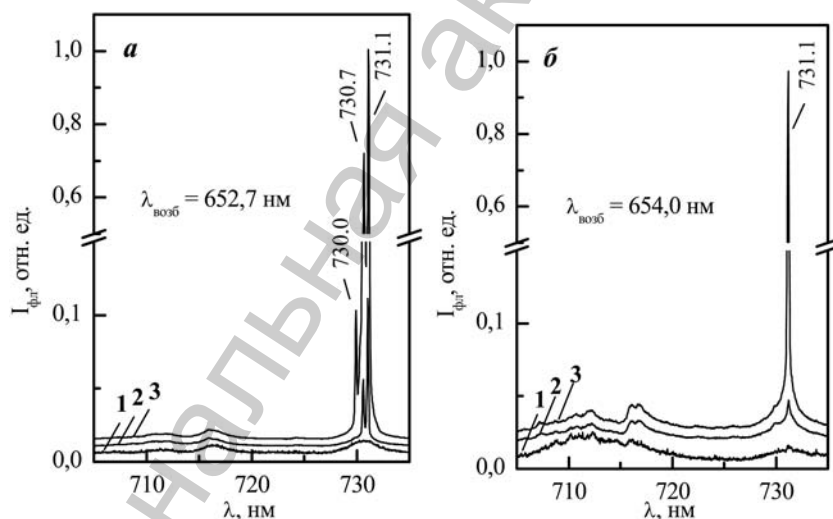


Рис. 4. Спектры флуоресценции и СИ молекулами  $H_2$ ТБП в матрице  $N_2$  при 8 К и  $\lambda_{\text{возб}} = 652,7$  (а) и 654,0 (б) нм ( $P_{\text{возб}} \approx 10$  (1), 30 (2) и 100 (3) мВт)

контур спектра возбуждения СИ формируется узкой бесфононной линией (БФЛ) возбуждения (поглощения) и широким коротковолновым фононным крылом (ФК). Аналогичный характер спектра наблюдается при регистрации СИ в другой, более коротковолновой компоненте ( $\lambda_{\text{рег}} = 730,7$  нм), при этом имеет место его незначительное гипсохромное смещение (кривая 1). Наблюдаемые спектры возбуждения СИ объясняют зависимость компонентного состава СИ от  $\lambda_{\text{возб}}$ . Коротковолновое возбуждение в пределах  $Q_x$ -полосы реализует одновременную фотоактивацию как «красных» (через ФК), так и «синих» (через БФЛ) типов примесных центров, тогда как длинноволновое возбуждение воздействует только на «красные» типы примесных центров через их БФЛ. Действительно, в первом случае идентифицированы 4 типа примесных центров, проявляющие СИ при 731,1, 730,7, 730,3 и 730,0 нм (рис. 4, а), в то время как во втором случае – одна компонента СИ при 731,1 нм (рис. 4, б). Полученные спектры возбуждения СИ показывают (рис. 3, б), что СИ наблюдается не только при возбуждении в  $Q_x(0-0)$ -полосу чисто электронного перехода, но и в вибронную  $Q_x(0-1)$ -полосу при  $\sim 644$  нм.

Выполненные исследования СИ показали, что при мощном импульсном лазерном возбуждении в  $Q_x$ - и  $Q_y$ -полосы  $N_2$ ТБП в  $N_2$  наблюдается резкое сужение линий в спектрах возбуждения СИ по сравнению со спектром возбуждения флуоресценции, «проявляющее» тем самым большую селективность отдельных типов примесных центров  $N_2$ ТБП в матрице молекулярного азота. Такие высокоразрешенные спектры СИ позволяют более детально исследовать спектральные свойства отдельных типов примесных центров в той или иной матрице. Характер компонентного состава СИ может быть пригодным для определения основных типов примесных центров пигментов в низкотемпературных матрицах. Более того, подобного рода исследования имеют и методологическое значение, как один из методов молекулярной низкотемпературной селективной спектроскопии.

В настоящей работе были выполнены исследования фотохимических свойств  $N_2$ ТБП в матрице  $N_2$  с привлечением метода фотовыжигания стабильных спектральных провалов (persistent spectral hole burning – PSHB) в  $Q_x$ -полосе поглощения. Явление выжигания спектральных провалов при низкой температуре известно и детально изучено для случая свободных оснований порфиринов [21] – оно обусловлено процессом внутримолекулярной NH-таутомерии, который сводится к перемещению двух центральных иминоводородов от одной пары противоположных атомов азота к другой (см. структуру  $N_2$ ТБП на рис. 1) [22].

Вышеописанные эксперименты показали, что  $Q_x(0-0)$ -полоса  $N_2$ ТБП в  $N_2$  при гелиевых температурах является бесструктурной, т. е. неоднородно уширенной в результате наличия в матрице большого числа спектрально переналагающихся типов примесных центров. Неоднородное уширение устраняется при воздействии монохроматического лазерного излучения. На рис. 5, а показан результат воздействия лазерного излучения на контур  $Q_x$ -полосы, а также разностный спектр, полученный компьютерным вычитанием исходного контура из возникающего (рис. 5, б). PSHB эксперименты показали, что при длине волны выжи-

гания  $\lambda_{\text{выж}} = 652,7$  нм (рис. 5, а) образуется устойчивый спектральный провал, соответствующий бесфононной линии выжигаемого провала (бесфононный провал (БФП)), достигающий со временем насыщения. Типичное время лазерного воздействия, выбранное для наблюдения спектральных изменений, около 10 мин, при мощности лазерного возбуждения  $\sim 100$  мВт. Такая продолжительность выжигания была достаточной, чтобы достичь насыщения бесфононного провала, результатом которого явилось его уширение до  $\sim 10$  см $^{-1}$ . Как видно на рис. 5, по мере воздействия лазерного возбуждения с коротковолновой стороны от БФП наблюдается заметный рост интенсивности поглощения фотопродукта (образование «антипровала») и незначительное увеличение поглощения фотопродукта с длинноволновой стороны от  $\lambda_{\text{выж}}$ . Образование «антипровалов» при фотовыжигании связано с образованием NH-таутомеров  $\text{H}_2\text{TBP}$ . Несимметричное спектральное распределение «антипровалов» при фотопревращениях симметричной молекулы  $\text{H}_2\text{TBP}$  (точечная группа симметрии  $D_{2h}$ ) является следствием наложения интенсивного длинноволнового псевдофононного крыла, возникающего в результате выжигания примесных центров, поглощающих лазерное излучение в области своего фононного крыла, т. е. центров с  $\lambda_{\text{БФЛ}} > \lambda_{\text{выж}}$ . Естественно, что при  $\lambda_{\text{возб}} = 652,7$  нм будет больше возбуждаться центров через их широкие ФК, чем центров – через БФЛ. В итоге, длинноволновое (от выбранной  $\lambda_{\text{выж}}$ ) поглощение фотопродукта и интенсивное псевдофононное крыло при  $\lambda > \lambda_{\text{выж}}$  практически компенсируют друг друга. Существенно, что аналогичные спектральные изменения наблюдаются для спектральной  $Q_x(0-1)$ -полосы, расположенной при  $\sim 643,6$  нм, т. е. для полосы, которая соответствует электронно-колебательным переходам.

Как оказалось, в случае  $\text{H}_2\text{TBP}$  в  $\text{N}_2$  процесс взаимопревращения примесных центров имеет довольно низкую эффективность, что является причиной практически полного отсутствия влияния фотохимической трансформации спектра на эффективность СИ. Такая ситуация отличается от  $\text{H}_2\text{Fc}$  в матрице  $\text{N}_2$  [7], для которого наблюдалось очень эффективное выжигание спектральных провалов в  $0-0$ -полосе  $S_1 \leftarrow S_0$ -перехода даже со слабой интенсивностью возбуждающего лазера.

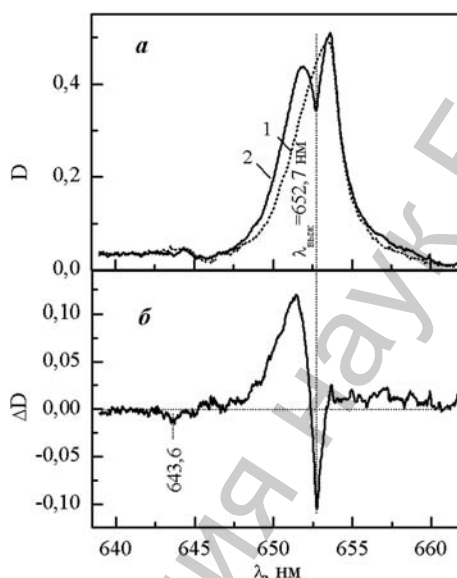


Рис. 5.  $Q_x(0-0)$ -полоса поглощения (а) до (1) и после (2) выжигания спектрального провала и разностный PSHV спектр (б)  $\text{H}_2\text{TBP}$  в  $\text{N}_2$ :  $\lambda_{\text{выж}} = 652,7$  нм,  $P_{\text{выж}} \approx 100$  мВт,  $t_{\text{выж}} \approx 10$  мин

**Заключение.** Основные результаты выполненных исследований стимулированного излучения матрично-изолированными молекулами  $\text{H}_2\text{TBP}$  в  $\text{N}_2$  могут быть суммированы следующим образом.

Обнаружено, что под воздействием импульсного лазерного возбуждения в  $Q_x$ - или  $Q_y$ -полосы поглощения  $\text{H}_2\text{TBP}$  в низкотемпературной матрице молекулярного азота к спонтанному флуоресцентному излучению молекулами  $\text{H}_2\text{TBP}$  добавляется стимулированное излучение, проявляющееся в увеличении интенсивности одной или нескольких вибронных флуоресцентных линий. Стимулированное излучение возникает, когда интенсивность возбуждающего лазерного излучения превышает некоторую пороговую величину. При этом достигается инверсия населенности между  $S_1(0-0)$ -уровнем и вибронным подуровнем основного электронного состояния. Вибронный переход, участвующий в процессе стимулированного излучения, вовлекает колебательный уровень  $S_0$ -состояния с энергией  $\sim 1615 \text{ см}^{-1}$ , которому соответствуют валентные  $C_a C_m$ -колебания метиновых мостиков  $B_{1g}$ -симметрии.

Наблюдение стимулированного излучения оказалось возможным при использовании импульсного лазерного возбуждения наносекундной длительности, не превышающей времени жизни  $S_1$ -состояния  $\text{H}_2\text{TBP}$ . В такой ситуации интеркомбинационные синглет-триплетные переходы, заселяющие нижнее триплетное состояние («ловушка» возбужденных молекул), будут играть малую роль, что благоприятствует реализации инверсной населенности в системе синглетных уровней во время действия лазерного импульса.

Зарегистрированные спектры стимулированного излучения и возбуждения стимулированного излучения для отдельных примесных центров проявляют повышенную селективность, что создает условия для более детального исследования спектральных свойств молекул, формирующих эти примесные центры в матрице.

Полученные результаты определяют научную значимость выполненных исследований. Практическая значимость результатов состоит в выявленной возможности применения разработанных лабораторных образцов новых тонкопленочных материалов на основе низкотемпературных матриц молекулярного азота, окрашенных тетрапиррольными соединениями, для создания микролазеров, а также световых трансформаторов лазерного излучения (сине-зеленая область) в монохроматическое излучение красного и ближнего ИК диапазона. Полученные результаты могут быть использованы для расширения поиска новых микролазерных сред на основе органических красителей.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (проекты Ф09Ф-001 и Ф11Ф-001) и ИЦНИ Франции (проекты n 23181 и n 24692).

#### Литература

1. Reisfeld R., Yariv E., Vinti H. // Optical Materials. 1997. Vol. 8. P. 31–36.
2. Yariv E., Reisfeld R. // Optical Materials. 1999. Vol. 13. P. 49–54.

3. Кузнецова Р. Т., Манекина Ю. А., Тельминов Е. Н. и др. // Оптика атмосферы и океана. 2006. Т. 19, № 7. С. 653–660.
4. Кузнецова Р. Т., Майер Г. В., Манекина Ю. А. и др. // Оптика и спектроскопия. 2007. Т. 102, № 2. С. 241–251.
5. Кузнецова Р. Т., Майер Г. В., Манекина Ю. А. и др. // Квантовая электроника. 2007. Т. 37, № 8. С. 760–764.
6. Кузнецова Р. Т., Майер Г. В., Манекина Ю. А. и др. // Оптика и спектроскопия. 2008. Т. 104, № 2. С. 223–229.
7. Dozova N., Murgay C., McCaffrey J. G. et al. // Phys. Chem. Chem. Phys. 2008. Vol. 10. P. 2167–2174.
8. Crépin C., Shafizadeh N., Chin W. et al. // Low Temperature Physics. 2010. Vol. 36, N 5. P. 451–457.
9. Sorokin P. P., Lankard J. R. // IBM J. Res. Development. 1966. Vol. 10, N 2. P. 162–163.
10. Sorokin P. P., Lankard J. R., Hammond E. C., Moruzzi V. L. // IBM J. Res. Development. 1967. Vol. 11, N 2. P. 130–147.
11. Арабей С. М., Соловьев К. Н., Татульченков Ю. И. // Оптика и спектроскопия. 1992. Т. 73, № 4. С. 686–693.
12. Залесский И. Е., Котлов В. Н., Севченко А. Н. и др. // ДАН СССР. 1972. Т. 207, № 6. С. 1314–1317.
13. Соловьев К. Н., Залесский И. Е., Котлов В. Н., Шкирман С. Ф. // Письма в ЖЭТФ. 1973. Т. 17, № 9. С. 463–466.
14. Соловьев К. Н., Шкирман С. Ф., Качура Т. Ф. // Изв. АН СССР. Сер. физ. 1963. Т. 27, № 6. С. 767–771.
15. Севченко А. Н., Соловьев К. Н., Шкирман С. Ф., Качура Т. Ф. // Докл. АН СССР. 1965. Т. 161, № 6. С. 1313–1616.
16. Арабей С. М. // Журн. прикладной спектроскопии. 1992. Т. 57, № 1–2. С. 56–61.
17. Ehrenberg B., Johnson F. M. // Spectrochim. Acta. 1990. Vol. 46A, N 10. P. 1521–1532.
18. Маслов В. Г. // Оптика и спектроскопия. 1981. Т. 50, № 6. С. 1091–1099.
19. Шкирман С. Ф., Гладков Л. Л., Константинова В. К., Соловьев К. Н. // Журн. прикладной спектроскопии. 1999. Т. 66, № 3. С. 375–382.
20. Кузьмицкий В. А., Соловьев К. Н., Кнюкшто В. Н. и др. // Теорет. и эксперим. химия. 1983. Т. 19, № 6. С. 655–663.
21. Galup J.-P. // Advances in Multiphoton Processes and Spectroscopy / Eds. by S. H. Lin, A. A. Villaeys and Y. Fujimura. World Scientific Publishing Co Pte Ltd, Singapore. 2004. Vol. 16. P. 73–248.
22. Кузьмицкий В. А., Севченко А. Н., Соловьев К. Н. // Докл. АН СССР. 1978. Т. 239, № 2. С. 308–311.

S. M. ARABEI, C. CRÉPIN, N. SHAFIZADEH, W. CHIN, J.-P. GALAUP, J. G. McCAFFREY

**SPONTANEOUS AND STIMULATED EMISSION OF RADIATION  
BY THE TETRABENZOPORPHIN MOLECULES IN A NITROGEN MATRIX**

**Summary**

Under nanosecond laser excitation of the free-base tetrabenzoporphin molecules in a nitrogen matrix at 8 K, with the increase in the laser pulse energy, essential enhancement of the intensity of one or several vibronic emission lines takes place in the acquired fine-structure fluorescence spectrum. The observed intense monochromatic radiation possesses characteristics of stimulated radiation being realized as a result of a transition from the purely electronic  $S_1$  level to a vibrational sublevel of the  $S_0$  state, corresponding to excitation of stretching C–C vibrations of the tetrapyrrole methane bridges. Using the persistent spectral hole-burning method, the photochemical properties of tetrabenzoporphin in a nitrogen matrix have been studied.

## **ПОДДЕРЖКА НАУКИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ**

*И. В. ВОЙТОВ, Н. М. ШУМЕЙКО*

### **XI МЕЖДУНАРОДНАЯ ГОМЕЛЬСКАЯ ШКОЛА-СЕМИНАР «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ МИКРОМИРА»**

1–12 августа 2011 года была проведена очередная, XI Международная Гомельская школа-семинар по актуальным проблемам физики микромира.

Общеизвестно, что эта отрасль науки играет исключительно важную роль как в познании фундаментальных основ структуры и свойств материи, происхождения, строения и развития Вселенной, так и в развитии и практическом использовании новейших технологий в микро- и наноэлектронике, вычислительной технике, физике и технике сверхглубокого вакуума и сверхнизких температур, радиационном материаловедении и других смежных областях. Не будет преувеличением сказать, что стремительно развивающиеся современные информационные технологии родились и выросли «при» физике частиц и высоких энергий.

Во многом с возможностями и достижениями физики микромира связаны надежды человечества найти, раскрыть и освоить новые эффективные источники энергии, способы и средства реставрации и поддержания экологической чистоты природы, т. е. решить самые насущные и глубокие проблемы дальнейшего существования и развития цивилизации.

Трудно переоценить также значение физики частиц и высоких энергий как науки о фундаменте материального мира, в формировании объективного мировоззрения человека в системе естественнонаучного образования и повышения квалификации всех ступеней.

