

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

Издается с III квартала 1997 г.



№ 4 [50], 2009

**ВЕСТНИК
ФОНДА
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

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»

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

Н. Н. Бамбалов

А. В. Бильдюкевич

П. А. Витязь

И. В. Гайшун

М. И. Демчук

А. К. Карабанов

А. В. Кильчевский

А. В. Кухарев

П. Д. Кухарчик

А. И. Лесникович

А. А. Махнач

А. Г. Мрочек

М. И. Мушинский

П. Г. Никитенко

В. Н. Новиков

В. П. Пархоменко

Б. А. Плотников

В. И. Прокошин

В. И. Стражев

Л. М. Томильчик

Ю. С. Харин

Л. В. Хотылева

И. И. Цыркун

В. Н. Шимов

Минск, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФОНДА

Соглашение о взаимодействии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в области науки и научно-инновационной деятельности	9
Протокол договоренности о планируемой тематике, сроках проведения и объемах финансирования совместного тематического конкурса «БРФФИ–Минсельхозпрод-2010» на основании Соглашения о взаимодействии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в области науки и научно-инновационной деятельности	12
Харитонов Е. М., Карпейчик С. В. От фундаментальных исследований – к практическим результатам	13

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ АКАДЕМИЙ НАУК

Патон Б. Е. Об основных результатах деятельности МААН (декабрь 2008 г. – сентябрь 2009 г.).....	20
Протокол совещания руководителей государственных организаций по науке и технике с участием представителей МААН (выписка)	32
Перечень международных научных центров, создаваемых на базе уникальных научных комплексов, расположенных на территории государств – участников СНГ.....	33
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 196 «Об основных результатах деятельности МААН (декабрь 2008 г. – сентябрь 2009 г.)»	34
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 197 «О Соглашении о сотрудничестве в создании Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ»	37
Соглашение о сотрудничестве в создании Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ.....	37
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 198 «О Соглашении между МААН и РНЦ «Курчатовский институт»	41
Соглашение о сотрудничестве Международной ассоциации академий наук и Российского научного центра «Курчатовский институт»	42
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 199 «О деятельности Совета по книгоизданию при МААН».....	47
Положение о Международном конкурсе «Научная книга» МААН на лучший научно-издательский проект	48
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 201 «О Меморандуме о взаимопонимании и намерениях между МААН и Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ»	52
Меморандум о взаимопонимании между Международной ассоциацией академий наук и Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников Содружества Независимых Государств	52
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 202 «О совместных проектах МААН и МФГС» ...	54
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 203 «О Научном совете по науковедению».....	56
Основные задачи и направления деятельности Научного совета по науковедению, его структура	57
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 205 «О награждении серебряной медалью МААН «За содействие развитию науки»	58
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 206 «О подготовке плана мероприятий МААН» ..	59
Предложения к плану мероприятий, проводимых по линии МААН в 2010 г.....	59

Постановление от 23 сентября 2009 г. № 207 «О предложении ректора МГУ академика РАН В. А. Садовниченко».....	61
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 208 «О проекте Резолюции IV Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ в связи с 65-летием Победы в Великой Отечественной войне».....	62
Резолюция IV Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников Содружества Независимых Государств в связи с 65-й годовщиной Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов.....	62
Обращение Международной ассоциации академий наук к главам государств – участников СНГ.....	65

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Бенедиктович А. И., Феранчук И. Д. Динамическая теория дифракции рентгеновского излучения на частично релаксированных структурах.....	67
Титовец Э. П., Пархач Л. П. Действие ингибиторов аквапоринов на характер осцилляций внутрисосудистого и внутричерепного давления.....	86
Михалевич А. А., Фисенко С. П. Стохастическое прогнозирование энергобезопасности страны.....	93
Кушнир В. Н., Прищепа С. Л. Критическая температура и микроскопические параметры многослойных наноструктур сверхпроводник/нормальный металл.....	99
Багинский В. Ф. Закономерности динамики и структуры древесного отпада в хвойных лесах Беларуси.....	110
Гилеп И. Л., Иванчикова Н. Н., Рыбина И. Л., Гилеп А. А. Взаимосвязь структурного полиморфизма гена CYP17 (C/T-34) с биохимическими и биоэнергетическими характеристиками человека.....	118
Перечень материалов, опубликованных в журнале «Вестник Фонда фундаментальных исследований» в 2009 г.	127