40 лет прошло с тех пор, когда белорусскими учеными совместно с Объединенным институтом ядерных исследований (ОИЯИ, г. Дубна) была заложена традиция проведения в Беларуси, на Гомельщине, международных научных и образовательных форумов по физике частиц и высоких энергий. Подобные школы были проведены на базе пансионата (ныне санатория) «Золотые пески» ОАО «Гомельстрой» в 1971, 1973, 1977 годах и возобновлены после 20-летнего перерыва в 1997 году, проходя в последующее время через каждые два года. Как известно, инициатива проведения школ связана с именами выдающихся ученых и неординарных личностей, таких как Н. Н. Боголюбов, В. Г. Кадышевский, Ф. И. Федоров и их соратников и учеников в Минске, Гомеле и Дубне. О первых Гомельских

школах подробно и ярко написал Л. М. Томильчик [1]. Краткую историю их возобновления в «новую эру» (с 1997 г.) можно найти в [2].

Прошло два года после X-й школы-семинара. Физика микромира сделала новые шаги в раскрытии глубинных тайн строения материи. После перезапуска в конце 2009 года, превосходно, с большим опережением графика повышения светимости, набора и обработки данных работает Большой Адронный Коллайдер и уникальные экспериментальные установки на нем. Идет осмысление этих результатов, в частности, новых границ применимости Стандартной Модели фундаментальных взаимодействий, поиска эффектов выхода за ее пределы. Научное сообщество находится в состоянии волнительного ожидания возможного разрешения проблемы существования хиггсовского бозона, суперсимметричных частиц, дополнительных пространственных измерений, нового поколения кварков и лептонов, структуры кварков, структуры и роли «темной материи» и «темной энергии», ряда других проблем.

Основными целями XI-й школы-семинара, как и предыдущих школ, являлись образование научной молодежи, обсуждение новейших фундаментальных результатов в интенсивно развивающихся областях современной физики, новейшей техники, сопутствующих новых и высоких технологий, обмен информацией и опытом экспериментальной методологии, установление и углубление деловых контактов между учеными ведущих международных и национальных научных центров.

Основными организаторами школы-семинара, как и предыдущих Гомельских школ «новой эры», явились ОИЯИ, государством-членом которого является Республика Беларусь, и Национальный центр физики частиц и высоких энергий Белорусского государственного университета (НЦ ФЧВЭ БГУ). В организации также принимали участие Гомельский филиал НАН Беларуси, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Институт физики им. Б. И. Степанова (ИФ) НАН Беларуси. Финансовую и иную необходимую поддержку обеспечивали Объединенный институт ядерных исследований, Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь и Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований.

Научная программа школы-семинара была насыщена наукоемкими лекциями и докладами по теоретической и экспериментальной физике микромира, по новым направлениям в развитии сопутствующих индустриальных и информационных технологий. Особое внимание уделялось физике, технике и технологиям экспериментов на новых ускорителях, экспериментальному статусу фундаментальных взаимодействий при высоких энергиях. Обсуждались также новые направления в релятивистской ядерной физике, неускорительной физике, квантовой теории поля, релятивистской космологии. Лекции и доклады были представлены учеными как учреждений-организаторов школы-семинара, так и других всемирно известных научных центров, таких как ЦЕРН (Франция–Швейцария),

ДЕЗИ (Германия), НИИ ядерной физики МГУ им. М. В. Ломоносова (Россия), Институт физики высоких энергий (Россия), Институт ядерных исследований и Институт теоретической физики (Украина) и др.

Среди участников школы-семинара (традиционно около 130 человек) – студенты, аспиранты, научные сотрудники и преподаватели БГУ, Брестского госуниверситета, Брянского госуниверситета (Россия), гомельских вузов, Днепропетровского университета (Украина), ИФ НАН Беларуси, МГУ им. М. В. Ломоносова, НИИ ядерных проблем БГУ, НЦ ФЧВЭ БГУ, ОИЭЯИ – Сосны НАН Беларуси, Одесского университета (Украина), ОИЯИ. Практически всем участникам, представившим научные доклады, была предоставлена возможность их презентации либо в устной форме, либо в виде постеров.

В тематике школы-семинара нашли отражение также даты и события, которым она была посвящена: 55-летие образования Объединенного института ядерных исследований и 100-летие со дня рождения выдающегося белорусского физика академика Ф. И. Федорова.

По общему мнению участников и гостей, школа-семинар 2011 года весьма и весьма удалась: и по широте, глубине и актуальности обсуждавшихся научных и научно-технологических проблем, и, особенно, по количеству, географии и научной активности молодых участников.

В заключение отметим тот неоценимый вклад, который вносят Гомельские школы-семинары в образование и становление научной молодежи Беларуси, России и других стран – участниц ОИЯИ в поддержание и повышение уровня передовой науки в наших странах, в оживление плодотворного международного научно-технического сотрудничества, в воспитание новых поколений ученых.

#### Литература

1. Т о м и л ь ч и к Л. М. Гомельские школы семидесятых годов. Объединенному институту ядерных исследований – 40 лет. Хроника. Воспоминания. Размышления. Дубна, 1996. – 374 с.
2. Ш у м е й к о Н. М. Многие годы – с ОИЯИ. Объединенному институту ядерных исследований – 55 лет. Дубна, 2011. – 249 с.

## **VI ФОРУМ ТВОРЧЕСКОЙ И НАУЧНОЙ ИНТЕЛЛИГЕНЦИИ ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СНГ\***

21–22 октября 2011 г. в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко состоялся VI форум творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ. В работе Форума приняли участие около шестисот представителей межгосударственных структур, международных организаций и общественных объединений со всех стран Содружества.

От Республики Беларусь в Форуме принимала участие представительная делегация, возглавляемая Министром культуры П. Латушко. До начала заседаний белорусская делегация участвовала в торжественном открытии памятника классику белорусской культуры писателю Владимиру Короткевичу.

В адрес Форума поступили приветствия глав государств и правительств СНГ, международных организаций. С приветственным словом к участникам Форума обратился Премьер-министр Украины Н. Я. Азаров.

С учетом проводимого в СНГ Года историко-культурного наследия тема Форума – «Историко-культурное наследие государств – участников СНГ: общее достояние и ресурс устойчивого развития», а его девиз – «И чужому научайтесь, и свое познайте» (Т. Шевченко).

По итогам работы Форума принята общая итоговая резолюция и тематические рекомендации.

В рамках Форума состоялось вручение ставшей уже традиционной премии «Содружество дебютов» (молодым специалистам в области сохранения и популяризации материального и нематериального культурного наследия стран СНГ), прошел Первый международный телефестиваль «ТЭФИ-Содружество», а также совместное заседание Международной ассоциации академий наук и Евразийской ассоциации университетов, заседания Совета по туризму, Ассоциации институтов истории стран СНГ, Совета ректоров консерваторий стран СНГ, Совета руководителей театральных союзов.

Форумы творческой и научной интеллигенции, начиная с 2006 года, когда состоялся первый проект такого масштаба, стали крупнейшим ежегодным гуманитарным мероприятием на пространстве СНГ. Встречаясь на Форумах, культурная и научно-образовательная элита стран СНГ имеет уникальную возможность для прямого профессионального общения и поддержки актуальных, востребованных проектов в сфере образования, науки, литературы, изобразительного искусства и других областях межкультурного взаимодействия в Содружестве.

С 2007 года МФГС является одним из организаторов всех последующих Форумов.

\* По материалам <http://www.mfgs-sng.org/projects/activities/forum2011>.

## РЕЗОЛЮЦИЯ

### VI Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ

г. Киев

21–22 октября 2011 г.

21–22 октября 2011 г. в Киеве состоялся VI Форум творческой и научной интеллигенции стран Содружества. С учетом проводимого в СНГ гуманитарного Года его темой стало – «Историко-культурное наследие государств – участников СНГ: общее достояние и ресурс устойчивого развития», а девизом – «И чужому научайтесь, и свое познайте» (Т. Шевченко).

В работе Форума приняли участие представители всех стран Содружества, межгосударственных структур, международных организаций и общественных объединений.

В адрес Форума поступили приветствия глав государств СНГ, международных организаций.

С приветственным словом к участникам Форума обратился Премьер-министр Украины Н. Я. Азаров.

1. Участники Форума констатировали, что за 20 лет существования СНГ, и особенно в последние годы, гуманитарное взаимодействие стало одним из общепризнанных приоритетных направлений развития Содружества, способствующих укреплению его инновационного потенциала, повышению эффективности. Высокая оценка работе на этом направлении была дана на юбилейном саммите СНГ (Душанбе, 3 сентября 2011 г.).

2. Был отмечен большой вклад в эту деятельность Совета по гуманитарному сотрудничеству и Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ (СГС и МФГС), созданных 5 лет назад с учетом рекомендаций I Форума интеллигенции стран СНГ.

3. Указывалось на активное взаимодействие общественности, государственных и межгосударственных структур по выполнению решений предыдущего (московского) Форума. В том числе по проведению следующих мероприятий Года историко-культурного наследия в СНГ:

- реализации пилотного этапа новой межгосударственной программы «Культурные столицы Содружества» (в Гомеле и Ульяновске);
- первой в СНГ конференции по развитию культурно-познавательного туризма;
- международного конгресса «Культура как ресурс модернизации» в Ульяновске;
- первого Бакинского международного гуманитарного форума;
- второго Иссыккульского молодежного форума интеллектуалов стран СНГ и ряда других мероприятий.

Было также отмечено успешное продолжение гастрольно-образовательных туров Молодежного симфонического оркестра СНГ (в этом году он впервые выступил в КНР и Узбекистане). А также впервые организованных летних школ и отрядов археологов и реставраторов. Реализованы проекты по интеграции принципов межкультурного диалога в различные сферы гуманитарной деятельности (в т. ч. в образовательный процесс). Весьма востребованы уникальная серия «Классика литератур СНГ», современные учебники по языкам стран Содружества.

4. Подчеркивалась тесная взаимосвязь культуры и устойчивого развития государств СНГ, необходимость учета международного опыта, соответствующих резолюций ООН и ЮНЕСКО.

5. Было выражено удовлетворение принятием главами государств и правительств СНГ Стратегии международного молодежного сотрудничества стран СНГ (до 2020 г.), Концепции сотрудничества в сфере культуры и Концепции развития образования в сфере культуры и искусства.

6. Отмечалась важность проведенных в Содружестве мероприятий в связи с 70-й годовщиной начала Великой Отечественной войны 1941–1945 гг.

7. На открытии Форума состоялось вручение премии «Содружество дебютов» для молодых специалистов в области сохранения и популяризации материального и нематериального культурного наследия стран СНГ.

8. В рамках Форума были проведены первый международный фестиваль «ТЭФИ-Содружество», встреча ректоров консерваторий, заседания Ассоциации институтов истории стран СНГ, Евразийской ассоциации университетов, МААН, круглые столы, посвященные наследию Т. Г. Шевченко и М. В. Ломоносова, благотворительная акция для детей-инвалидов, выставки и презентации, а также очередные заседания СГС и Правления МФГС, Советов по культуре и туризму стран СНГ.

Участники VI Форума приняли следующие решения:

1. Содействовать дальнейшей успешной реализации межгосударственной программы «Культурные столицы Содружества».

2. Поддерживать идеи и предложения, прозвучавшие на международном конгрессе «Культура как ресурс модернизации» (Ульяновск, 26–28 сентября 2011 г.). В их числе – развитие общедоступного художественного образования и эстетического воспитания, поддержка одаренных детей и молодежи, развитие конкурентоспособных творческих индустрий и меценатства. А также совершенствование национального законодательства (с учетом широкого понимания культуры, зафиксированного в документах ЮНЕСКО).

3. Просить правительства стран Содружества ускорить принятие проекта Положения о Центре всемирного наследия государств – участников СНГ.

4. Рекомендовать Совету по туризму провести в 2012 г. очередную межгосударственную конференцию по вопросам формирования согласованной политики в области туризма.

5. Рекомендовать профильным министерствам и ведомствам стран Содружества скоординировать действия по организации в образовательных учреждениях в рамках «Недели СНГ» (декабрь с. г.) единого урока, посвященного СНГ.

6. Просить заинтересованные ведомства стран СНГ ускорить согласование проекта Соглашения о создании благоприятных условий для взаимного обмена печатной продукцией (с учетом рекомендаций предыдущих Форумов).

7. Поддержать предварительный проект концепции Года спорта и здорового образа жизни (2012 г.). А также разработанный Советом по спорту проект Стратегии развития физической культуры и спорта государств – участников СНГ до 2020 года для последующего внесения на рассмотрение СГП СНГ.

8. Считать необходимым активизировать в рамках СНГ работу по развитию экологического образования и просвещения. Рекомендовать министерствам образования стран Содружества предусмотреть включение этой темы в учебные программы образовательных учреждений, разработку соответствующих учебно-методических пособий.

Просить МФГС предусмотреть поддержку проектов и мероприятий по этим направлениям.

9. Рекомендовать возобновить деятельность Межгосударственного экологического совета СНГ и ускорить принятие Соглашения о сотрудничестве в области охраны окружающей среды.

10. Рекомендовать СГС и МФГС рассмотреть возможность вручения премий «Содружество дебютов» в 2012 г. молодым талантливым специалистам за достижения в области спорта, охраны окружающей среды и за пропаганду здорового образа жизни.

11. Предложить образовательным ведомствам всех стран СНГ поддержать инициативу России, Казахстана, Киргизии и Таджикистана о выделении квот для обучения в Сетевом университете СНГ за счет средств национальных бюджетов. Рассмотреть вопрос о целесообразности разработки межгосударственной программы развития академической мобильности в сфере образования и науки на пространстве Содружества.

12. Рассмотреть возможность реализации проекта по созданию Сетевого колледжа профессионально-технического образования государств – участников СНГ (совместно с Советом по сотрудничеству в области образования государств – участников СНГ).

13. Рекомендовать МФГС уделить особое внимание поддержке проектов, направленных на развитие художественного перевода в Содружестве.

14. Рекомендовать Международному инновационному центру нанотехнологий СНГ (МИЦНТ СНГ) и МФГС развивать программу выделения грантов молодым ученым на реализацию научно-технических и инновационных проектов, стажировки и обучение по вопросам коммерциализации результатов научно-технических разработок, использования прав на интеллектуальную собственность в научной сфере.

15. Рекомендовать ускорить создание Совместного (межгосударственного) фонда фундаментальных исследований, нацеленного на финансирование проектов, отвечающих межгосударственным приоритетам научных исследований.

16. Поддержать инициативу Российской академии наук и Совета по делам молодежи по созданию Совета молодых ученых стран СНГ.

17. Оказывать поддержку созданию информационного телеканала «Мир-24».

18. Содействовать подготовке в вузах стран СНГ журналистских кадров – специалистов по проблематике Содружества, а также продолжить поддержку конкурса «Лучший в профессии» и Фестиваля журналистов «СНГ – Медиа 2012».

19. Рекомендовать МФГС завершить работу по созданию Гуманитарного портала СНГ с обеспечением его качественного содержательного наполнения.

20. Просить Исполнительный комитет СНГ внести на рассмотрение Совета глав государств СНГ предложение об объявлении в Содружестве 2013 года – Годом экологической культуры и охраны окружающей среды. Рекомендовать СГС и МФГС обобщить наиболее интересные инициативы участников Форума по теме 2014 года и внести в установленном порядке соответствующее предложение на рассмотрение СГГ СНГ.

21. Просить Исполнительный комитет СНГ приступить к подготовке Плана приоритетных мероприятий в сфере гуманитарного сотрудничества на 2013–2014 годы. При этом целесообразно, чтобы с учетом сложившейся практики мероприятия Плана соответствовали тематическому содержанию объявляемых в Содружестве гуманитарных Годов.

22. Поддержать предложение Туркменистана о проведении следующего VII Форума в г. Ашхабаде осенью 2012 г.

Поручить Секретариату Форума направить итоговые документы в Исполнительный комитет СНГ с просьбой информировать глав государств Содружества о его результатах, а также в правительства государств – участников СНГ, органы отраслевого сотрудничества, МПА СНГ и МААН для оказания содействия практическому осуществлению принятых решений и рекомендаций.

\* \* \*

Делегаты Форума выразили признательность украинской стороне за его качественную организацию, интересную и насыщенную программу (в т. ч. проведение круглых столов и культурных мероприятий), за оказанное внимание и гостеприимство. Отмечен большой вклад СГС, МФГС, Исполнительного комитета СНГ в подготовку и проведение Форума.

## **ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ**

УДК 57(091); 57(092)

*Н. Н. КОСТЮКОВИЧ*

### **ПЕРВООТКРЫВАТЕЛЬ ФАКТОРОВ РОСТА И НОБЕЛЕВСКИЙ ЛАУРЕАТ СТЭНЛИ КОЭН**

*Аппарат Национальной академии наук Беларуси*

*(Поступила в редакцию 30.11.2011)*

22 апреля 2009 г. в более чем вековую историю Нобелевских премий была вписана уникальная страница. Научная общественность отметила 100-летие со дня рождения итало-американского нейробиолога Риты Леви-Монтальчини – пока единственной из 826 Нобелевских лауреатов, перешагнувшей вековой юбилей, и старейшей среди ныне здравствующих нобелистов.

Несмотря на столь почтенный возраст, гранд-дама современной молекулярной нейробиологии, ставшая в 1968 г. десятой женщиной, избранной в члены Национальной академии наук США, в 1986 г. – 22-й женщиной-лауреатом Нобелевской премии, в 2002 г. – президентом Европейского института исследования мозга, созданного ею в предместье Рима, а 10 лет назад назначенная пожизненным сенатором Итальянской Республики, отметила свой юбилей новой научной публикацией. В ней 100-летним ученым с сотрудниками установлены возможности терапевтического применения при глаукоме и других нейродегенеративных заболеваниях особого белкового вещества – фактора роста нервов, открытие которого было отмечено 25 лет назад Нобелевской премией в области физиологии и медицины и принесло мировую славу его соавторам – Р. Леви-Монтальчини и С. Коэну.

Они проработали вместе над сложной научной проблемой недолго – с 1953 по 1959 г. Но эти годы запомнились профессору Леви-Монтальчини как шесть самых напряженных и плодотворных лет в ее долгой жизни. Сделало их такими сотрудничество с американским биохимиком Стэнли Коэном – потомком уроженцев Беларуси в нескольких поколениях. Леви-Монтальчини вспоминает, как часто она спрашивала себя, что за счастливая звезда заставила пересечься их жизненные пути? Новость же о вынужденном прекращении совместной работы с Коэном в свое время прозвучала для нее как звон похоронного колокола [1].

### Семья и школа

Стэнли Коэн родился 17 ноября 1922 г. в центре Бруклина, самого густонаселенного района Нью-Йорка, в семье портного Луиса Коэна и его жены Фанни, урожденной Фрумы Файтелевич, домохозяйки. Родители Стэна познакомились и поженились в Америке, куда иммигрировали в начале XX в. Ему рассказывали, что отец прибыл в США из Вильно, а мать – из Минска [2].

Результаты генеалогических изысканий подтверждают, что с конца XVIII в. несколько поколений предков, близких и далеких родственников Нобелевского лауреата жили в Минской губернии [3].

Его прапрабабка по отцовской линии была родом из Несвижа. Там же в 1812 и 1813 гг. родились прабабка и прадед по материнской линии. Их старший сын Шайя Файтелевич, дед Стэна, еще в 1907 г. как 63-летний житель Несвижа числился в списках избирателей во II Государственную думу Российской империи от Слуцкого уезда Минской губернии. Три его дочери в разные годы уехали на поиски счастья в далекую Америку. Младшая из них прибыла в Нью-Йорк в 18-летнем возрасте в сентябре 1904 г. Она и стала матерью Стэнли Коэна, его старших брата Уильяма, сестер Флоранс и Этель [4].

Детство Стэна пришлось на плохие времена. Они скорее могли столкнуть его на самое дно социальной лестницы, чем способствовать продвижению к научным высотам. Даже в лучшие годы семья, жившая в самом «черном» бруклинском районе Флэтбуш, вынуждена была постоянно бороться за существование. А во время Великой депрессии – периода серьезного экономического кризиса, который длился с 1929 по 1935 г., Коэны едва сводили концы с концами.

Хотя финансовые дела совсем разладились, тем не менее, родители сделали все возможное, чтобы дети выросли хорошо образованными. Имея сами лишь ограниченное образование, они привили младшему сыну ясное понимание значения интеллектуальных достижений и важности использовать в жизни любые из способностей, которыми он наделен [5].

Как и все мальчишки, Стэн проявлял живой интерес к устройству различных вещей. Наибольшее удовлетворение ему доставили (и тем навсегда запомнились [6]) разборка старого телефонного аппарата и переключателя передач его нового четырехскоростного велосипеда. Ребенком он перенес полиомиелит, больше года был прикован к постели. После болезни, ставшей глубоким эмоциональным потрясением, у него на всю жизнь осталась легкая хромота. Из-за этого с детства он все больше и больше тяготел к интеллектуальным занятиям.



В 1939 г. Коэн окончил Джеймс Мэдисон Хай Скул в Бруклине, о чем сегодня ученикам напоминает его фотография на школьной доске почета. Кстати, на нее занесены имена еще трех выпускников – Нобелевских лауреатов, включая американского физика Мартина Л. Перла – сына уроженца г. Пружаны [7], окончившего ту же школу двумя годами позже.

Школьником, несмотря на сильную тягу к естественно-научным предметам, Стэн увлекся также классической музыкой, учился игре на кларнете. Но вскоре понял, что талантов, необходимых чтобы стать хорошим оркестровым исполнителем, у него не хватает. В результате на первое место выдвинулся интерес к наукам, и юноша втайне надеялся, что не обделен любознательностью, присущей ученым.

Увлечение музицированием с годами не пропало – профессор Коэн по-прежнему любит взять в руки любимый инструмент. Как заметил один его давний университетский коллега [8], Стэн – представитель поколения ученых, которые делают науку сами, и у него на руках до сих пор мозоли. Но по крайней мере одна из них – от частой игры на кларнете...

В 1951 г. С. Коэн женился на Оливии Б. Ларсон. У них трое сыновей. После развода супругов, в 1981 г., его второй женой стала Джен Э. Джордан.

#### Как все началось

Уже в юности Стэн осознал, что главной движущей силой его жизни стало стремление понять, в меру способностей и таланта, окружающий мир. Но семья Коэнов была настолько бедной, что если бы не Бруклинский колледж, где обучение было бесплатным, он никогда не смог бы получить высшего образования. Поскольку его оценки за курс средней школы были достаточно высокими, в местный колледж он был принят.

Здесь студента, углубленно изучавшего биологию, зачаровали таинства эмбриологии. Почему оплодотворенная яйцеклетка со временем превращается в лягушку, курицу или человека? Какой механизм заставляет одну-единственную клетку превращаться в сложный многоклеточный организм? Тогдашние размышления об этом привели его к мысли, что для ответа на эти загадки природы следует понять химические реакции, протекающие внутри яйцеклетки и эмбриона, а не просто наблюдать за развитием биологических структур. Поэтому в колледже он выбрал двойную специализацию – в области химии и в области биологии, надеясь в будущем зарабатывать на жизнь, работая лаборантом [6].

В 1943 г. Коэн окончил Бруклинский колледж со степенью бакалавра искусств по химии и зоологии. Первой профессией молодого специалиста стала работа бактериологом на молочном заводе, где по ночам Стэн проверял содержимое молоковозов на наличие болезнетворных бактерий. Большую часть своей зарплаты он старался сэкономить, чтобы накопить средства для продолжения образования. Но тут ему неожиданно повезло...

Один из бывших его преподавателей в колледже поинтересовался в письме, не хотел бы Коэн поступить в магистратуру? Ведь они ежегодно направляли

одного своего выпускника на биологическое отделение колледжа в г. Оберлин (штат Огайо) для работы в должности лаборанта с параллельной подготовкой к получению степени магистра.

Такая схема магистерской подготовки полностью соответствовала девизу Оберлинского колледжа: «Обучение и работа». Это частное учебное заведение пользуется в США давним и заслуженным авторитетом. С 1835 г. сюда начали принимать студентов независимо от расовой принадлежности, а с 1837 г. – независимо от пола. Именно его окончили в 1841 г. первые три женщины, получившие в Америке степень бакалавра искусств. По числу же обладателей степени доктора философии среди выпускников он превосходит любой другой колледж свободных искусств в стране.

Поскольку в Оберлине посланцам Бруклина оплачивали обучение, да еще выделяли почти 300 долларов в семестр на проживание, Стэн ухватился за такую возможность. И не пожалел о выборе. «Вот как все началось», – скажет Нобелевский лауреат об этом своем давнишнем решении, выступая в декабре 2007 г. с лекцией перед четырьмя сотнями преподавателей и студентов-медиков Университета Вандербильта в г. Нэшвилл, столице штата Теннесси, битком забивших одну из аудиторий и забросавших в конце встречи лектора вопросами о его жизненном пути и научной карьере [9].

Два года работы, учебы и занятий наукой в Оберлине пролетели интересно, весело и незаметно. Защитив в 1945 г. магистерскую диссертацию, посвященную изучению дегидрирования жирных кислот с использованием гомогенизированных тканей крыс [10], Стэн получил степень магистра искусств в области зоологии.

### На пороге научной карьеры

Желая продолжить образование в аспирантуре, Коэн направил заявления в ряд университетов. Воспользовавшись приглашением кафедры биохимии медицинской школы Мичиганского университета в г. Энн-Арбор, он в 1946–1948 гг. работал там ассистентом и выполнял научные исследования под руководством профессора Говарда Б. Льюиса (1887–1954), бывшего в то время директором университетского колледжа фармации.

В качестве диссертационного исследования Стэну предстояло изучить метаболизм азота у дождевых червей, его превращение в их организме в мочевины. Аспирант не имел средств, чтобы закупать червей у компании – поставщика биологических материалов для научных исследований, но недостатка в экспериментальных образцах не было. Он в изобилии запасался ими прямо в университетском кампусе (это обстоятельство специально отмечено в итоговой публикации [11]), причем весьма оригинальным способом.

Каждый вечер, за сутки до начала очередного из серии экспериментов (они велись с марта по ноябрь и длились по 33 дня каждый), водрузив на голову шахтерский шлем с включенным фонариком, Стэн поливал газоны водой из садового шланга и собирал выползающих на поверхность представителей семейства

*Lumbricus terrestris* – этих любителей влажными ночами полакомиться разлагающимися растительными остатками.

Зная, что случайные прохожие не поверят, будто так он работает над диссертацией по биохимии, Коэн каждый раз придумывал для них новые объяснения происходящему – вплоть до тривиального сбора червей для завтрашней рыбалки. Обитателей кампуса эти байки не убеждали, и число любопытствующих не снижалось. Когда раздражение Стэна достигло предела, он пустил в ход решающий аргумент, заявив, что готовится к ритуалу посвящения в члены местного студенческого «братства» и выполняет первое поручение этой организации. Такой аргумент мичиганских студентов полностью удовлетворил [9; 12].

Еще в Оберлине Коэн слышал, что желтые хлорогенные клетки, окружающие кишечник дождевого червя, по своим функциям будто бы соответствуют печени у млекопитающих. И решил проверить, похожи ли ферментативные реакции в организме червя на те, что протекают в организме млекопитающих. Он убедился в этом сходстве, положив на алтарь науки более 5000 дождевых червей и разработав для выполнения экспериментов процедуру перорального введения под наркозом в их кишечник с помощью стеклянных капилляров длиной 4,5 см и внешним диаметром 0,9 мм различных химических растворов порциями точно по 0,1 мл с погрешностью, не превосходящей  $\pm 0,003$  мл [11].

Успешно защитив в 1948 г. диссертацию [13], посвященную изучению обмена веществ у дождевых червей, в возрасте 26 лет Стэн был удостоен степени доктора философии в области биохимии.

На протяжении аспирантуры Коэн еще весьма смутно представлял, чем бы он в действительности хотел заниматься в будущем. Его интересы колебались между зоологией и химией. Но ни тот, ни другой выбор не казались достаточно интересными. Закончив диссертационные исследования, он решил, что животные больше не будут объектом его изучения, и оставил занятия зоологией. Теперь своей единственной целью он считал сделать карьеру в науке. И постановил, что этому будет уделять основное внимание.

Местом первой «настоящей» работы новоиспеченного доктора философии стала кафедра педиатрии медицинской школы Университета Колорадо в г. Денвер. Здесь с 1948 по 1952 г. Коэн занимал должность преподавателя и работал под руководством известного американского педиатра профессора Гарри Х. Гордона (1906–1988), одного из пионеров неонатологии – науки о выхаживании новорожденных, и также бруклинца по рождению.

Стэн выполнил цикл исследований синтеза в печени и метаболизма креатина – азотсодержащей карбоновой кислоты и креатинина, ее циклической производной, которые участвуют в энергетическом обмене в мышечных, нервных и других клетках эмбрионов и взрослых представителей позвоночных. В частности, им было установлено [14], что в моче недоношенных детей содержится намного меньше креатина, чем у доношенных новорожденных, и сделан вывод, что недоношенный младенец запасает или использует креатин в большей степени, чем родившийся в положенный срок.

Хотя работы этого цикла и не содержали принципиально новых выводов, они были хорошо восприняты специалистами и считаются классическими. Коэну же их выполнение позволило сосредоточиться на оттачивании техники проведения медицинских лабораторных исследований. (Он даже подозревал [6], что профессор Гордон и пригласил-то его на кафедру лишь потому, что был впечатлен умением Стэна мастерски вводить тонкие стеклянные капилляры в кишечник дождевых червей.)

С целью расширения своих экспериментаторских способностей, Коэн решил овладеть тогда еще новой методикой применения радиоизотопов в метаболических исследованиях. Получив годичную постдокторскую стипендию от Американского онкологического общества для стажировки в Институте радиологии Э. Маллинкродта медицинской школы Университета Вашингтона, в 1952 г. он переехал в г. Сент-Луис, штат Миссури.

#### Еще один белорусский акцент

Стажировкой руководил физикохимик доктор Мартин Д. Камен (1913–2002), также сын уроженца Беларуси (его отец родом из Слонима), соавтор открытия в 1940 г. долгоживущего радиоактивного изотопа углерод-14. Использование химических соединений, меченых открытым им  $^{14}\text{C}$ , сразу революционизировало органическую химию и биохимию, сделав возможным прослеживание химических процессов в биологических системах. А метод радиоуглеродного датирования органических материалов нашел широкое применение в археологии и науках о Земле в качестве основного способа установления дат событий, произошедших за последние 60–70 тыс. лет.

Использование этого открытия привело к присуждению двух Нобелевских премий по химии за 1960 и 1961 гг. Но Камена не было в числе лауреатов. Будучи участником Манхэттенского проекта по созданию атомной бомбы, словоохотливый химик еще в 1943 г. попал в поле зрения ФБР. А после опрометчивой встречи в ресторане с двумя союзниками – советскими дипломатами, за которой следила целая бригада агентов спецслужб со средствами наблюдения, замаскированными под слуховые аппараты (очевидцы шутили, что «это выглядело так, словно здесь проходил съезд глухих» [15]), в июле 1944 г. Мартин без объяснения причин был уволен из Радиационной лаборатории в Беркли, штат Калифорния.

Перед ученым «нобелевского» калибра оказались закрытыми двери американских вузов и научных центров, ему пришлось работать инспектором на судовой верфи. Только благодаря содействию Нобелевского лауреата Артура Х. Комптона (1892–1962), ставшего в 1945 г. президентом Университета Вашингтона, Камен получил работу в медицинской школе университета. Здесь он участвовал в циклотронной программе и обучал профессорско-преподавательский состав применению радиоизотопов в клинических исследованиях и диагностике, постепенно сместив свои собственные научные интересы в область биохимии.

Но проблемы на том не исчезли. Вскоре Камен, отдавший более 10 лет жизни борьбе с постоянно возникавшими слухами и обвинениями в передаче им атомных секретов русским (в 1955 г. он выиграл в суде дело о клевете [15]), предстал перед Комиссией по расследованию антиамериканской деятельности, был лишен загранпаспорта и стал невыездным. А в 1951 г. после очередных «разоблачительных» публикаций на первых полосах ряда газет предпринял попытку самоубийства. Окажись она успешной, встреча в Сент-Луисе двух потомков наших земляков не состоялась бы, и жизненный путь Стэнли Козна мог оказаться совсем не похожим на описанный ниже...

Благодаря Мартину стажер не только освоил радиоизотопную методику исследований, но и воспользовался ей, чтобы хоть немного прояснить особенности химических превращений в ходе раннего эмбрионального развития организма, что заинтересовало Стэна еще в студенческие годы.

Объектом изучения стали икринки и эмбрионы лягушки, которые характеризует почти полная самодостаточность в отношении метаболических взаимодействий с окружающей средой – они непроницаемы для аминокислот, фосфатов и других молекул. Достаточно только поступления кислорода и наличия водной среды, чтобы оплодотворенная икринка превратилась в головастика, причем его развитие в условиях такой «закрытой системы» обеспечивают запасенные в икринке вещества. Неудивительно поэтому, что предыдущие попытки ввести в интактные (неповрежденные) икринки и эмбрионы радиоактивные неорганический фосфат, глицин или метионин были не вполне успешными.

В экспериментах же Козна, использовавшего факт их проницаемости для  $\text{CO}_2$ , интактными икринками и эмбрионами были усвоены заметные количества  $^{14}\text{CO}_2$ . Это позволило ему в четырех последовательных фазах зародышевого развития этих амфибий – неоплодотворенная яйцеклетка, бластула, гастрюла и нейрула – идентифицировать радиоактивные соединения, определить их относительное содержание и активность в различных фракциях эмбрионов [16]. Успех экспериментам обеспечила изобретенная Козном специально для этих целей оригинальная процедура ферментативной деградации строго определенных (по 0,1 мкмоль) количеств урацила.

Следующие шесть лет, с 1953 по 1959 г., Стэн проработал в том же университете, но уже на факультете искусств и наук, где благодаря рекомендации М. Камена неожиданно-негаданно получил должность на кафедре зоологии. Это событие оказало решающее влияние на направления его научных исследований в течение всей последующей жизни.

#### Изумительная цепь случайностей

В своих выступлениях перед различной аудиторией профессор С. Козн часто подчеркивает, что многие новые вещи были открыты совершенно случайно. Поэтому, убежден он, если вы способны заметить случайное, то сможете открыть и что-то новое [9].

Случайно был обнаружен и новый класс биологически активных соединений, получивших название факторов роста за их способность симулировать рост (увеличение численности), развитие и дифференцировку соответствующих клеточных мишеней в организме. Причем история открытия первого из них – фактора роста нервной ткани – квалифицируется специалистами как «изумительная цепь совпадений, случайностей и неожиданных удач» [17]. Одним из важнейших звеньев в этой цепи оказался и наш герой – сын простой уроженки Минщины.

В начале 1930-х годов немецкий эмбриолог доктор Виктор Гамбургер (1900–2001), приехавший в Чикагский университет на год и оставшийся в США после прихода к власти в Германии нацистов, в опытах на куриных эмбрионах, которым в Америке он научился мастерски приживлять зачатки «сверхштатных» ног и крыльев, обнаружил интересное явление [18].

Если у эмбриона удалить зарождающееся крыло, то нервные волокна, которые должны были бы развиваться в ампутированной конечности и проводить туда нервные импульсы, отмирают, а размеры иннервирующего ее нервного узла (ганглия) сильно уменьшаются (об этом, правда, знали еще за 25 лет до Гамбургера). Если же эмбриону пересаживался дополнительный зародыш крыла, и он приживался, из того же скопления нервных клеток по новому «адресу» росли и проникали в дополнительную конечность новые нервные волокна.