Национальная академия наук Беларуси

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

Issued since the 3rd quarter of 1997



N 4 [50], 2009

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. Nedił'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. Tsyrukun
A. I. Lesnikovich	P. A. Vityaz
A. A. Makhnach	

Minsk, 2009

CONTENTS

THE FOUNDATION ACTIVITIES

The Agreement on Cooperation of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus and the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research in the field of science and scientific-innovative activity	9
The Protocol of agreement on the proposed topics, terms and level of funds for joint thematic competition «BRFFR – Ministry of Agriculture-2010» on the basis of the Agreement on Cooperation between the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus and the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research in the field of science and scientific-innovative activity	12
Haritonov E. M., Karpeichik S. V. From fundamental research – to the practical results.....	13

THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ACADEMIES OF SCIENCE ACTIVITIES

Paton B. Ye. On the main results of the International Association of Academies of Sciences activities (December, 2008 – September, 2009)	20
Minutes of the meeting of heads of state organizations on science and technology with the participation of representatives of the International Association of Academies of Sciences (excerpt)	32
A list of international scientific centers established on the basis of unique scientific facilities situated on the territory of the CIS Member States.....	33
The Decision No. 196 of September 23, 2009 «On the main results of IAAS activities (December 2008 – September 2009)»	34
The Decision No. 197 of September 23, 2009 «On the Agreement on cooperation in the establishment of the International Innovative Nanotechnology Center of the CIS countries»	37
The Agreement on cooperation in the establishment of the International Innovative Nanotechnology Center of the CIS countries.....	37
The Decision No. 198 of September 23, 2009 «On the Agreement between IAAS and RRC «Kurchatov Institute»	41
The Agreement on cooperation of the International Association of Academies of Sciences and Russia Research Center «Kurchatov Institute»	42
The Decision No. 199 of September 23, 2009 «On the activities of the Council on Book Publishing under IAAS»	47
Rules of the International Competition «Scientific Book» of the International Association of Academies of Sciences for the best scientific-publishing project	48
The Decision No. 201 of September 23, 2009 «On the Memorandum of Understanding and Intent between IAAS and the Interstate Fund for Humanitarian Cooperation of the CIS Member States»	52
The Memorandum of Understanding between the International Association of Academies of Sciences and the Interstate Fund for Humanitarian Cooperation of the States – Members of the Commonwealth of Independent States	52
The Decision No. 202 of September 23, 2009 «On joint projects and IAAS and IFHC».....	54
The Decision No. 203 of September 23, 2009 «On the Scientific Council on the science of science»	56
The main objectives and directions of activities of the Scientific Council on the science of science, its structure	57
The Decision No. 205 of September 23, 2009 «On awarding the IAAS Silver Medal «For Promoting the Development of Science»	58
The Decision No. 206 of September 23, 2009 «On preparation of the plan of measures of IAAS»	59

Proposals to the plan of measures undertaken by IAAS in 2010.....	59
The Decision No. 207 of September 23, 2009 «On the proposition made by the Rector of Moscow State University, RAS Academician V. A. Sadovnichy».....	61
The Decision No. 208 of September 23, 2009 «On the draft Resolution IV of the Forum of creative and scientific intelligentsia of states – participants of the CIS in connection with the 65th anniversary of the Victory in Great Patriotic War».....	62
The Resolution IV of the Forum of creative and scientific intelligentsia of states – participants of the Commonwealth of Independent States in connection with the 65th anniversary of the Victory in Great Patriotic War of 1941–1945.....	62
Message from the International Association of Academies of Sciences to the heads of states – participants of CIS.....	65

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Benediktovitch A. I., Feranchuk I. D. A dynamical theory for x-ray diffraction from partially relaxed layers.....	67
Titovets E. P., Parkhach L. P. Effect of aquaporin inhibition on oscillations of intravascular and intracranial pressure.....	86
Mikhalevich A. A., Fisenko S. P. Stochastic prediction of the energy security of a country.....	93
Kushnir V. N., Prischepa S. L. The critical temperature and microscopical parameters of superconductor/normal metal multilayers.....	99
Baginsky V. F. Patterns of the dynamics and structure of dead wood in coniferous forest stands in Belarus.....	110
Gilep I. L., Ivanchikova N. N., Rybina I. L., Gilep A. A. Interrelation of structural (C/T-34) polymorphism of human gene CYP17 with biochemical and bionergetics characteristics of the organism.....	118
A list of materials published in the journal «Vestnik of the Foundation for Fundamental Research» in 2009.....	127