Поэтому в 1934 г. в своей первой англоязычной публикации, отметив разное поведение двигательных (моторных) и чувствительных (сенсорных) нейронов, Виктор предположил, что всякий периферический орган организма контролирует количественное развитие «своего» нервного центра, причем действие первого на второй передается по связывающим их центростремительным нервным волокнам. Однако имея в своем распоряжении слабый микроскоп, тогда он не смог в деталях изучить это явление.

Так случилось, что через некоторое время Гамбургер выслал оттиск своей статьи в Италию, известному нейростологу профессору Джузеппе Леви (1872–1965), руководившему кафедрой нормальной анатомии медицинской школы Туринского университета. А в июне 1940 г., на пути домой из оккупированной немцами Бельгии, сидя на полу железнодорожного вагона для перевозки скота, этот оттиск прочла сотрудница Леви – доктор медицины Рита Леви-Монтальчини, незадолго до того также экспериментировавшая с куриными эмбрионами, фиксируя в деталях все изменения, сопровождающие развитие их нервной системы.

Гипотеза В. Гамбургера заинтриговала итальянку. Антисемитские законы Муссолини с 1938 г. запрещали Леви-Монтальчини и ее научному руководителю работать в университете. Но она продолжала проводить опыты у себя дома, в спальне, купив пару микроскопов и используя для препарирования эмбрионов миниатюрные пинцеты, применяемые часовщиками, офтальмологические микроножницы, примитивные крошечные скальпели и лопаточки, сделанные из обычных швейных иголок. В этих непростых условиях Рита и Джузеппе повторили эксперименты Гамбургера, получили те же результаты, но... дали им совершенно иную интерпретацию.

Леви-Монтальчини заметила, что после ампутации у эмбриона почки задней конечности ганглий увядает не мгновенно. Отростки его нейронов (аксоны) продолжают расти к уже несуществующему органу-мишени. Но затем отмирают, не достигнув своей цели. Итальянские ученые заключили, что проблема не в недостатке фактора, индуцирующего увеличение объема и количества нервных клеток ганглия, иннервирующего зачаток органа, а в отсутствии некоего агента, который выделяется во внешнюю среду этим зачатком и способен стимулировать рост нервов.

Заинтригованный таким выводом, профессор В. Гамбургер, к тому времени возглавлявший кафедру зоологии Университета Вашингтона и который, по его признанию, «никогда не баловался спорами на публике или в печати» [19], пригласил Риту поработать в его лаборатории, еще раз повторить опыты и совместно разобраться в их результатах. Осенью 1947 г. та приехала в Сент-Луис, и вскоре в результате совместной работы они сошлись во мнении, что правильны заключения итальянцев, а не исходная гипотеза Гамбургера. Как оценил ситуацию сам Виктор, к счастью, они склонились к точке зрения Риты. Если бы возобладала данная им трактовка наблюдавшихся явлений, фактор роста нервов не был бы открыт именно в его лаборатории [18].

Работа Леви-Монтальчини в Сент-Луисе вместо максимум года, как планировалось, растянулась на 30 лет из-за произошедших затем непредсказуемых событий и серии неожиданных удач, открывших новую эру в нейробиологии развития. Виновником этого стал бывший аспирант Гамбургера, Элмер Д. Буэкер (1903–1996), который еще во время Второй мировой войны заинтересовался проблемой восстановления периферийных нервных волокон.

Вообще-то, к нейробиологии Буэкер обратился случайно. Его научные публикации с конца 1920-х по начало 1940-х годов были посвящены изучению примитивных насекомых, обитавших в окрестностях Боулдера в штате Колорадо. Будучи магистром биологии, он преподавал в высшей школе при университете. Но заветной мечтой Элмера, которого считали весьма честолюбивым и очень упрямым человеком, была ученая степень доктора философии. Однажды он появился у профессора Гамбургера и заявил: «Я хочу Ph. D. Но работать могу только по уикэндам и летом». На это Виктор заметил, что ничего не знает о насекомых. И если Буэкер хочет получить докторскую степень у него на кафедре, то должен будет заняться куриными эмбрионами [19]. Так и вышло...

В 1948 г., работая уже доцентом в Джорджтаунском университете в г. Вашингтон, Элмер выполнил смелый и хитроумный эксперимент, привив 3-дневному куриному эмбриону фрагмент опухоли мышей – саркомы S180. Через несколько дней гистологическое исследование эмбриона показало, что в нем выросли пучки сенсорных нервных волокон, которые проникли в раковую опухоль и заполнили ее, тогда как моторные нервные волокна этого не сделали. Кроме того, разрастание нервов в опухоли было более обильным, чем в нормально растущих органах. Буэкер заключил, что гистохимические свойства быстрорастущей саркомы являются «благоприятной почвой» для роста сенсорных нервов,

и постулировал, что избыток нервных волокон обусловлен большой площадью поверхности опухоли [20]. Как потом оказалось, этим неподтвержденным постулатом он лишил себя Нобелевской премии.

Зато через два года, в январе 1950 г., после ознакомления со статьей Э. Буэкера, у Леви-Монтальчини, обладающей исключительной интуицией, по образному выражению из [21] – «антенны завибрировали». Наблюдавшееся Элмером поведение нервных волокон показалось ей весьма необычным и потенциально чрезвычайно важным. Ведь в нормально зарождающиеся конечности эмбриона нервные окончания прорастают упорядоченно. Их же проникновение в привитую саркому было не просто бурным, а «диким» – растущие нервные волокна в ней беспорядочно переплетались.

Гамбургер и Леви-Монтальчини решили, что Рита приостановит другие работы и изучит озадачившее их явление методом, который она разработала еще в своих первых нейроэмбриологических опытах. Ежедневно сравнивая последовательные срезы экспериментальных эмбрионов с контрольными, она не просто подтвердила результаты Буэкера. Перед ее взором развернулось необычное зрелище: два типа нервов – сенсорные и симпатические – прорастали не только в пересаженную опухоль. Как ручейки воды на каменистом ложе, они просачивались также в другие ткани, проникновения в которые от них никто не ожидал, поскольку обычно там нет нервных окончаний [22].

Экспериментируя с разными типами сарком, Рита все больше убеждалась, что вызываемый опухолью рост нервов существенно разнится от нормально идущего процесса в приживленном эмбриону зачатке органа. В ходе его обычные биологические потребности организма полностью игнорируются! Очередным сюрпризом стало обнаружение, что под действием опухоли пучки нервных волокон проникают в вены, но не прорастают в артерии, в которых кровь течет в обратном направлении. Так что открывшаяся новая область исследований оказалась более обширной, чем это можно было предположить вначале.

### **Волокнистое гало из Рио**

В это время в Сент-Луис заехал Дж. Леви, решивший на девятом десятке лет жизни посетить США.

Надеясь заслужить похвалу своего наставника, Рита рассказала ему о результатах недавних экспериментов и их интерпретации. К ее ужасу, ответная реакция была бурной и неожиданной [22]. Она что, кричал старый профессор, так ничему и не научилась за годы проведенные рядом с ним? Ведь волокна, за ростом которых она наблюдает, вовсе не нервы, а простая соединительная ткань! Если Рита опубликует ее выводы, то обратит в руины не только свою, но и его репутацию как ученого. (Забота Дж. Леви об авторитете своих учеников не пропала даром: трое из них удостоены Нобелевской премии в области физиологии и медицины.)

Чувствуя свою правоту, но допуская, что и другие могут подвергнуть сомнению ее выводы после их публикации, Леви-Монтальчини за нескольких дней

выполнила опыты, в которых вместо стенки эмбриона размещала опухолевую ткань на одной из наружных оболочек куриного зародыша – хорионаллантоисной мембране, где имеется сеть кровеносных сосудов, но нет нервных волокон. И получила тот же «дикий» их рост в эмбрионе, хотя опухоль с ним не соприкасалась. Рита предположила, что саркома выделяет то же самое жидкое соединение, что и нормально развивающаяся конечность, которое по системе кровоснабжения эмбриона способно диффундировать к ганглию и стимулировать бурный рост нервов [23].

Понимая, что в такой сложной системе, как оплодотворенное куриное яйцо, возможны и иные объяснения происходящего, она решила подтвердить свою точку зрения другим способом – изучить поведение более простого и надежного объекта – изолированного ганглия эмбриона.

К тому времени в различных отраслях биологии и медицины уже завоевали прочное место методы культуры тканей, обеспечивающие длительное поддержание жизнеспособными клеток, тканей, небольших органов или их частей, выделенных из организма и культивируемых в питательной среде вне его (*in vitro*). Еще в Италии Рита с их помощью изучала рост нервов эмбрионов. Но в лаборатории Гамбургера не было оборудования для поддержания жизнеспособности культур тканей, выращиваемых *in vitro*.

По счастливой случайности, Леви-Монтальчини знала, кто может ей помочь – подруга студенческих лет Герта Мейер (1902–1990). Эмигрировав из нацистской Германии, в 1933–1939 гг. она была сотрудницей профессора Дж. Леви, а теперь возглавляла лабораторию культуры тканей в Институте биофизики Университета Рио-де-Жанейро. Заручившись согласием директора института на выполнение опытов в этой лаборатории и получив с помощью В. Гамбургера трэвел-грант от Рокфеллеровского фонда, в сентябре 1952 г. Рита, спрятав в сумочку коробку с двумя белыми мышами, пораженными саркомами S37 и S180, села в самолет и отправилась в столицу Бразилии.

Здесь она четыре месяца проводила эксперименты в лаборатории Г. Мейер, высылая Гамбургеру авиапочтой зарисовки их результатов и рассказывая в письмах о своих неудачах и успехах.

Приготовление тканевых культур осуществлялось методом висячей капли. Для этого на тонкую стеклянную пластинку наносилась капля питательной смеси, в которой находились срезы спинномозгового или симпатического ганглия куриного эмбриона и фрагменты раковой опухоли. Перевернутая каплей вниз пластинка размещалась на толстом предметном стекле с вышлифованной посредине лункой так, что капля оказывалась висящей в изолированном пространстве и была доступна для изучения под микроскопом.

Вначале все шло из рук вон плохо. Кусочки саркомы, взятые у мышей-опухоленосителей, прибывших в Рио контрабандным образом, не вызывали никакого роста нервных волокон. Размышляя над причинами этого, Леви-Монтальчини припомнила, как в Сент-Луисе заметила, что развитие клеток саркомы мышей,

растущей на курином эмбрионе, менялось по сравнению с клетками непривитой опухоли. Причем стимулирующее действие опухоли на рост нервов становилось сильнее с каждой последующей ее пересадкой с одного эмбриона на другой.

Уже отчаявшаяся в успехе Рита поместила в висячей капле в одном-двух миллиметрах от ганглия кусочек мышинной саркомы, ранее приживленной к куриному эмбриону. И через сутки в сильном волнении увидела, что вокруг нервного узла появился ореол (гало) из множества тонких аксонов, расходящихся радиально во все стороны подобно лучам солнца, и наиболее интенсивно растущих в сторону опухолевой ткани. Постоянно перепроверяя и уточняя экспериментальные данные, она установила, что саркомы S1, S87 и S180 в культуре тканей оказывают на нервные волокна тот же ростстимулирующий эффект, что был обнаружен в экспериментах *in vivo* – при трансплантации этих опухолей куриным эмбрионам.

Культуры других злокачественных клеток – мышинных аденокарциномы и нейробластомы – роста нервов и образования ими плотного волокнистого гало не вызывали. Отрицательными были и результаты контрольных опытов с заменой опухолей на фрагменты сердечной ткани куриного эмбриона. Зато ткани сердца мышинных зародышей проявляли мягкий ростстимулирующий эффект. Его картина была схожа с нормальным развитием изолированного нервного узла в культуре тканей, но сильно отличалась от имеющей место в присутствии фрагментов сарком [24].

Параллелизм воздействия в условиях *in vitro* и *in vivo* каждого из типов саркомы на спинномозговую или симпатический ганглий позволил заключить, что оно вызвано одной и той же причиной и не зависит от физиологического влияния организма куриного эмбриона. Рита была убеждена, что фибриллярное (волокнистое) гало, открытое в Рио-де-Жанейро, укажет путь к объяснению природы и механизмов действия химического агента, высвобождаемого опухолями.

### Неуловимый нейроростовой агент

На этом этапе исследований приоритетной задачей для Р. Леви-Монтальчини и В. Гамбургера стала идентификация таинственного стимулятора роста нервной ткани.

Но они не были химиками. Выделить из мышинной опухоли и расшифровать строение активного вещества было им не по силам. Поэтому Виктор обошел несколько кафедр университета в поисках биохимика, достаточно «сумасшедшего», чтобы взяться за решение их проблемы. Пригласил было к сотрудничеству местного авторитета – профессора, специалиста по химии белков. Тот рассмотрел биологические препараты, подумал денек и, даже не прикоснувшись к экспериментальному материалу, констатировал: «Нет, это безнадежно!» [19].

Тут Виктору и подвернулся М. Камен, порекомендовавший постдока Козна, у которого как раз завершилась годичная стажировка, а постоянной работы не было. «С тем же успехом можно «погореть» и на тривиальной задаче, не только на сложной», – рассудил Стэн и согласился заняться поиском нейроростового

агента, получив место исследователя-ассистента в лаборатории Гамбургера. Поэтому, когда в конце января 1953 г. Леви-Монтальчини вернулась из Бразилии, в аэропорту ее встречали Виктор и их новый сотрудник.

Интернациональный коллектив исследователей сложился удачно: Коэн мало что знал о нейробиологии, а эмбриолог Гамбургер и невролог Леви-Монтальчини – еще меньше о биохимии. Поэтому они взаимодополняли друг друга и никогда не спорили. «Вы и я по отдельности хороши, а вместе мы – замечательные», – заявил как-то Стэн Рите [1]. Виктор же позднее подчеркивал, что они и мечтать не могли о таком замечательном и близком по духу соавторе, как Коэн [18].

По ряду причин В. Гамбургер активного участия в дальнейшей работе не принимал. Во-первых, он не мог, да и не хотел участвовать в биохимических экспериментах, объясняя свою позицию тем, что всегда сторонился пробирок и никогда не делал ничего, что его не интересовало. Во-вторых, к тому времени он был признанным ученым, а Леви-Монтальчини – практически неизвестной. Уже оценив по достоинству ее потенциал исследователя, Виктор решил предоставить Рите необходимую свободу действий. Сам же переключился на изучение других интересовавших его проблем [19].

Стэн с энтузиазмом взялся за решение задачи по выделению и идентификации таинственного агента, стимулирующего рост нервов, оказавшейся непосильной для профессора-биохимика. Через несколько месяцев он получил бесклеточный гомогенат саркомы – взвесь измельченной до субклеточных элементов опухолевой ткани в изотоническом растворе сахарозы, который действовал аналогично живым клеткам опухоли. При этом экстракты сарком S37 и S180 из тканей мышей-опухоленосителей при добавлении в висячую каплю ростстимулирующего действия не проявляли. Экстракты же опухолей, ранее привитых куриному эмбриону, заставляли нервные волокна расти из куриных сенсорных ганглиев тем интенсивнее, чем выше была их концентрация в питательном растворе.

Но гомогенат был смесью различных субклеточных структур. Чтобы идентифицировать действующую его фракцию, дифференциальным центрифугированием и другими методами из экстракта были выделены ядерная, митохондриальная, микросомальная и надосадочная фракции. Проверка действия каждой из них на развитие ганглия показала, что ростстимулирующий эффект практически полностью обусловлен микросомальной составляющей гомогената, хотя в очищенном виде она составляла только 3 % от сухого веса исходного вещества опухоли.

К середине 1954 г. было установлено, что в составе этой фракции 66 % белка, 26 % рибонуклеиновой кислоты (РНК) и менее 0,3 % дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) [25]. Коэн первым предположил, что ростстимулирующее вещество должно быть белком, поскольку оно было недиализуемым, теряло свою активность при нагреве и под действием протеазы, а не ферментов, катализирующих деградацию РНК и ДНК. Но эту догадку еще предстояло доказать – экстракт, состоявший из белка и нуклеиновых кислот, имел очень густую консистенцию, и Стэну пока не было ясно, как осуществить разделение этой смеси на фракции.

### Полезьа от научных семинаров за обедом

Работая над расшифровкой химической структуры активного агента, Стэн продолжал расширять свои познания в области биохимии, посещая научные семинары на кафедре микробиологии, которую с 1953 г. возглавлял признанный авторитет в области биохимии ферментов Артур Корнберг (1918–2007), удостоенный вскоре Нобелевской премии и вошедший в историю как один из величайших биохимиков XX века.

Эти ежедневные (!) часовые семинары, где критически разбирались все научные публикации по биохимии, прореферированные в «Chemical Abstracts» (их небольшое тогда число еще позволяло сделать это), и вообще любые интересные идеи и результаты, проводились в необычном формате – в обеденное время и за обеденным столом. Когда Коэн представил жующим бутерброды участникам семинара результаты своих работ, Корнберг предположил, что докладчик имеет дело с каким-то вирусом и ему стоит попробовать добавить в гомогенат фермент фосфодиэстеразу (ФДЭ), которая разрушит фракцию нуклеиновых кислот [6].

Стэн раздобыл немного ФДЭ у одного из постдоков Корнберга, который выделял ее из яда змей семейства гадюковых. После инкубации экстракта опухоли с неочищенным ферментным препаратом действие новой белковой фракции было испытано на ганглиях. Уже на следующий день Коэн увидел самую необычную культуру тканей из тех, которые до того попадались ему на глаза, – ганглии образовали огромное количество нервных волокон. Вначале он подумал, что фермент просто нейтрализовал какой-то ингибитор, который мог изначально присутствовать в гомогенате и ослаблять его действие. Но контрольный эксперимент показал, что неполностью очищенная ФДЭ сама вызывает рост нервов!

Работа вновь закипела: за пять дней июля 1956 г. Стэн и Рита направили в печать три статьи. Опыты выявили, что рост нервов вызывала не диэстераза, а примесь к ней. В экстракте, обработанном ФДЭ, был обнаружен новый биологически активный белок, действие которого подавлялось коммерческой сывороткой против змеиного яда. Будучи выделенным из яда двух типов гадюк и очищенным, он оказал в культуре тканей в 1000 раз более мощное действие на рост нервов, чем чистейшие белковые фракции экстрактов опухолей [26]. Когда же Леви-Монтальчини ввела его в желточный мешок куриного эмбриона, белок вызвал тот же рост нервных волокон, что и привитая опухоль.

Чтобы прояснить химическую природу нового ростстимулирующего агента, место его действия и влияние на метаболические процессы в нервной клетке, Стэн протестировал образцы яда, полученные от 11 видов ядовитых змей, принадлежащих трем семействам. Фактор роста был обнаружен во всех из них и был идентифицирован как белок, обладающий антигенными свойствами. Эксперименты показали, что он действует непосредственно на нервные клетки, и рост нервов не является результатом какого-либо взаимодействия белка с культуральной средой. Его биологическая активность не была также связана ни с одним из известных ферментов, присутствующих в яде [27].

Вначале Коэну казалось маловероятным, что в таких различных биоматериалах, как саркома мышей и яд гадюки, могут присутствовать два химически идентичных белка. Размышляя, какая же связь может быть между ростом нервов, опухолями и змеиным ядом, он вспомнил, что последний выделяется видоизмененными слюнными железами змей. А что, если слюна не ядовитая? Наугад протестировал вытяжку из нескольких граммов подчелюстных слюнных желез, взятых от 70–80 взрослых самцов домовых мышей, в 1958 г. Стэн обнаружил, что белок из мышинной слюны также вызывает рост нервов в культуре тканей, причем в 10 раз сильнее, чем белок змеиного яда [28]. Эта блестящая находка была высоко оценена В. Гамбургером, как администратором, и в экономическом плане. Ведь слюнные железы мышей обходились кафедре дешевле, чем яд змей, а лабораторные мыши-самцы стоили дешевле самок [19].

Коэн смог не только выделить фактор роста нервов (ФРН) из слюны мыши, крысы и хомяка, изучить его свойства и биологическое действие, но и получить антитела к нему. Антисыворотку выработали два кролика, которым через подушечки лап он ввел раствор многократно очищенного белка. Стэн установил, что кроличья антисыворотка не только подавляет действие ФРН в культуре ткани, ее подкожная инъекция вызывала специфическую атрофию и разрушение симпатических нервных клеток у мыши, крысы, кошки и кролика, что подтверждало физиологическую роль фактора роста в нормальном организме [28].

Эти результаты имели этапное значение для прогресса нейробиологических исследований. Ведь долгое время изучение пренатального (до рождения) отношения нервной системы носило описательный характер, ибо оставались нераскрытыми конкретные механизмы, движущие силы и причинно-следственные взаимоотношения в ходе ее развития [17]. Теперь же ученые получили один четко идентифицированный химический агент, стимулирующий рост нервов, и другой – тормозящий его.

Новые открытия Стэнли Коэна – результат шести лет интенсивных лабораторных исследований – потрясли научное сообщество, которое уже свыклось было с мыслью, что ФРН – это атрибут исключительно опухолей. Теперь он мог обнаружиться где угодно, и в десятках исследовательских центров по всему миру начались поиски других его источников (в 1980 г. к изучению ФРН подключилась также лаборатория патологии нервной системы Института физиологии АН БССР [17; 29]). Изучению были подвергнуты образцы тканей разнообразных живых существ. И надежды оправдались – нейроростовой фактор оказался широко распространенным в животном мире. Он был обнаружен у амфибий, рыб, пресмыкающихся, млекопитающих и человека, его выявили в тканях и секретах самых различных органов и желез, даже в головном мозге золотой рыбки!

В 1971 г. два биохимика из Сент-Луиса, используя предложенный двумя итальянскими учеными (все четверо работали в контакте с Р. Леви-Монтальчини) метод 100-кратной очистки белка, выделенного из слюнных желез взрослых мышей, окончательно расшифровали строение ФРН. Оказалось, что это белок-димер,

состоящий из двух идентичных полипептидных цепочек по 118 аминокислотных остатков каждая, соединение которых и образует биологически активный фактор. В природных условиях ФРН изолированно не существует, а в качестве субъединицы входит в высокомолекулярный агрегат. В 1983 г. две группы исследователей в США идентифицировали ДНК, которая кодирует молекулу полипептида, и ген, заставляющий организм разных видов животных, включая человека, вырабатывать ФРН.

Выделение, идентификация и расшифровка структуры ФРН, ставшего первым представителем нового семейства регуляторных белков нервной ткани – нейротрофинов, стимулировали широкий фронт работ по изучению множественного действия нейростатического агента на процессы в различных типах клеток, включая клетки периферической и центральной нервной системы, иммунной и эндокринной систем. Эти исследования открыли пути применения нового класса белковых молекул в клинической практике для лечения разнообразных патологических нарушений самой различной этиологии – неврологических, аутоиммунно-воспалительных, аллергических, лимфопролиферативных, атеросклеротических сердечно-сосудистых заболеваний и даже нейротрофических язв роговицы глаза [30].

А доктор Э. Буэкер, стоявший у истоков открытия ростстимулирующего действия опухолей на нервные ткани, в 1954 г. перешел в Нью-Йоркский университет, где преподавал анатомию вплоть до своей отставки с должности профессора. Он продолжал работать в области исследования роста нервов, в том числе развивая результаты С. Коэна, и опубликовал более 20 научных работ по этой тематике.

#### **Отец эпидермального фактора роста**

Университет Вашингтона, в котором работала целая плеяда известных биохимиков и физиологов, был прекрасным местом для Коэна, а научным исследованиям, выполненным здесь совместно с Леви-Монтальчини, сопутствовал небывалый успех.

Они дополняли друг друга не только как специалисты, но и в эмоциональном плане. Стэн был скромным, уравновешенным и непритязательным. Заядлый курильщик, карманы брюк которого украшали пропалины от плохо загашенной трубки, он делил свой офис с потрепанной, но веселой дворняжкой по кличке Дымок, постоянно вертевшейся под ногами. А по-итальянски вспыльчивая Рита блистала фейерверком идей, способностей и остроумия. Она стала настолько искусным экспериментатором, что когда по ходу разговора поворачивалась в сторону собеседника, ее руки продолжали что-то делать под микроскопом. «Она работала как дьявол. И обладала огромным стремлением к успеху», – вспоминает С. Коэн [31].

Звон похоронного колокола, о котором упомянула Леви-Монтальчини в своей автобиографии [1], прозвучал в декабре 1958 г., когда она стала уже полным профессором нейробиологии.

В. Гамбургер вызвал ее в кабинет и с грустью в голосе сообщил, что Коэн, бывший уже адъюнкт-профессором (доцентом), должен покинуть их команду. Как заведующий кафедрой зоологии, Виктор больше не мог оправдывать перед руководством университета, бюджет которого резко сократился, содержание в штате биохимика. Это сегодня наука по-настоящему междисциплинарная, и биохимики работают бок о бок с зоологами. Но в конце 1950-х годов такая практика была еще редкостью. Гамбургер заявил, что больше не сможет платить сотруднику, который не в состоянии прочесть курс лекций по зоологии [22; 31].

Леви-Монтальчини погрузилась в отчаяние – самому творческому в ее жизни периоду наступил конец. Выбитая из привычной колеи и переполненная недовольством, она не знала, что делать дальше. К тому же, многие еще не верили в фактор роста – эту новую биологическую сущность, которая не очень-то вписывалась в тогдашнюю систему знаний. Ведь ФРН был не обычным гормоном, а ранее не известным видом белкового вещества, необходимым для развития и выживания специфического типа клеток. (Даже через 20 лет после описываемых событий по-прежнему задавали вопрос: «ФРН может быть ключом – но к чему?» [32].) Чтобы отвлечься от грустных дум, Рита взялась было за изучение другого объекта – нервной системы тараканов. Но потом решила, что не должна сдаваться и отказываться от работы с ФРН, и вскоре место Коэна в ее группе занял молодой итальянский биохимик.

Узнав, что у него нет шансов занять на кафедре зоологии штатную должность, 36-летний Стэнли Коэн решил, что пришло-таки время подыскать постоянную работу, а не содержать семью за счет средств, выделяемых ему из сумм чужих исследовательских грантов [6].

В июне 1959 г. он перешел в медицинскую школу частного исследовательского Университета Вандерbiltа в Нэшвилле. Те из сотрудников здешней кафедры биохимии, кто не занимался проблемами питания или токсикологии, были заинтересованы пополнить свои немногочисленные ряды свежими силами и потому активно лоббировали кандидатуру Коэна перед руководством. Удачно выступив на «вербовочном» научном семинаре с докладом о факторе роста нервов, он был принят на вакантную должность ассистент-профессора, хотя некоторые его слушатели и сомневались: неужели рассказанное им – это биохимия?

Его первой лабораторией стало старое, образца 1925 г., термостатированное помещение, оборудование которого работало от компрессора во дворе, а плачевное состояние потолка вселяло чувство безотчетной тревоги. Коэну выделили эту «лабораторию», ибо только в ней была возможность выращивать культуры тканей. Правда, он должен был делить небольшую комнату с психологом-экспериментатором, получившим доступ в нее из-за имевшейся там системы труб, которые он использовал как лабиринт для своих подопытных крыс [33].

Занявшись вначале проблемами эндокринологии – исследованием влияния клеточного экстракта, содержавшего матричную РНК, на развитие эмбрионов лягушки, Стэн в конце концов вернулся к изучению ряда явлений, которые он

отметил еще в Сент-Луисе, исследуя действие экстракта слюнных желез мышей на их развитие.

Тогда ежедневные инъекции новорожденным мышам высокоочищенной белковой фракции этого экстракта не вызывали, кроме действия на нервные клетки, каких-либо заметных отличий от контрольной группы мышей. Введение же не полностью очищенной фракции обнаружило три побочных эффекта. Удивительно рано, уже через 6–7 дней после рождения, а не как обычно – через 12–14 дней, у слепорождаемых мышат открылись глаза. Также преждевременно, на 5–6-й день вместо обычных 8–10 дней, у них прорезались зубы-резцы. Наконец, отмечались отставание в росте грызунов и торможение развития их шерстяного покрова. Все указывало на наличие в секрете подчелюстных желез мышей еще каких-то физиологически активных компонентов. Предварительные эксперименты показали, что агент, ответственный за эти эффекты, термостабилен, осаждается сульфатом аммония и полностью отделяется от ФРН [28].

Будучи уже достаточно знакомым с эмбриологией, Коэн предчувствовал, что всякое вещество, которое влияет на этапы роста и развития организма, вне сомнений, будет иметь важное биологическое значение. Придерживаясь своего кредо, что всякая случайность в нормальном течении процесса должна представлять интерес для исследователя, он приступил к выделению и изучению механизмов действия и свойств нового физиологически активного вещества.

К ноябрю 1961 г. Стэн смог выделить из секрета подчелюстных желез самцов белых мышей термостабильный белок, вызывающий как раннее раскрытие век, так и раннее прорезывание зубов у новорожденных мышей и крыс. Экстракты же, приготовленные им из подчелюстных желез быка, коровы, овцы, кролика и морской свинки, никакого заметного влияния на развитие глаз и зубов не оказывали [34]. Коэн расспросил друзей-анатомов о возможных причинах открытия глаз на неделю раньше, но внятного ответа так и не получил. Пришлось самому заняться исследованием гистологических срезов века у контрольных и подопытных грызунов [35]. Их сравнение прояснило ситуацию: у последних раннее открытие глаз вызывал более общий биологический эффект – рост толщины наружного слоя кожи (эпидермиса) и повышение степени его кератинизации (ороговения). А досрочное прорезывание зубов было следствием вызванного белком повышения степени раскрытия губ у подопытных животных [36; 37].

Но не было ясно, действует ли новый агент непосредственно на клетки эпидермиса или же их пролиферация (размножение) вызвана вторичным механизмом, например усилением секреции какого-то «классического» гормона. Ответ дало гистологическое и автордиографическое изучение тканевых культур неповрежденной кожи куриного эмбриона и ее образцов, лишенных дермы, располагающейся между эпидермисом и внутренними органами. И в том и в другом случае опыты показали, что введение белка в культуру ведет к заметному росту числа и размеров клеток эпидермиса, что дало основания Коэну в 1965 г. назвать его эпидермальным фактором роста (ЭФР) [38].

В последующие годы в его лаборатории были изучены метаболические изменения, сопровождающие ростстимулирующее действие ЭФР на клетки эпидермиса и эпителия, а спектр подопытных животных был расширен на птиц и млекопитающих. Коэн также охотно рассылал образцы ЭФР в другие лаборатории для изучения стимулирующего действия этого белка на разные биологические системы. Благодарностями ему за предоставление необходимого исследовательского материала пестрят многие научные публикации и по сей день.

За первое десятилетие после открытия нового фактора роста была накоплена обширная информация о различных аспектах его физиологического действия, охарактеризованы физические, химические и биологические свойства ЭФР [39–41]. Стэн убедился, что белок играет нормальную физиологическую роль у многих видов животных либо во время их эмбрионального развития, либо в гомеостазе.

Нарастанию интереса к изучению ЭФР среди биологов и химиков самого различного профиля способствовала разработка в 1972 г. Коэном с одним из постдоков нового простого метода получения чистого ЭФР из гомогената подчелюстных желез самцов мыши. Это чисто «техническое» достижение сделало возможным выделение и очистку препаративных количеств ЭФР, достаточных для его биохимической и молекулярной характеристики, всего за две стадии – гель-фильтрацию в полиакриламидном геле и ионообменную хроматографию на ДЭАЭ-целлюлозе [42].

Важнейшим преимуществом нового способа очистки, вскоре запатентованного [43], стал высокий выход конечного продукта: каждый из 30 г слюнных желез, поставщиками которых были 150 взрослых белых мышей-самцов, давал 0,62 мг ЭФР, что почти в 3 раза превышало выход белка при использовании оригинальной процедуры из [34]. Доступность нового метода сделала его популярным, им воспользовались химические фирмы, выпускающие ЭФР, и те из исследователей, кому покупка коммерческого продукта была не по карману.

Обладание миллиграммовыми количествами очищенного белка позволило Коэну с молодыми коллегами к концу 1972 г. – к его 50-летию – расшифровать первичную структуру мышинового ЭФР (мЭФР). Молекула этого низкомолекулярного полипептида представляла собой цепочку из 53 остатков аминокислот, среди которых не было аланина, фенилаланина и лизина, обычных в составе многих белков, три участка которой внутренними дисульфидными связями замкнуты в кольца. Было установлено, что мЭФР выделяется из подчелюстных желез самцов мыши как часть высокомолекулярного комплекса, состоящего из двух небольших молекул ЭФР и двух одинаковых молекул ЭФР-связывающего белка значительно большей молекулярной массы [40; 44; 45].

#### Эликсир молодости и красоты

Примерно в то же время были обнаружены новые неожиданные аспекты биологии мЭФР. Оказалось, что в условиях *in vivo* и *in vitro* этот белок стимулирует пролиферацию как эпителиальных, так и других типов клеток и активизирует

ряд биологических процессов. В культуре тканей он вызывает рост фибробластов мышцы – основной разновидности клеток соединительной ткани позвоночных животных. К тому же не является видоспецифическим, так как оказывает мощное митогенное (стимулирующее начало клеточного деления) действие на фибробласты человека, которые откликаются на незначительные количества мЭФР повышенным синтезом ДНК и РНК.

На этом основании Коэн предположил, что в организме человека могут присутствовать свои ЭФР-подобные полипептиды и что на поверхности клеток человека, реагирующих на мЭФР, должны быть рецепторы – молекулы с особым сродством к мышиному белку, которые могут специфически реагировать на присоединение к нему. Проверка этих догадок привела к новым неожиданным открытиям.

Первым делом нужно было решить, где в организме человека следует вести поиск ЭФР-подобных белков. Стэн знал, что даже при нормальной беременности белки и гормоны почти всегда присутствуют в моче. Из этого материала он смог выделить «нечто», что после добавления в культуру фибробластов человека блокировало их связывание с мЭФР, меченым йодом-125, хотя из многих протестированных в лаборатории препаратов подобное действие оказывал еще только исходный немеченый мЭФР [35].

В начале 1975 г. двумя различными методами в моче беременных женщин впервые были обнаружены ЭФР-подобные молекулы, из ее белкового концентрата выделены микрограммовые количества чистого фактора роста и установлена его аминокислотная последовательность [45]. Строение ростстимулирующих полипептидов человека и мышцы слегка различилось, но их биологическое действие было подобным. Новый белок, который назвали человеческим ЭФР (чЭФР), стимулировал рост фибробластов и эпителиальных клеток роговицы человека, а при введении новорожденным мышатам вызывал у них, как и мЭФР, раннее раскрытие век.

Как это часто бывает в науке, осенью того же года неожиданно и на другом континенте появилось еще одно доказательство существования чЭФР и обнаружился совершенно новый аспект его биологического действия.

В фармацевтическом отделе британской фирмы «Imperial Chemical Industries Ltd.» решили окончательно прояснить химическую природу вещества, которое давно обнаружили в моче человека и животных и за 20 лет до того назвали урогастроном. Он оказывал тормозное влияние на секрецию желудочной кислоты и потому имел терапевтическое значение для лечения язвенной болезни. Из 70 тыс. литров (!) человеческой мочи было выделено менее чем по 70 мг двух видов урогастрона, установлено, что это полипептиды с небольшой молекулярной массой, построенные из 52 и 53 остатков аминокислот, и после поисков в литературе обнаружено совпадение более длинного белка с чЭФР как по структуре, так и по биологической активности [46].