Национальная академия наук Беларуси

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФОНДА

СОГЛАШЕНИЕ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в области науки и научно-инновационной деятельности

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (далее – Минсельхозпрод), в лице министра профессора Шапиро Семена Борисовича, и Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований (далее – Фонд), в лице председателя Научного совета Фонда академика Орловича Валентина Антоновича, именуемые далее Сторонами, пришли к следующему Соглашению.

1. Общие положения

1.1. Стороны, учитывая взаимную заинтересованность в развитии и поддержке уникального научно-технического потенциала Республики Беларусь, его использовании для экономического, социального и культурного развития страны, а также признавая важность интеграции фундаментальных и прикладных научных исследований, широкого использования их результатов для создания новых технологий и современной техники, будут развивать взаимовыгодное сотрудничество в сфере реализации государственной научно-технической политики.

1.2. Стороны руководствуются Конституцией Республики Беларусь, актами Президента Республики Беларусь и Совета Министров Республики Беларусь, Положением о Минсельхозпрод, Уставом Фонда и другими нормативными документами, определяющими вопросы научно-технического развития и инновационной деятельности.

1.3. Стороны будут осуществлять согласованную деятельность, направленную на содействие использованию достижений фундаментальных научных исследований в интересах эффективного функционирования агропромышленного комплекса; создания новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, высокопродуктивных пород, типов и линий животных, высокоэффективных комплексов сельскохозяйственных машин и оборудования, а также действенных средств защиты растений; воспроизводства и рационального использования почвенных ресурсов; получения новых высокоценных видов продукции пищевой промышленности; создания новых средств защиты растений, а также других направлений, сформулированных в Государственных целевых программах Республики Беларусь.

2. Взаимодействие в области науки и научно-инновационной деятельности

2.1. Стороны намерены осуществлять взаимодействие по следующим видам деятельности:

- организация проведения фундаментальных исследований по тематике, предложенной Минсельхозпродом, с совместным финансированием работ;
- совместный отбор научных результатов завершенных проектов Фонда для их использования в интересах создания прорывных технологий, новых материалов, приборов и услуг в указанных в п. 1.3 направлениях;
- создание условий и стимулов для более широкого привлечения сотрудников вузов Минсельхозпрода к выполнению проектов по конкурсам БРФФИ;
- создание базы данных ведущих ученых и специалистов, работающих по направлениям, указанным в п. 1.3, с целью их привлечения к реализации приоритетных задач Минсельхозпрода;
- создание условий для более широкого участия ученых из вузов Минсельхозпрода в работе экспертных советов БРФФИ с целью конкурсного отбора работ в интересах предприятий и организаций министерства;
- периодическое рассмотрение итогов научно-технического сотрудничества, обобщение накопленного в этой области опыта, организация обмена информацией в форме проведения научных мероприятий (семинаров, симпозиумов, конференций);
- другие научно-организационные мероприятия, представляющие обоюдный интерес для координации усилий Сторон по планированию и финансированию научных исследований.

3. Взаимодействие в области использования экспертных систем оценки научных проектов

3.1. Стороны намечают сотрудничать в области экспертной оценки научной деятельности, используя механизмы экспертизы, разработанные и успешно апробированные ими при проведении конкурсов научных проектов.

3.2. Стороны планируют выработать, при необходимости, скоординированную политику в этой области, обеспечивающую предложение и отбор для дальнейшего финансирования проектов, прошедших экспертизу Сторон и отвечающих интересам достижения приоритетных целей.

4. Действие Соглашения

- 4.1. Стороны поручают координацию и контроль:
- со стороны Минсельхозпрода – Главному управлению образования, науки и кадров;
 - со стороны Фонда – Отделу организации исследований и использования результатов.

По итогам каждого года координаторы представляют Сторонам информацию о ходе и результатах реализации Соглашения.