Позднее радиоиммунологическими методами ЭФР-подобные белки были обнаружены у различных млекопитающих – приматов, хищных, грызунов,

зайцеобразных, насекомоядных, парнокопытных, а также у птиц и амфибий. Отсутствие подобных белков не было доказано ни для одного из исследованных на этот предмет позвоночных животных. Такая распространенность говорила о жизненно важном значении ЭФР для существования животных и расширила фронт исследований [47].

Но в лаборатории Коэна более всего интересовались ответами на главные вопросы. Как ЭФР взаимодействует с клетками на молекулярном уровне? Как он заставляет их расти и делиться?

Уже первые их эксперименты с новым фактором роста подтвердили, что на клеточной мембране фибробластов человека имеются рецепторы к чЭФР, путем связывания с которыми он и стимулирует деление клеток. Было также обнаружено, что клетки, трансформированные онкогенными вирусами мышины или кошачьей саркомы, быстро теряли способность связывать чЭФР, хотя сохраняли ее после действия других ретровирусов. Из чего заключили, что онкогенные вирусы модифицируют клеточные рецепторы к чЭФР, и существует функциональная связь саркомы с фактором роста [48].

Как биохимик, С. Коэн предпочитал изучать бесклеточные системы: добавление гормонов и факторов роста стимулирует или подавляет протекающие в них химические реакции, что может дать ключ к разгадке происходящего в системе. К счастью, у него был друг в Национальном институте здоровья США, который проанализировал хранившиеся там в условиях *in vitro* образцы различных типов клеток на наличие рецептора к ЭФР. Он обнаружил и рассказал Стэну о линии клеток А431 плоскоклеточного рака кожи человека, каждая из которых имела не типичные для фибробластов 50 тыс. рецепторов, а их необычайно высокое количество – 2,6 млн! Мембраны, приготовленные из присланных Коэну образцов клеток, показали способность связывать значительные количества ЭФР, в его присутствии меняли свою морфологию и инкорпорировали радиоактивный фосфор-32 в мембранный белок [6; 35].

К концу 1970-х годов Коэн с сотрудниками в деталях изучили эти и другие особенности взаимодействия мЭФР и чЭФР с рецепторами на поверхности клеток А431, снабжая факторы роста радиоактивной, флуоресцентной или ферритиновой метками. Методами автордиографии, флуоресцентной и электронной микроскопии они не только смогли визуализировать процесс соединения молекулы ЭФР с мембранным рецептором, но получили прямые доказательства интернализации (погружения) их комплекса внутрь клетки, а там – проникновения и последующего распада в лизосомах.

На этой же системе в начале 1980-х годов Коэн с соавторами показал, что после связывания с ЭФР его рецептор (РЭФР) обнаруживает ферментативную активность, присоединяя фосфор к аминокислоте тирозину в своей молекуле. Выделение и изучение  $^{32}\text{P}$ -меченого рецептора показало, что это крупный трансмембранный гликопротеин большой молекулярной массы, который связывает ЭФР, обладает ЭФР-стимулируемой тирозинкиназной активностью и способен к самофосфорилированию [49]. Теперь известно, что фосфорилирование тирози-

на – основной механизм передачи ростового сигнала (команды на размножение) от поверхности внутрь клетки, где митогенный сигнал фактора роста передается в ядро на ДНК, и через некоторое время клетка начинает делиться.

РЭФР стал первым нормальным белком с нормальным клеточным строением, у которого обнаружили тирозинкиназную активность; до того она была выявлена лишь у белков, кодируемых онкогенами. Открытие Коэна впервые позволило связать ростовой фактор и активацию им клеточного рецептора со злокачественным перерождением клетки и пролило новый свет на механизмы опухолевого процесса. РЭФР был найден во многих тканях взрослого организма и в 1990-х годах стал одним из самых привлекательных объектов для разработки новых противораковых препаратов.

С тех пор опубликованы тысячи работ по исследованию ЭФР. Он найден в крови, моче, цереброспинальной жидкости, молоке, слюне, желудочном и панкреатическом соках. Помимо слюнных желез, основного места его синтеза, обнаружен в поджелудочной железе, железах двенадцатиперстной кишки, пилорических железах желудка, почечных канальцах, передней доле гипофиза, молочных железах, структурных компонентах яичника новорожденных.

Работами С. Коэна и других ученых показано, что ЭФР контролирует и стимулирует рост эпидермальных, эпителиальных и эмбриональных клеток, включая фибробласты, клетки печени, почечный эпителий, сосудистые клетки, глиальные клетки, эндокринные клетки щитовидной железы, клетки гранулы яичников, стимулирует увеличение высвобождения кальция из костной ткани, способствует резорбции кости, является сильным хемоаттрактантом для фибробластов и эпителиальных клеток. И даже ускоряет рост растений сорго!

Клинические испытания доказали, что ЭФР улучшает пролиферацию тканей и хемотаксис клеток, уменьшает вероятность поражения инфекцией, снижает рост рубцовых тканей, сокращает время заживления, восстанавливает нормальное функционирование тканей после повреждения. На этой основе к настоящему времени разработан широкий спектр методов и протоколов терапевтического и фармакологического применения ЭФР [50].

В 1996 г. в США был запатентован метод уменьшения кожного старения с использованием ЭФР, перспективный для косметического применения, и сегодня на рынке представлены целые серии высокотехнологичных косметических средств, созданных для защиты и активизации клеток кожи, базовым ингредиентом запатентованных формул которых является этот фактор роста. Его открытие С. Коэном стало первым шагом на пути осуществления заветной мечты человечества – остановить процесс старения кожи и вернуть ей молодость и закрепить за ЭФР название эликсира молодости и красоты.

### **Преднобелевский наградной марафон**

Продолжая с небольшим числом сотрудников изучать факторы роста, Стэнли Коэн проводил много времени в лаборатории, хотя часто, обдумывая возникшую в ходе исследования проблему, мог часами расхаживать по коридорам. Его

стандарты лабораторных исследований были очень высокими. Он стремился к этому со студенческих лет и того же требовал от других. Скажем, разрешал пользоваться своим экспериментальным оборудованием (и то лишь частью его) только тем, чьему мастерству и ответственности доверял. «Стэнли делает науку так, как вас учат делать это в учебниках, – отметил один из его друзей, заведующий кафедрой биоорганической химии в медицинском центре Калифорнийского университета. – Большинство его оригинальных наблюдений было бы пропущено любым, кто не отличался такой тщательностью» [51].

Не у всех аспирантов Коэна получалось удовлетворять этим высоким требованиям. Рассказывают, что один подающий надежды юноша, ставший позже патентным поверенным в престижной нью-йоркской фирме, в шутку заявлял, что готов записаться в морские пехотинцы и отправиться во Вьетнам, только бы избежать прессинга требований, господствовавших в лаборатории Коэна [33]. Но в своем большинстве аспиранты, постдоки и коллеги Коэна по Университету Вандербильта единодушны в чрезвычайно высокой оценке «жизни со Стэнном» – как до, так и после того как он стал нобелистом.

Он успешно справлялся с преподаванием, проявил себя талантливым педагогом, был и остается любимцем студентов-медиков. Как вспоминает профессор Леон У. Каннингем [33], много лет возглавлявший кафедру биохимии, Стэнли принимал участие во всех кафедральных мероприятиях, охотно (по крайней мере, в первые годы) выполнял различные поручения. Да и позже, когда пришло международное признание, он легко соглашался взвалить на свои плечи какую-нибудь обязанность, если был уверен, что это послужит повышению стандартов научных исследований и будет иметь важное значение для будущего университета. А часть свободного времени отдавал любимому занятию – музыке, играя на кларнете в квинтете струнных и духовых инструментов, созданном с коллегами по медицинской школе.

Результативная научно-педагогическая деятельность С. Коэна сопровождалась продвижением по служебной лестнице (хотя он и не занимал административных постов), отмечена целой серией корпоративных, национальных и международных наград.

Начав в 1959 г. работать ассистент-профессором биохимии, в 1962 г. он был назначен адъюнкт-профессором, в 1967 г. – полным профессором, а в 1976 г. занял специальную должность профессора биохимии, учрежденную Американским онкологическим обществом, что стало первым серьезным признанием его качеств исследователя и педагога на общенациональном уровне. На протяжении 1959–1969 гг. Стэнли не раз удостоивался премий поддержки развития исследовательской карьеры от Службы здравоохранения США. Затем пришло время более высоких знаков признания.

В 1974 г. вместе с Р. Леви-Монтальчини он был отмечен исследовательской премией Уильяма Т. Уэйкмана Национального параплегического фонда. В 1977 г. стал вторым лауреатом премии Эрла У. Сазерленда за научные достижения,

учрежденной советом опекунов Университета Вандербильта. Эта премия ежегодно присуждается членам профессорско-преподавательского состава, чьи достижения в области исследований, преподавания или креативного творчества получили высокую оценку и признаны на национальном или международном уровне. В следующем году Медицинское общество штата Нью-Йорк отметило его одной из своих высших наград – премией Альбиона О. Бернштейна, которую присуждают врачу или ученому, сделавшему в календарном году выдающийся вклад в медицину, хирургию или профилактику заболеваний.

В 1980-е годы научные достижения Стэнли Коэна отмечались наградами практически ежегодно, а в некоторые годы – по 2–3 раза.

Так, в апреле 1980 г. он был избран членом Национальной академии наук США – вторым или третьим в истории Университета Вандербильта. В следующем году академия присудила ему Мемориальную премию Говарда П. Робертсона, которая раз в три года наряду с гонораром в 10 тыс. долл. США предоставляла право лауреатам – выдающимся ученым из любых областей науки – выступить с лекцией о тематике своих работ и их мировом значении. В 1982 г. С. Коэну, Р. Леви-Монтальчини и клеточному биологу Г. Сато вручили медали и гонорары по 30 тыс. долл. США ежегодной премии Льюиса С. Розенстила, присуждаемой частным исследовательским Университетом Брандейса за выдающиеся работы в области фундаментальных медицинских исследований и их приложения. В том же году Фонд изучения рака корпорации «Дженерал Моторс» за открытие, выделение и выяснение механизма действия ЭФР присудил Коэну премию Альфреда П. Слоуна в 100 тыс. долл. США, которая вместе с золотой медалью вручается за наиболее выдающийся вклад в фундаментальные исследования природы и причин рака.

В октябре 1983 г. на торжественной церемонии в Колумбийском университете С. Коэну, Р. Леви-Монтальчини и В. Гамбургеру была вручена ежегодная премия Луизы Гросс-Хорвиц «за открытие и исследование фактора роста нервов – протеина, важного для развития некоторых типов нервных клеток и сенсорных нейронов». Учрежденная для награждения за выдающийся вклад в фундаментальные исследования в области биологии или биохимии, она считается предшественницей будущего награждения Нобелевской премией. В том же году Американской академией дерматологии С. Коэн был отмечен одной из наиболее престижных наград в области медицины – Мемориальной премией Лили Грубер за достижения на протяжении всей жизни в области исследований рака.

На 37-м ежегодном симпозиуме по фундаментальным исследованиям рака в марте 1984 г. ему была вручена Мемориальная премия Эрнста У. Бергнера, присуждаемая Онкологическим центром имени М. Д. Андерсона Техасского университета врачу или ученому, который сделал выдающийся вклад в онкологические исследования. В том же году он избран в старейшую Американскую академию искусств и наук. За исследование факторов роста и, в частности, выделение, очистку и выяснение функций ЭФР, в 1985 г. С. Коэн удостоен одной из самых

престижных в мире биомедицинских наград – Международной премии Гайрдерновского фонда (Канада). Эта премия в размере 100 тыс. канадских долларов присуждается ежегодно за выдающиеся открытия и вклад в медицинскую науку и традиционно рассматривается как предвестник будущего награждения Нобелевской премией по физиологии и медицине.

Своего апогея «наградной марафон» достиг в 1986 г.

В марте, на торжественной церемонии в Белом доме, за выдающийся вклад в науку Коэн из рук президента США Рональда Рейгана получил Национальную научную медаль. По представлению Национального научного фонда он удостоен этой высшей для американского ученого правительственной награды «за его пионерское открытие и характеризацию гормоноподобных факторов роста, которые особым образом контролируют размножение определенных клеток в процессе роста и развития».

За открытие ЭФР и лидирующие позиции среди исследователей роли пептидных факторов роста в дифференциации и репликации клеток млекопитающих в том же году Стэнли отмечен высшей наградой американского Эндокринного общества – премией и медалью Фреда К. Коха. И стал их первым лауреатом, при выдвижении которого учитывались ходатайства международного сообщества о признании исключительного значения работ номинанта для эндокринологии, а не факт его членства в Эндокринном обществе.

А в конце сентября за открытие и биохимическое определение ЭФР, который прояснил динамику клеточного роста, ему была присуждена премия Альберта Ласкера в номинации «фундаментальные медицинские исследования», которой отмечаются ученые, чьи фундаментальные исследования дали методики, информацию или концепции, способствующие ликвидации основных причин инвалидности и смерти. Премия Ласкера, известная как «американская Нобелевская премия», также часто, как премии Гросс-Хорвиц или Гайрдерновского фонда, предвещает, что награждение ее лауреата Нобелевской премией не за горами [52].

В этот раз так и случилось. Через три недели, в понедельник 13 октября 1986 г., Нобелевская ассамблея при Каролинском институте в Стокгольме сообщила о присуждении Нобелевской премии по физиологии и медицине за 1986 год Стэнли Коэну и Рите Леви-Монтальчини за открытие ими факторов роста. Как сообщал официальный пресс-релиз, премия, денежная часть которой составляла 2 млн шведских крон, или около 290 тыс. долларов США, «присуждена за открытия, имеющие фундаментальное значение для понимания механизмов, которые регулируют рост клеток и органов» [53].

#### **«Я не работал на Нобелевскую премию»**

Из-за разницы часовых поясов американские ученые часто узнают о присуждении им самой престижной в мире премии ночью, из телефонного звонка им домой из Стокгольма. Не стал исключением и С. Коэн.

«Звонок телефона среди ночи обычно означает плохие новости. Я рад, что впервые в моей жизни ночной звонок принес хорошую новость», – сказал он

в одном из первых интервью в качестве Нобелевского лауреата [54]. Говоря о своих научных работах, Коэн заявил, что конечно это хорошо, когда получает мировое признание то, над чем ты работал в течение 30 лет. И ошеломленный столь высоким признанием заметил: «Я слегка цепенею, пытаюсь приспособиться к своему новому месту в жизни. Мне 63 года, и я всегда просто делал свое дело. Я не работал на Нобелевскую премию» [55]. Отвечая журналистам, звонившим со всех концов света, а также в ходе пресс-конференции в Нэшвилле Стэнли подчеркивал, что присуждение премии было для него полной неожиданностью. Он рассматривал такую возможность как маловероятную, не ждал, что это произойдет с ним, и считает, что ему просто повезло.

Конечно, повезло! Ведь путь к Нобелевской премии чаще всего бывает длительным, извилистым и непредсказуемым.

Но не все из сослуживцев С. Коэна, кто услышал по радио и телевидению или прочитал в газете радостную для него новость, удивились решению Нобелевского комитета. Многие не только давно были уверены, что его работы заслуживают «премии премий», но даже в меру своих возможностей способствовали его номинированию. Когда в середине 1980-х годов в Нэшвилле узнали, что ученые из других университетов активно поддерживают выдвижение Стэнли на Нобелевскую премию, то посчитали своим долгом «подносить снаряды» коллегам в форме отгисков статей, биографической и другой информации о Коэне. То, что дело продвигается, стало ясно в 1985 г., когда в университет пришло приглашение Нобелевского комитета номинировать кандидата. Не потребовалось много дискуссий, чтобы решить, что Стэн – лучший претендент на премию [33].

Правильность этого выбора подтвердилась через год, октябрьским утром, когда на кафедру биохимии обрушился шквал телефонных звонков. Праздничное настроение, сопровождавшееся горячими объятиями новоиспеченного лауреата (одно такое фото даже попало в газету [56]), царило не только здесь, но и во всем Университете Вандербильта. Ведь за его 113-летнюю историю это была уже вторая Нобелевская премия, присужденная штатному преподавателю и подтвердившая международный уровень местной научной школы.

Для участия в торжественном вручении премий, которое проводится ежегодно в декабре, новый лауреат может пригласить ограниченное число людей. Вместе с женой и другими членами его семьи, Коэн пригласил поехать в Стокгольм для участия в Нобелевской неделе три семейных пары сотрудников университета. На приглашенных Нобелевским лауреатом распространялись определенные льготы, в том числе закрепление лимузина с водителем, участие в торжественном обеде на несколько сотен человек с королем и королевой Швеции, присутствие при выступлении лауреатов с лекциями и при вручении им премий.

Нобелевская лекция С. Коэна, озаглавленная «Эпидермальный фактор роста» [37], состоялась 8 декабря в зале Каролинского института, а 10 декабря из рук короля Швеции Карла XVI Густава он получил диплом и именную золотую медаль с изображением Альфреда Нобеля.

По возвращении в Нэшвилл, Стэнли был засыпан приглашениями из различных университетов и научных центров выступить там с лекциями и докладами о своих научных результатах. Включившись в лекционную деятельность, в том числе на международном уровне, он старался откликнуться по возможности на все запросы, особенно исходившие от подразделений университета или от бывших коллег по работе в других городах. Возможно, этим он отчасти пытался компенсировать годы молчания вокруг его персоны. Ведь Коэн, несмотря на значительные достижения в науке, не руководил крупной и известной лабораторией, и на протяжении многих лет его работа, особенно ранние этапы исследования факторов роста, не сопровождалась шумными кампаниями в прессе. В том, что на первых порах научная общественность мало обращала внимания на него, сам Стэн усматривает определенное преимущество. «Вас оставляли в покое, и вам не нужно было соревноваться со всем миром, – заметил он в интервью журналу «Science». – Недостатком было то, что вы должны были убеждать, что работаете над чем-то реальным» [57].

Необходимость убеждать окружающих в очевидном возникала и позже.

Как это нередко бывает после присуждения очередной премии, объявление Р. Леви-Монтальчини и С. Коэна в октябре 1986 г. Нобелевскими лауреатами вызвало у некоторых недоумение: почему среди них нет В. Гамбургера? Позже разбору этой ситуации было даже посвящено многостраничное исследование [58]. Отметив, что участие Виктора (по собственному его признанию) в ранних работах было минимальным и что он непосредственно не участвовал ни в одном из последующих исследований, хотя и следил внимательно за работами Риты и Стэна, автор констатировал, что если акцентировать внимание на открытии ФРН и ЭФР (а так оно и было!), то Нобелевский комитет в своем выборе был прав.

Случались и курьезные поводы. Когда уже упоминавшийся профессор Л. Каннингем счел возможным предложить декану медицинской школы существенно увеличить зарплату С. Коэну, учитывая его достижения и новый почетный статус, то в ответ услышал: «Это отличная идея, Леон! А вы можете себе это позволить?» Правда, через какое-то время под давлением коллег декан предоставил таки Стэну «высочайшую», как с иронией характеризует ее Каннингем, привилегию – бесплатное и удобное зарезервированное место на стоянке автомобилей в университетском кампусе [33].

Подобные почести Стэна не смущали. Как отметила после присуждения ему Нобелевской премии пресс-секретарь медицинского центра Университета Вандербильта: «Он очень непритязательный, очень скромный человек, который не принимает всерьез награды, но, безусловно, высоко ценит сам факт, что его работа заслужила их» [59]. Став Нобелевским лауреатом, профессор Коэн остался тем же скромным и сугубо лабораторным ученым, известным своим легким самоуничижительным юмором, который подкупает как сотрудников, так и соперников.

Нобелевская премия по физиологии и медицине была вершиной, но не стала последней в длинном ряду заслуженных наград и званий.

В 1986 г. С. Коэна удостоили звания заслуженного профессора. На эту должность в Университете Вандербильта из более 3000 членов профессорско-преподавательского состава назначается лишь несколько выдающихся представителей за их достижения в сфере науки, образования и профессиональной деятельности. К степени почетного доктора наук Чикагского университета, присвоенной ему в 1985 г., добавились аналогичные звания от Бруклинского (1987) и Оберлинского (1989) колледжей.

В 1987 г. за открытие, характеризацию и выяснение биологической роли ЭФР, последующее изучение его клеточных рецепторов он награжден медалью Франклина, одной из старейших (учреждена в 1824 г.) и наиболее почетных наград в области науки и техники как в США, так и во всем мире. Ее лауреаты каждый апрель собираются в Филадельфии, на родине ученого, изобретателя, дипломата и издателя Бенджамина Франклина (1706–1790), одного из отцов-основателей США, на протяжении целую неделю мероприятий с участием студентов и широкой общественности, которые завершаются торжественной церемонией вручения медалей. Через год Медицинский центр Университета Вандербильта присудил ему премию Гранта У. Лиддла, вручение которой является признанием выдающихся заслуг членов профессорско-преподавательского состава в развитии научных исследований в университете.

Особыми знаками признания заслуг перед наукой и образованием стали учрежденные Университетом Вандербильта премия Стэнли Коэна за выдающийся вклад в научные исследования и специальная должность профессора, носящая его имя.

Есть среди символов почитания героя этого очерка и два монументальных. Один – это открытый в 1996 г. в Нэшвилле мемориальный парк в честь 200-летия образования штата Теннесси, среди главных достопримечательностей которого – стена из черного мрамора длиной почти в полкилометра с выбитыми на ней датами важнейших событий в истории штата. Другой установлен в 2003 г. в Нью-Йорке, на Манхэттене, в парке Теодора Рузвельта, 26-го президента США и первого американского нобелиста. Это Нобелевский монумент – стела из розового гранита, на лицевой грани которой барельеф А. Нобеля, а на остальных выгравированы имена 320 американских лауреатов Нобелевской премии.

На обоих монументах на века запечатлено и имя Стэнли Коэна, потомка уроженцев белорусской земли.

### **Была бы Нобелевская, будет и наставник**

В 2000 г. С. Коэн в звании заслуженного профессора-эмиритуса Университета Вандербильта вышел в отставку и переселился из Нэшвилла в Тусон – один из самых солнечных городов США и второй по величине в южном штате Аризона.

На первых порах новоиспеченный пенсионер, которому уже не нужно было ежедневно проводить многочасовые эксперименты, наслаждался безмятежным состоянием ничегонеделания. Но вскоре стал часто замечать за собой ощущение

некоторого беспокойства. Разведение кактусов в саду, процесс которого он досконально изучил, хоть и забирало порядочно свободного времени, но все же не могло компенсировать отсутствие творческих контактов и дружеского общения с коллегами по лаборатории, чего он лишился после выхода на пенсию.

Поэтому, когда среди электронной почты Коэн обнаружил приглашение ученым-добровольцам оказать методическую помощь учителям местных средних школ, оно подействовало лучше любого предписания врача. Стэнли загорелся желанием поучаствовать в этом благородном деле. Но ответил на приглашение поздно, когда все вакансии были уже заняты. Надеясь, что ссылка на высокую квалификацию может дать еще один шанс, он повторил заявку с припиской: «P. S. Я был одним из получателей Нобелевской премии в 1986 году за открытие факторов роста». (Потом он признался журналисту, что обычно так не поступает и ссылается на премию только когда действительно хочет привлечь внимание [60].)

Постскриптум сработал. Координатор программы «Альянс ученый – учитель», которая реализовалась Университетом Аризоны с целью внедрения в начальной и средней школе принципа «обучение через исследование» и предполагала объединение талантов и опыта школьных преподавателей и настоящих ученых, организовала встречу Коэна с учительницей, также опоздавшей подать заявку, и весной 2002 г. началось их сотрудничество.

Каждый понедельник, 81-летний Нобелевский лауреат посещал два урока естествознания для семиклассников в Пистор Миддл Скул в Тусоне. Он не преподавал школьные предметы, но как мудрый наставник разъяснял ученикам сущность и результаты выполненных ими опытов, служил будущим исследователям образцом для подражания, а иногда просто был «добрым дедушкой». Даже мальчишка, шею которого, как у отъявленного панк-рокера, венчал ошейник с висячим замком и цепью, на голове стояли торчком покрытые лаком пучки волос, а запястья украшали многочисленные кожаные браслеты-«фенечки», увлеченно, бок о бок с нобелистом, выполнял биологические опыты (они запечатлены на фото, опубликованном в бюллетене Медицинского института Говарда Хьюза [60]). Как отмечали преподаватель и ученики, их общение с титулованным «коллегой» стало одним из самых волнующих впечатлений за семь школьных лет.

По-настоящему рад был и седовласый профессор, который теперь старался не упускать любой представившейся возможности пообщаться со школьниками.

Так, будучи в декабре 2007 г. в Медицинском центре Университета Вандербильта, где в рамках ежегодных чтений он выступил с лекцией «Происхождение факторов роста: ФРН и ЭФР», в насыщенном графике встреч с друзьями и коллегами Стэнли выкроил время, чтобы встретиться с девятиклассниками из школы наук и математики при университете. И с учениками средней школы из сельской глубинки Арканзаса – участниками реализуемой университетом программы «Aspirnaut Initiative», призванной помочь ускоренной подготовке в области науки, технологии, инженерии и математики представителей сельских и экономически неблагополучных районов, а также этнических меньшинств. А летом 2009 г.

он выступил с лекцией перед новой группой «аспирантов» (это запатентованное название расшифровывается как «учащийся, который стремится, ищет и добивается»), участниками программы «Экспедиция в мир животных».

Хоть и реже, но и сегодня Нобелевского лауреата можно встретить в учебных аудиториях Университета Вандербильта. С 2010 г. в расписание занятий студентов-первокурсников по курсу «Молекулярные основы медицины» в конце сентября включается его часовая лекция «Открытие факторов роста». Как и «обеденные» семинары на кафедре А. Кронберга, запомнившиеся профессору Коэну своей непринужденностью и полезностью, она начинается ровно в 12.00 и проводится в форме «обеда с лауреатом». Не стала исключением для 89-летнего нобелиста и пятница 30 сентября 2011 г. Возможно, и в этот день свою встречу со студентами умудренный богатым жизненным опытом всемирно известный ученый завершил словами: «Делайте то, чем вы увлечены. Если вы чем-то заинтересованы, то преуспеете в этом. А все остальное приложится» [9].

\* \* \*

Стэнли Коэн – яркий пример ученого и педагога, посвятившего свою жизнь поискам научной истины, получению и распространению новых знаний о природе и человеке. Его фундаментальные открытия – итог тысяч и тысяч часов напряженной работы в лаборатории, результат глубокого, тщательного и всестороннего изучения биохимических процессов в сотнях различных биологических образцов и на разных уровнях организации жизни.

Он руководствовался в работе логикой научного поиска и доведенной до совершенства способностью замечать и интерпретировать как характерные, так и порой кажущиеся случайными (с обыденной точки зрения – бесполезными) черты в изучаемых явлениях. Результаты его экспериментов не обладают сиюминутной практической значимостью (какая польза человечеству от раннего прорезывания зубов у грызунов?), он не отвлекался от исследований, чтобы превратить свои открытия в новые материалы, технологии или продукты с ценными потребительскими свойствами. Это делали другие исследователи и разработчики, в руки которых ученый-первооткрыватель дал новые знания о живом организме, сулящие огромные выгоды от их научного и практического использования. Некоторые из них уже воплощены в эффективных методах лечения многих заболеваний, новейших средствах и изделиях медицинского назначения.

Именно за основополагающие открытия, сыгравшие ключевую роль в научной разработке и предоставлении медикам новых мишеней для химиотерапии злокачественных опухолей, в январе 2007 г. имя Стэнли Коэна занесено в Зал славы Национального института детского здоровья и развития человека имени Юнис Кеннеди Шрайвер. В институте, созданном Конгрессом в 1962 г. и носящем имя младшей сестры 35-го президента США Джона Ф. Кеннеди, уровень научных достижений Коэна знают хорошо: с 1963 г. ему на протяжении 36 лет выделяли и неоднократно пролонгировали исследовательские гранты [12]. Обращаясь

к Стэнли на церемонии открытия таблицы с его именем в Зале славы, директор Национального института подчеркнул: «Мы чествуем Вас как человека, чьи поиски знания шли трудным путем, но ваши настойчивость и блестящие успехи открыли фундаментальные тайны жизни, способствующие улучшению здоровья всех людей». С этим утверждением нельзя не согласиться.

### Литература

1. Levi-Montalcini R. Elogio dell'imperfezione. Milano, 2010. – 289 p.
2. Cohen S. Личная переписка с автором (9 мая 2010 г.).
3. Soloway H. The Solovachik Family // [Electronic resource]. – 1995. – Mode of access: <http://pages.uoregon.edu/rkimble/Mirweb/soloway.html>. – Date of access: 30.11.2011.
4. Cohen S. Личная переписка с автором (27 сентября 2010 г.).
5. Stanley Cohen, Factoring the Growth of Cells // Haven K. F., Clark D. L. 100 Most Popular Scientists for Young Adults: Biographical Sketches and Professional Paths. Englewood, 1999. P. 111–115.
6. Cohen S. Origins of Growth Factors: NGF and EGF // J. Biol. Chem. 2008. Vol. 283, N 49. P. 33793–33797.
7. Касцюкович М. М. Перл Марцін Льюїс // Беларус. энцыклапедыя: У 18 т. Мінск, 2001. Т. 12. С. 294.
8. Gleick J. Holdout On Big Science: Stanley Cohen // New York Times. October 14, 1986. P. C3.
9. Snyder B. Cohen's visit brings alive wonder, power of science // Reporter: Vanderbilt Medical Center's Weekly Newspaper. December 7–14, 2007.
10. Cohen S. A study of fatty acid dehydrogenation using homogenized rat tissue. Thesis (M. A.). Oberlin College, 1945. – 66 p.
11. Cohen S., Lewis H. B. The nitrogenous metabolism of the earthworm (*Lumbricus terrestris*) // J. Biol. Chem. 1949. Vol. 180, N 1. P. 79–91.
12. Cohen Inducted into NICHD Hall of Honor // NIH Record. 2007. Vol. LIX, N 10. P. 1, 4.
13. **Cohen S. The Nitrogenous Metabolism of the Earthworm. Ph. D. Thesis. University of Michigan, 1949. – 108 p.**
14. Cohen S., Frazier R. G., Gordon H. H. Metabolism of creatine and guanidoacetic acid in premature and full-term infants // Am. J. Dis. Child. 1953. Vol. 86, N. 6. P. 752–766.
15. Геркен Г. Братство бомбы. Подробная и захватывающая история создания оружия массового поражения. М., 2008. – 608 с.
16. Cohen S. The metabolism of  $C^{14}O_2$  during amphibian development // J. Biol. Chem. 1954. Vol. 211, N 1. P. 337–354.
17. Калюнов В. Н. Фактор роста нервной ткани. Минск, 1984. – 216 с.
18. Viktor Hamburger // The History of Neuroscience in Autobiography / Ed. by L. R. Squire. Washington, 1996. Vol. 1. P. 222–250.
19. Viktor Hamburger. Interview by Dale Purves, June 30, 1983 // Oral History Project [Electronic resource]. – Washington University School of Medicine, 2009. – Mode of access: <http://beckerexhibits.wustl.edu/oral/interviews/hamburger.html>. – Date of access: 30.11.2011.
20. **Bueker E. D. Implantation of tumors in the hind limb field of the embryonic chick and the developmental response of the lumbosacral nervous system // Anat. Rec. 1948. Vol. 102, N 3. P. 369–389.**
21. Abbott A. Neuroscience: One Hundred Years of Rita // Nature. 2009. Vol. 458, N 2. P. 564–567.
22. Yount L. Rita Levi-Montalcini: Discoverer of Nerve Growth Factor. N. Y., 2009. – 150 p.
23. Levi-Montalcini R. Effects of mouse tumor transplantation on the nervous system // Ann. N. Y. Acad. Sci. 1952. Vol. 55, N 2. P. 330–343.
24. Levi-Montalcini R., Meyer H., Hamburger V. *In Vitro* Experiments on the Effects of Mouse Sarcomas 180 and 37 on the Spinal and Sympathetic Ganglia of the Chick Embryo // Cancer Res. 1954. Vol. 14, N 1. P. 49–57.

25. Cohen S., Levi-Montalcini R., Hamburger V. A Nerve Growth-Stimulating Factor Isolated from Sarcomas 37 and 180 // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1954. Vol. 40, N 10. P. 1014–1018.
26. Cohen S., Levi-Montalcini R. A Nerve Growth-Stimulating Factor Isolated from Snake Venom // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1956. Vol. 42, N 9. P. 571–574.
27. Cohen S. Purification and Metabolic Effects of a Nerve Growth-promoting Protein from Snake Venom // *J. Biol. Chem.* 1959. Vol. 234, N 5. P. 1129–1137.
28. Cohen S. Purification of a Nerve-Growth Promoting Protein from the Mouse Salivary Gland and its Neuro-Cytotoxic Antiserum // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1960. Vol. 46, N 3. P. 302–311.
29. Калюнов В. Н. Биология фактора роста нервной ткани. Минск, 1986. – 208 с.
30. Aloe L., Miesera A. Nerve Growth Factor: Basic Findings and Clinical Trials // *Biomedical Reviews*. 1999. Vol. 10. P. 3–14.
31. McGrady S. B. Nobel Prize Women in Science: Their Lives, Struggles, and Momentous Discoveries. 2nd ed. Washington, 2001. P. 201–224.
32. Aherart-Treichel J. NGF May Hold the Key – but to What? // *Science News*. 1977. Vol. 111, N 21. P. 330–335.
33. Cunningham L. W. *Biochemistry At Vanderbilt. 1953–2003: A Personal View*. Bloomington, 2004. – 219 p.
34. Cohen S. Isolation of a Mouse Submaxillary Gland Protein Accelerating Incisor Eruption and Eyelid Opening in the New-born Animal // *J. Biol. Chem.* 1962. Vol. 237, N 5. P. 1555–1562.
35. Cohen S. Origins of Growth Factors: NGF and EGF // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 2004. Vol. 1038. P. 1–5.
36. Cohen S., Elliott G. A. The Stimulation of Epidermal Keratinization by a Protein Isolated from the Submaxillary Gland of the Mouse // *J. Invest. Dermatology*. 1963. Vol. 40, N 1. P. 1–5.
37. Cohen S. Nobel Lecture. Epidermal Growth Factor // *Bioscience Reports*. 1986. Vol. 6, N 12. P. 1017–1028.
38. Cohen S. The Stimulation of Epidermal Proliferation by a Specific Protein (EGF) // *Develop. Biol.* 1965. Vol. 12, N 3. P. 394–407.
39. Cohen S. Epidermal growth factor // *J. Invest. Dermatology*. 1972. Vol. 59, N 1. P. 13–16.
40. Taylor J. M., Mitchell W. M., Cohen S. Epidermal growth factor. Physical and chemical properties // *J. Biol. Chem.* 1972. Vol. 247, N 18. P. 5928–5934.
41. Cohen S., Savage C. R., Jr. Recent Studies on the Chemistry and Biology of Epidermal Growth Factor // *Recent Progress in Hormone Research / Ed. by R. O. Greep*. N. Y., 1974. Vol. 30. P. 551–574.
42. Savage C. R., Jr., Cohen S. Epidermal Growth Factor and a New Derivative. Rapid Isolation Procedures and Biological and Chemical Characterization // *J. Biol. Chem.* 1972. Vol. 247, N 23. P. 7609–7611.
43. Cohen S., Savage C. R., Jr. Process for the preparation of epidermal growth factor and new derivative using cross-linked polyacrylamide gel at a pH of 1–3. U. S. Patent 3,948,875. April 6, 1976.
44. **Savage C. R., Jr., Inagami T., Cohen S. The Primary Structure of Epidermal Growth Factor** // *J. Biol. Chem.* 1972. Vol. 247, N 23. P. 7612–7621.
45. Никольский Н. Н., Соркин А. Д., Соркин А. Б. Эпидермальный фактор роста. Л., 1987. – 200 с.
46. Cohen S., Carpenter G. Human Epidermal Growth Factor: Isolation and Chemical and Biological Properties // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1975. Vol. 72, N 4. P. 1317–1321.
47. **Gregory H. Isolation and structure of urogastron and its relationship to epidermal growth factor** // *Nature*. 1975. Vol. 257, N 5524. P. 325–327.
48. Cohen S. EGF and Its Receptor: Historical Perspective // *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia*. 1997. Vol. 2, N 2. P. 93–96.
49. Cohen S., Uchiro H., Stoscheck C., Chinkers M. A Native 170,000 Epidermal Growth Factor Receptor-Kinase Complex from Shed Plasma Membrane Vesicles // *J. Biol. Chem.* 1982. Vol. 257, N 3. P. 1523–1531.