4.2. Соглашение вступает в силу со дня подписания. Соглашение может быть дополнено или изменено по обоюдному согласию Сторон.

4.3. Соглашение действует в 2009–2013 годах и автоматически продлевается на следующие три года, если ни одна из Сторон не сделает письменного заявления о своем желании прекратить действие Соглашения не позднее, чем за 6 месяцев до окончания соответствующего периода.

4.4. Стороны в рамках Соглашения договариваются о заключении, при необходимости, отдельных соглашений, конкретизирующих направления сотрудничества и области взаимодействия между Сторонами, а также взаимные обязательства Сторон по реализации этих направлений, с учетом соблюдения условий конфиденциальности.

Совершено 27 октября 2009 г. в г. Минске в двух экземплярах, имеющих одинаковую силу.

**За Министерство сельского
хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь**

**Министр
профессор**

С. Б. Шапиро

**За Белорусский
республиканский фонд
фундаментальных исследований**

**Председатель Научного совета
академик**

В. А. Орлович

ПРОТОКОЛ

договоренности о планируемой тематике, сроках проведения и объемах финансирования совместного тематического конкурса «БРФФИ–Минсельхозпрод-2010» на основании Соглашения о взаимодействии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в области науки и научно-инновационной деятельности

Мы, нижеподписавшиеся, представители сторон Соглашения о взаимодействии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (далее – Минсельхозпрод) и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (далее – БРФФИ) в области науки и научно-инновационной деятельности в лице министра профессора С. Б. Шапиро и председателя Научного совета БРФФИ академика В. А. Орловича удостоверяем, что сторонами достигнута договоренность о проведении в 2010–2012 гг. совместного тематического конкурса «БРФФИ–Минсельхозпрод-2010» по организации фундаментальных и поисковых научных исследований в интересах эффективного функционирования агропромышленного комплекса.

Установлены сроки проведения конкурса:

объявление конкурса	до 1 ноября 2009 г.,
окончание приема заявок	30 декабря 2009 г.,
экспертиза и утверждение проектов	до 1 марта 2010 г.,
начало финансирования	со 2-го квартала 2010 г.,
окончание финансирования	конец 1-го квартала 2012 г.

Общий объем финансирования в 2010 г. каждой из сторон составит по 100 (сто) миллионов белорусских рублей.

Протокол подписан 27 октября 2009 г. в двух экземплярах.

За Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь

Министр профессор

С. Б. Шапиро

За Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований

Председатель Научного совета академик

В. А. Орлович

Е. М. ХАРИТОНОВ, С. В. КАРПЕЙЧИК

ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ — К ПРАКТИЧЕСКИМ РЕЗУЛЬТАТАМ

(по отчетным материалам завершившихся в 2009 г. проектов БРФФИ)

Во втором квартале 2009 г. окончена приемка основного массива завершающихся в текущем году проектов фундаментальных исследований. И уже традиционно Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований подводит итоги оценки степени полезности для общества полученных результатов этих исследований. Становятся все более редкими высказывания исследователей о том, что фундаментальная наука не должна давать непосредственную отдачу, выражающуюся материально (или интеллектуально). Исполнители проектов Фонда более четко представляют направления своих дальнейших исследований, оценивают степень полезности своих работ для простого налогоплательщика. Хотя встречаются пока и исключения.

Основу завершившихся проектов НИР составили конкурсы с началом финансирования со второго квартала 2007 г., наиболее масштабными из которых являлись конкурс проектов фундаментальных и поисковых исследований «Наука-2007» — 136 проектов, конкурс на соискание грантов для молодых ученых «Наука-2007М» — 134, совместный конкурс с Государственным фондом фундаментальных исследований Украины «БРФФИ–ГФФИУ-2007» — 47, конкурс проектов фундаментальных исследований, выполняемых в контакте с зарубежными учеными, «Наука-2007МС» — 36. Всего в 2009 г. должны завершиться 429 проектов, приведенные в статье цифры основываются на обработке материалов по 408 завершенным проектам по состоянию на 1 октября 2009 г.