50. Epidermal Growth Factor: Methods and Protocols / Eds. by T. B. Patel, P. J. Bertics. Totowa, New Jersey, 2006. – 208 p.
51. Steinbrock R. 2 Americans Win Nobel Prize for Medical Discovery // Los Angeles Times. October 14, 1986. Vol. 105. P. 1.
52. Zuckerman H. Scientific elite: Nobel laureates in the United States. New Brunswick, 1996. – 335 p.
53. Press Release: The 1986 Nobel Prize in Physiology or Medicine. The Nobel Assembly at the Karolinska Institute, 13 October 1986.
54. American scientists win Nobel Prize for medical work // Daily Record (Ellensburg). October 13, 1986. Vol. 85, N 243. P. 6.
55. Biologists Share Nobel Prize // The Hour. October 13, 1986. Vol. 116, N 239. P. 2.
56. Stanley Cohen. Nobel Prize winner is 'unassuming, modest' // The Southeast Missourian. October 14, 1986. Vol. 83, N 10. P. 58.
57. Marx J. L. The 1986 Nobel Prize for physiology or medicine // Science. 1986. Vol. 234, N 4776. P. 543–544.
58. Cowan W. M. Viktor Hamburger and Rita Levi-Montalcini: The Path to the Discovery of Nerve Growth Factor // Annu. Rev. Neurosci. 2001. Vol. 24. P. 551–600.
59. Foyen L. Key to growth two win Nobel for cell work // The Times Union (Albany). October 14, 1986. P. A1.
60. Mulrad P. Have Nobel, Will Mentor // HHMI Bulletin. 2003. Vol. 16, N 3. P. 33.

**ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ  
«ВЕСТНИК ФОНДА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»  
В 2011 г.**

№ Стр.

**ДЕНЬ БЕЛОРУССКОЙ НАУКИ**

Поздравление Президента Республики Беларусь с Днем белорусской науки ..... 1 5

**ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФОНДА**

**Орлович В. А.** О работе Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в 2010 году и о перспективах деятельности на 2011 год (Отчетный доклад на расширенном заседании Научного совета БРФФИ 8 апреля 2011 г.) ..... 2 9

**Прокошин В. И.** Адресная поддержка инициативы ученых – во благо инновационного развития Беларуси ..... 2 27

Соглашение о взаимодействии Министерства образования Республики Беларусь и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в области науки и научно-инновационной деятельности ..... 3 9

Протокол договоренности о планируемой тематике, сроках проведения и объемах финансирования совместного тематического конкурса «БРФФИ – Минобразование-2012М» на основании Соглашения о взаимодействии Министерства образования Республики Беларусь и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в области науки и научно-инновационной деятельности ..... 3 12

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ**

Постанова Савета Міністраў Рэспублікі Беларусь «Аб унясенні змяненняў і дапаўненняў у склады навуковага савета і папячыцельскага савета Беларускага рэспубліканскага фонду фундаментальных даследаванняў» ад 29.09.2011 № 1305 ... 4 5

Склад навуковага савета БРФФД ..... 4 6

Склад папячыцельскага савета БРФФД ..... 4 10

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ**

Протокол 8-го заседания Совместной комиссии НЦНИ и НАН Беларуси ..... 1 6

Протокол рабочей встречи представителей Российского фонда фундаментальных исследований и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований ..... 2 133

Протокол рабочей встречи руководителей Российского гуманитарного научного фонда и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований ..... 2 134

Протокол по результатам переговоров Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Вьетнамской академии наук и технологий ..... 2 135

Протокол договоренности о планируемой тематике и сроках проведения совместного конкурса исследовательских проектов «БРФФИ–НТФМ-2012» на основании Соглашения о сотрудничестве между Научно-технологическим фондом Монголии и Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований ..... 3 13

Працoкол аб намерах па навуковым супрацоўніцтве паміж Беларускім рэспубліканскім фондам фундаментальных даследаванняў і Фондам развіцця навукі пры Прэзідэнце Азербайджанскай Рэспублікі .....	3	14
--	---	----

#### ПОДДЕРЖКА НАУКИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

<b>Кривошеева А. В., Борисенко В. Е., Лаззари Ж.-Л., Арно д'Авитая Ф.</b> Белорусско-французское сотрудничество в области новых материалов для электроники .....	3	75
<b>Войтов И. В., Шумейко Н. М.</b> XI Международная Гомельская школа-семинар «Актуальные проблемы физики микромира» .....	4	104
VI Форум творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ .....	4	107
Резолюция VI Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ .....	4	108

#### ИТОГИ КОНКУРСОВ

Перечень международных научно-технических проектов «ГКНТ–Литва» .....	1	8
Конкурс совместных научных проектов БРФФИ и Национального центра научных исследований Франции «БРФФИ–НЦНИ-2011» .....	1	12
Конкурс совместных научных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Вьетнамской академии наук и технологий «БРФФИ–ВАНТ-2011» .....	1	15
Конкурс проектов фундаментальных и поисковых исследований БРФФИ «Наука-2011» .....	2	33
Объединенный республиканский конкурс БРФФИ «Наука (НАНБ-вузы)-2011» .....	2	47
Конкурс на соискание грантов БРФФИ для молодых ученых «Наука М-2011» .....	2	57
Конкурс совместных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Государственного фонда фундаментальных исследований Украины «БРФФИ–ГФФИУ-2011» ...	2	76
Конкурс совместных научных проектов БРФФИ и Российского гуманитарного научного фонда «БРФФИ–РГНФ-2011» .....	2	88
Совместный тематический конкурс БРФФИ и Российского гуманитарного научного фонда по научным проблемам древнего Полоцка «БРФФИ – РГНФ «Полоцк»-2011» .....	2	91
Совместный трехсторонний межрегиональный конкурс в приграничных Гомельской, Брянской и Черниговской областях на проведение фундаментальных исследований по научным проблемам последствий чернобыльской катастрофы «БРФФИ–РФФИ–ГФФИУ-2011» .....	2	93
Конкурс выполняемых в контакте с зарубежными учеными проектов фундаментальных исследований БРФФИ «Наука МС-2011» .....	2	95
Совместный тематический конкурс исследовательских проектов БРФФИ и Объединенного института ядерных исследований «БРФФИ–ОИЯИ-2011» .....	2	101
Конкурс совместных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Научно-технологического фонда Монголии «БРФФИ–НТФМ-2011» .....	2	103
Совместный тематический конкурс БРФФИ и Витебского областного исполнительного комитета фундаментальных и прикладных научных исследований по проблемам Витебской области «БРФФИ–Витебск-2011» .....	2	104
Конкурс совместных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Государственного комитета по науке Министерства образования и науки Республики Армения «БРФФИ–ГКН Арм-2011» .....	3	61
Перечень международных научно-технических проектов «ГКНТ–Польша» .....	3	65
Перечень международных научно-технических проектов «ГКНТ–Украина» .....	3	67
Перечень международных научно-технических проектов «ГКНТ–Сербия» .....	3	69
Перечень научных трудов, изданных при финансовой поддержке БРФФИ в 2010 г. ...	3	72
Перечень республиканских и международных научных мероприятий, поддержанных БРФФИ в 2010 г. ....	3	73

**КОНКУРСЫ БРФФИ: НОРМАТИВНАЯ БАЗА**

Условия конкурса совместных научных проектов БРФФИ и Национального центра научных исследований Франции «БРФФИ–НЦНИ (PICS)-2012» .....	1	17
Конкурс на проведение белорусско-французских семинаров в 2011–2012 гг. ....	1	23
Условия конкурса совместных научных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Вьетнамской академии наук и технологий «БРФФИ–ВАНТ-2012» .....	1	25
Положение о конкурсах БРФФИ на 2011–2012 годы .....	2	106
Условия республиканского конкурса проектов фундаментальных и поисковых исследований БРФФИ «Наука-2012» .....	2	113
Условия конкурса на соискание грантов БРФФИ для молодых ученых «Наука М-2012» .....	2	118
Условия конкурса выполняемых в контакте с зарубежными учеными проектов фундаментальных исследований БРФФИ «Наука МС-2012» .....	2	122
Условия конкурса БРФФИ на соискание грантов развития «Ученый-2012» .....	2	128
Условия конкурса совместных научных проектов БРФФИ и Российского гуманитарного научного фонда «БРФФИ–РГНФ-2012» .....	3	16
Условия совместного двустороннего межрегионального конкурса в приграничных Витебской, Могилевской, Псковской и Смоленской областях на проведение фундаментальных исследований по приоритетным для Российской Федерации и Республики Беларусь научным проблемам общественно-гуманитарного и экономического профиля «БРФФИ–РГНФ (ПР)-2012» .....	3	22
Условия конкурса совместных проектов БРФФИ и Российского фонда фундаментальных исследований «БРФФИ–РФФИ-2012» .....	3	27
Условия объединенного республиканского конкурса БРФФИ «Наука (НАНБ-вузы)-2012» .....	3	33
Условия конкурса совместных научных проектов БРФФИ и Румынской академии «БРФФИ–РА-2012» .....	3	37
Условия совместного тематического конкурса исследовательских проектов БРФФИ и Объединенного института ядерных исследований «БРФФИ–ОИЯИ-2012» .....	3	43
Условия конкурса совместных проектов БРФФИ и Научно-технологического фонда Монголии «БРФФИ–НТФМ-2012» .....	3	48
Условия конкурса БРФФИ на соискание грантов финансовой поддержки ученых – авторов монографий для их издания на 2011–2012 годы .....	3	54
Условия конкурса БРФФИ на соискание грантов финансовой поддержки участия ученых в зарубежных научных мероприятиях на 2011–2012 годы .....	3	56
Условия конкурса БРФФИ на соискание грантов финансовой поддержки республиканских и международных научных мероприятий на 2011–2012 годы .....	3	58

**НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ**

<b>Кабашникова Л. Ф., Абрамчик Л. М., Макаров В. Н., Зеневич Л. А., Черленок Ю. И., Козловская З. Я., Устинов В. Н., Савченко Г. Е.</b> Характеристика пигментного аппарата интродуцированных сортов винограда .....	1	30
<b>Кожевников М. М., Ульянов Н. И., Субоч С. Н.</b> Планирование траекторий сборочно-сварочных роботов-манипуляторов в рабочей среде с препятствиями .....	1	44
<b>Сыса А. Г., Киселев П. А., Жабинский В. Н., Хрипач В. А.</b> Взаимосвязь структура-функция при оценке антипролиферативной активности брассиностероидов в отношении раковых клеток молочной железы MCF-7 .....	1	56
<b>Маренкин С. Ф., Федорченко И. В., Кочура А. В., Трухан В. М., Лобановский Л. С., Шёлковая Т. В.</b> Магнитные свойства эвтектического сплава системы InSb–MnSb .....	1	64
<b>Рупасова Ж. А., Гаранович И. М., Шпитальная Т. В., Василевская Т. И., Варавина Н. П., Криницкая Н. Б.</b> Особенности накопления органических кислот, терпеноидов и углеводов в плодах сортов кизила настоящего ( <i>Cornus mas. L.</i> ) украинской селекции при интродукции в условиях Беларуси .....	1	72

<b>Боровой А. А., Шароваров Г. А.</b> Проблемы чернобыльского объекта «Укрытие» .....	1	84
<b>Лапицкая О. В.</b> Экологическое обоснование спелости березовых и осиновых древостоев .....	1	92
<b>Черноус Е. А., Бутвиловский В. Э., Бутвиловский А. В.</b> О сходстве стратегий кодирования митохондриальных белков человека и трихинеллы в условиях коэволюции их геномов .....	2	136
<b>Коктыш И. В., Зафранская М. М., Бойко Ю. Н.</b> Влияние IL-1 $\beta$ на GAD-индуцируемый иммунный ответ лимфоцитов периферической крови у детей с семейной предрасположенностью к сахарному диабету 1 типа .....	2	149
<b>Липинская Т. П., Гигиняк И. Ю.</b> Влияние зарегулирования речного стока на структурные показатели зообентосных сообществ в системе «река–водохранилище–река» .....	2	160
<b>Канделинская О. Л., Грищенко Е. Р., Обуховская Л. В., Мاستибротская И. П., Масловский О. М., Таганович А. Д., Девина Е. А., Принькова Т. Ю., Шман Т. В., Шуканова Н. А., Голубков В. В.</b> Лектины лекарственных растений дикорастущей флоры Беларуси: перспективы использования .....	2	169
<b>Витязь П. А., Сеньют В. Т., Хейфец М. Л., Колмаков А. Г. Баранов Е. Е., Цоохуу Х., Энхтур Л.</b> Влияние термобарической обработки на макро-, мезо- и микроструктуру углеродных материалов шунгитовой породы .....	3	80
<b>Боровой А. А., Шароваров Г. А.</b> Ядерная безопасность объекта «Укрытие» .....	3	89
<b>Конон П. Н., Шпортко В. В.</b> Исследования плоских и осесимметричных слоев жидкости, неподвижных относительно внутренней поверхности вращающегося цилиндра .....	3	98
<b>Докторов В. В., Ильющенко А. Ф., Мазюк В. В., Мороз А. Л., Шаповал А. А.</b> Особенности спекания пористых порошково-волоконных структур .....	3	111
<b>Попеску А. М., Константин В., Ольтеану М., Демиденко О. Ф., Янушкевич К. И.</b> Рентгенографические исследования кристаллической структуры электроосажденных Ag, Sn, Ni из ионных жидкостей на медные подложки .....	3	121
<b>Синелёв В. А., Бабенко А. С., Свирид А. В., Шкель Т. В.</b> Взаимосвязь физической работоспособности человека с полиморфизмом генов, определяющих показатели гемодинамики .....	4	57
<b>Багинский Ф. В.</b> Новые гены – маркеры рассеянного склероза у пациентов, проживающих в Гомельской области .....	4	67
<b>Пликус О. А., Опанасенко О. Н., Крутько Н. П., Жигалова О. Л.</b> Оценка агрегативной устойчивости бутадиен-стирольного латекса в присутствии неорганических электролитов методом электрофореза .....	4	77
<b>Василевский Л. Л., Жук И. В., Карабанов А. К., Конопелько М. В., Лукашевич Ж. А., Матвеев А. В., Ярошевич О. И.</b> Мониторинг радона в воздухе зданий на потенциально радоноопасных территориях Гродненской области .....	4	86
<b>Арабей С. М., Крепен К., Шафизаде Н., Чин В., Гало Ж.-П., МакКэффри Д. Г.</b> Спонтанное и стимулированное излучение молекулами тетрабензопорфина в матрице азота .....	4	93
<b>НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ</b>		
<b>Кушнир В. Н., Прищепа С. Л.</b> Тонкопленочные гетероструктуры сверхпроводник–ферромагнетик .....	1	101
<b>ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ АКАДЕМИЙ НАУК</b>		
<b>Патон Б. Е.</b> Международная ассоциация академий наук в 2006–2011 гг.: основные итоги деятельности и дальнейшие перспективы .....	4	12
Соглашение о сотрудничестве между Международной ассоциацией академий наук и Евразийской ассоциацией университетов .....	4	34

Постановление от 22 октября 2011 г. № 218 «Об основных результатах деятельности МААН с октября 2006 г. по октябрь 2011 г. и дальнейших перспективах» .....	4	36
Постановление от 22 октября 2011 г. № 219 «О работе Международного совета Международной программы стран СНГ «Современные проблемы радиобиологии: наука и практика» .....	4	41
Постановление от 22 октября 2011 г. № 220 «О деятельности Международной ассоциации институтов истории стран СНГ в 2006–2011 гг.» .....	4	43
Постановление от 22 октября 2011 г. № 221 «О поддержке Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ мероприятий МААН» .....	4	45
Борис Патон: «Академическая форма организации науки полностью себя оправдывает» .....	4	47

#### ЮБИЛЕИ ИЗВЕСТНЫХ УЧЕНЫХ

Петр Александрович Витязь: ученый, руководитель, учитель и человек (к 75-летию со дня рождения) .....	3	126
---	---	-----

#### ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Костюкович Н. Н. Первооткрыватель факторов роста и Нобелевский лауреат Стэнли Коэн .....	4	112
--	---	-----

ВЕСТНИК ФОНДА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, № 4, 2011

*на русском и белорусском языках*

Редактор Т. П. Петрович

Компьютерная верстка О. Л. Смольская

Подписано в печать 14.12.2011. Выход в свет 21.12.2011. Формат 70 × 100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 12,2. Уч.-изд. л. 10,3. Тираж 156 экз. Заказ 302.

Цена номера: индивидуальная подписка – 18580 руб.; ведомственная подписка – 18657 руб.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».  
ЛИ № 02330/0494405 от 27.03.2009. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, Минск.