Напомним, что оценка полезности исследований для общества производилась по следующим критериям:

реализация результатов в виде экспериментальных образцов, прошедших испытания в производственных условиях, опытных образцов, опытных партий или промышленных серий в различного вида производствах;

использование полученных знаний при выполнении заданий государственных научно-технических программ (ГНТП) или научно-технических программ Союзного государства Беларуси и России;

издание учебников и других учебных материалов для системы образования;

реализация результатов НИР в полученных патентах на изобретения, подтверждающих принципиальную новизну полученных данных и создающих предпосылку для практической реализации, в том числе и на производстве;

заключение контрактов с зарубежными организациями на выполнение разработок по результатам фундаментальных исследований, а также на выполнение международных проектов с финансированием из-за рубежа;

использование разработок в материалах государственных органов Республики Беларусь.

Помимо непосредственной практической реализации отдельно оценивались также данные об использовании результатов исследования:

в государственных комплексных программах фундаментальных исследований;

в государственных программах ориентированных фундаментальных исследований;

в государственных программах прикладных научных исследований;

в региональных программах;

в отраслевых программах;

в поданных заявках на изобретения.

Результаты анализа итогов практической реализации НИР по всем конкурсам по состоянию на октябрь 2009 г. приведены в табл. 1, а по конкурсу для молодых ученых — в табл. 2.

Следует пояснить, что один проект может быть практически использован в нескольких областях, например, в производстве и в образовании. Поэтому приведенное в таблице количество реализаций проектов превышает количество проектов, имеющих такие реализации.

На 01.10.2009 практическое использование получили результаты 55,7 % проектов от общего количества проектов, которые будут завершены в 2009 г. Такие важные показатели, как непосредственное внедрение результатов НИР в производство и особенно количество полученных патентов уже существенно превосходят прошлогодние (рис. 1). Так, количество внедренных в производство проектов увеличилось в 1,3 раза, количество полученных патентов — в 2 раза.

Т а б л и ц а 1. Практическая реализация проектов НИР, завершенных в 2009 г. по всем конкурсам (на 01.10.2009)

Область использования результатов НИР	Секции (кол-во практических реализаций проектов)					Всего	% от общего числа реализаций
	ФМИ	ТН	ХНЗ	БМАН	ГН		
В производстве	10	21	13	24	10	78	25,0
В ГНТП	13	7	8	8	2	38	12,2
В образовании	22	5	8	25	40	100	32,0
Получено патентов	16	27	1	9	—	53	17,0
В материалах госорганов	—	—	—	2	12	14	4,5
В международных проектах и контрактах	13	7	1	6	2	29	9,3
Итого реализаций проектов	74	67	31	74	66	312	100,0
Общее количество завершаемых проектов в 2009 г.	128	64	52	107	78	429	
Количество проектов с практической реализацией на 01.10.09	60	42	25	60	52	239	
Процент практической реализации проектов по секциям	46,9	65,6	48,1	56,1	66,7	55,7	

Т а б л и ц а 2. Практическая реализация проектов НИР, завершенных в 2009 г. по конкурсу для молодых ученых

Область использования результатов НИР	Секции (кол-во практических реализаций проектов)					Всего	% от общего числа реализаций
	ФМИ	ТН	ХНЗ	БМАН	ГН		
В производстве	4	4	5	14	3	30	28,0
В ГНТП	4	1	2	7	—	14	13,1
В образовании	7	3	5	11	11	37	34,6
Получено патентов	1	9	—	3	—	13	12,2
В материалах госорганов	—	—	—	1	5	6	5,6
В международных проектах и контрактах	4	—	—	3	—	7	6,5
Итого реализаций проектов	20	17	12	39	19	107	100,0
Общее количество завершенных проектов в 2009 г.	33	12	17	49	23	134	
Количество проектов с практической реализацией	16	9	9	30	14	78	
Процент практической реализации проектов по секциям	48,5	75,0	52,9	61,2	60,9	58,2	

Существенный качественный скачок по сравнению с 2008 г. произошел в объеме финансирования заключенных международных контрактов и выполняемых международных проектов на базе проведенных исследований по грантам БРФФИ. При относительно равном количестве контрактов и проектов объем их финансирования зарубежными заказчиками в переводе на белорусские рубли составил 10,4 млрд руб. против 5,3 млрд руб. в 2008 г. и 2,6 млрд руб. в 2007 г. При этом затраты в 2007—2009 гг. на финансирование всех завершенных проектов составили 11,1 млрд руб. Можно сделать вывод, что полученный задел знаний по грантам Фонда имеет высокий научный потенциал, позволяющий на международном уровне решать сложные научно-практические задачи. Основной объем финансирования контрактов и проектов приходится на физико-математические науки — 71 %.

В 2009 г. по уровню практической реализации завершенных НИР в лидеры вновь вышли молодые ученые (табл. 2), у которых процент реализации

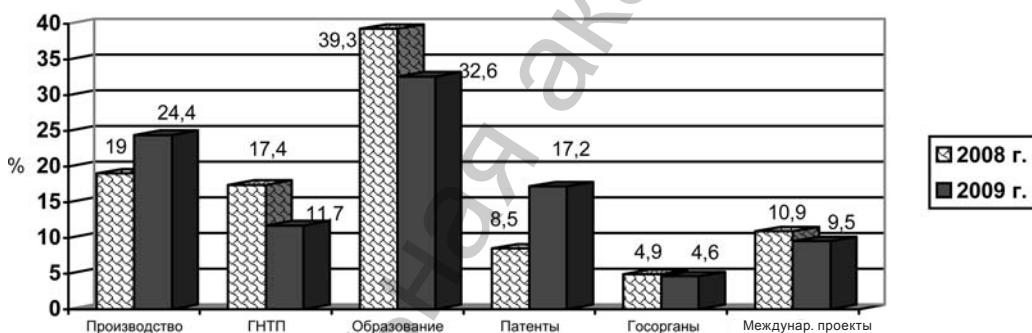


Рис. 1. Доля практической реализации завершенных в 2008 и 2009 гг. проектов НИР по областям использования, %

составил 58,2 против 55,7 % по всем конкурсам Фонда. Уступают они средним показателям по Фонду по количеству полученных патентов и заключенным международным контрактам и проектам (рис. 2). Активность молодых ученых по внедрению результатов исследований можно объяснить тем, что более 20 % исполнителей проектов составляют аспиранты и магистранты, наличие в исследованиях которых практического применения полученных результатов является положительным аспектом при оценке их научной деятельности.

Из научных направлений наибольший процент практической реализации результатов НИР отмечен по гуманитарным наукам за счет использования результатов в системе образования, у молодых ученых — в технических науках. Наибольшее количество непосредственно внедренных результатов исследований в производство приходится на биологию и медицину. Так, по проекту Б07М-145 (руководитель О. А. Епишко, НПЦ НАН Беларуси по животноводству) на основе полиморфизма генов ESR, PRLR и RYR1 разработаны ДНК-маркеры репродуктивных признаков свиней, позволяющие повысить многоплодие свиней в среднем до 20 %, совершенствовать и создавать новые высокопродуктивные генотипы свиней. Применение сочетаний комплексных генотипов данных генов при проведении заказных спариваний позволит увеличить многоплодие животных до 14 %. Результаты исследования внедрены в РСУП СГЦ «Заднепровский» Оршанского р-на Витебской обл. Экономический эффект только от использования животных генотипа PRLR^{AA} в расчете на 100 свиноматок составляет 22 103 долл. США по курсу Нацбанка Республики Беларусь на 01.05.2008. Результаты исследования также положены в основу задания «Создать конкурентоспособные селекционные стада, заводские линии и тип свиней белорусской мясной породы с использованием ДНК-технологий с продуктивностью: многоплодие свиноматок 10,7 поросят, возраст достижения живой массы 100 кг 175 сут, среднесуточный прирост 800 г, содержание мяса в тушах 63 %» ГНТП «Агропромкомплекс — возрождение и развитие села». На основе результатов исследования по проекту Б07-255 (руководитель д-р мед. наук Л. Ф. Можейко, Белорусский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Республики Беларусь)

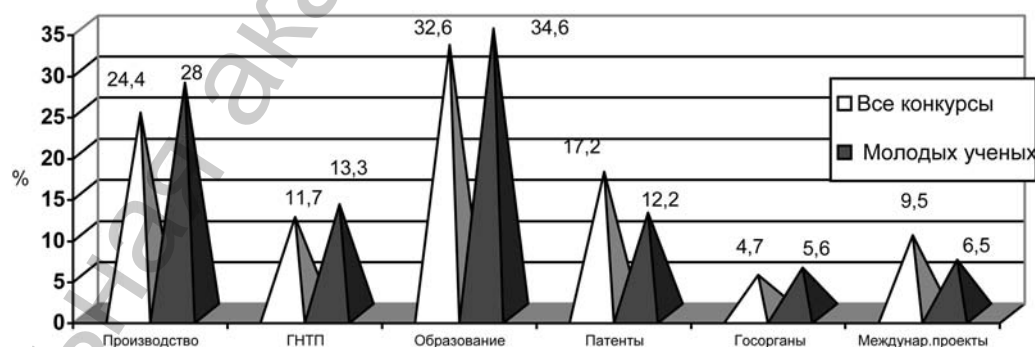


Рис. 2. Доля практической реализации завершенных проектов НИР всех конкурсов и конкурса для молодых ученых по областям использования, %

разработаны инструкции по применению «Оценка кровотока в сосудах матки и экстраэмбриональных структур на ранних сроках гестации» (рег. № 211-1208) и «Шкала бальной оценки угрозы невынашивания беременности» (рег. № 212-1208), утвержденные Министерством здравоохранения Республики Беларусь 30.01.2009. Подготовлено руководство для врачей «Плацентарная недостаточность: способы диагностики, лечения и профилактики» (утверждено Комитетом по здравоохранению Мингорисполкома 24.12.2008). Эти примеры показывают, что проведенные фундаментальные исследования дали конкретные практические результаты, полезность которых для республики не вызывает сомнения. И такие примеры можно привести по 75 проектам. Полученные результаты по данным проектам, имеющим инновационную направленность, систематизированы и направлены соответствующим министерствам и ведомствам, а также размещены на сайте Фонда. Уже имеется информация о проявлении интереса отдельных министерств и фирм к данным результатам.

На базе проведенных фундаментальных исследований заключены хозяйственные договоры с предприятиями республики на создание конкретной продукции на сумму 669,97 млн руб. Эта цифра могла бы быть значительно большей, если придавать фундаментальным исследованиям больше конкретности, ориентированной на нужды экономики республики. С этой целью по инициативе БРФФИ подготовлены и разосланы отраслевым министерствам республики проекты договоров о сотрудничестве в решении актуальных для них научно-производственных проблем.

Ряд разработок по грантам Фонда получили реализацию в материалах государственных органов республики. Так, в результате исследований по проекту Г07-217 (руководитель д-р юрид. наук С. Н. Князев, Академия управления при Президенте Республики Беларусь) внесена в госсекретариат Совета Безопасности Республики Беларусь и Министерство иностранных дел аналитическая записка «Международная безопасность Республики Беларусь: формы и тенденции геополитического и международного развития», а также проект самостоятельного раздела в Концепции Национальной безопасности республики «Международная безопасность Республики Беларусь».

Заключение международных контрактов на проведение исследований с использованием полученных результатов по грантам Фонда способствует притоку валюты в республику. Например, на базе проведенных исследований по проекту Х07-287 (руководитель канд. хим. наук Г. К. Жавнерко, Институт химии новых материалов НАН Беларуси) заключен контракт КАССТ-ICbNM/02 «Функциональные наноструктурированные покрытия (защитные, биочувствительные и магнитные)» с Научно-техническим центром им. Короля Абдулазиса (Саудовская Аравия) на сумму 270 тыс. долл. США. Наибольшее количество контрактов заключено Институтом физики НАН Беларуси (по 6 проектам из 47 завершенных).

Ряд выполненных разработок защищен патентами на изобретения. Так, разработанный принципиально новый метод создания псевдокристаллов — пространственно-упорядоченных структур из наночастиц (проект Ф07-248, руководитель канд. физ.-мат. наук В. П. Новиков, НПЦ НАН Беларуси

по материаловедению) защищен патентами Республики Беларусь: № 10559 «Способ получения гранул, имеющих структуру коллоидных кристаллов, из микро- или нанопорошка»; № 10170 «Способ получения углеродного алмазоподобного нанодисперсного материала»; № 10803 «Способ получения полиэтилентерефталатных антимикробных волокон»; № 10095 «Способ создания микро- и нанопроволок железа» и № 10092 «Способ получения биосовместимого покрытия».

Помимо практической реализации, результаты 210 из 408 завершенных (51,5 %) проектов нашли дальнейшее развитие в государственных программах фундаментальных исследований, комплексных программах научных исследований, государственных программах прикладных исследований.

Из сравнения объемов реализации проектов НАН Беларуси, Министерства образования и Министерства здравоохранения по областям использования (рис. 3) видно, что Минздрав имеет большую долю внедренных проектов непосредственно в производство, НАН Беларуси лидирует по количеству заключенных международных контрактов и проектов (в Минздраве они полностью отсутствуют), а Минобразования опережает всех по внедрению результатов в педагогическую практику.

По завершенным международным проектам доля практической реализации проектов составила 50 %, а по конкурсу с Национальным центром научных исследований Франции — 69,2 %. Завершенные проекты по международным конкурсам имеют наибольший процент заключенных международных контрактов и проектов — 16,7 при 9,5 % в целом по Фонду. Например, с использованием результатов исследования по проекту Ф07МС-028 (руководитель проекта канд. физ.-мат. наук А. В. Мудрый, НПЦ НАН Беларуси по материаловедению совместно с Стрэдкляйдским университетом, Великобритания) выполняется международный грант 2008/R1 «Влияние высокоэнергетического электронного облучения на экситонные состояния CuInSe_2 » при поддержке Королевского научного общества Великобритании на сумму 20 тыс. долл. США. Модернизированная в ходе выполнения проекта Г07Р-012 (руководитель канд. физ.-мат. наук С. А. Батище, Институт физики им. Б. И. Сте-

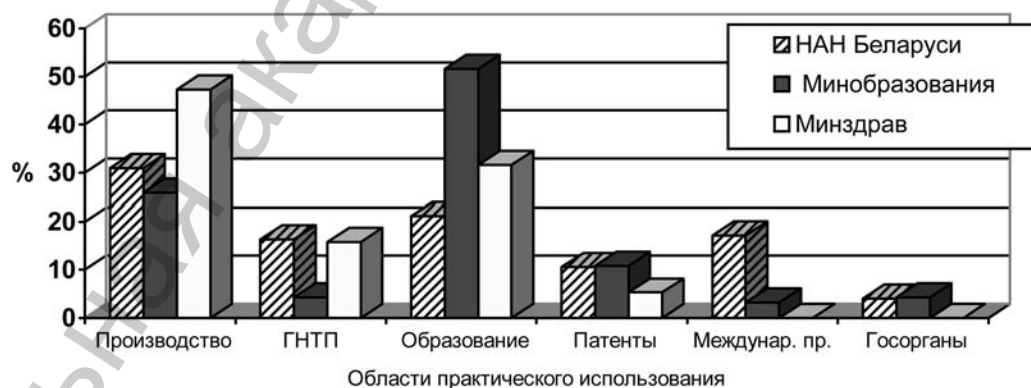


Рис. 3. Распределение реализации завершенных проектов министерств и ведомств по областям практического использования

панова НАН Беларуси совместно с Санкт-Петербургским государственным университетом информационных технологий, механики и оптики) установка с эффективной 5-й гармоникой (213 нм) лазера на АИГ: Nd используется при выполнении проекта МНТЦ В1397 «High power combinet far-UV-VIS-IR laser precision processing of medical and technical materials» с объемом финансирования 196 345 долл. США.

Хорошие практические результаты показал завершившийся региональный конкурс с Могилевским облисполкомом «БРФФИ–Могилев-2007». Из 9 законченных проектов 6 получили практическую реализацию: результаты их использованы в хозяйственных договорах с предприятиями Беларуси на изготовление продукции, в программе Союзного государства Беларуси и России, в заключенном международном контракте с Южнокорейским Институтом материаловедения на сумму 70 тыс. долл. США и получении четырех патентов на изобретения и полезную модель.

В заключение следует отметить, что Фондом ведется значительная работа по повышению требований к качеству выполнения НИР, в частности введена дополнительная экспертиза отчетных материалов по завершенным проектам.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ АКАДЕМИЙ НАУК

Б. Е. ПАТОН

ОБ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МААН (декабрь 2008 г. – сентябрь 2009 г.)

*Доклад президента Международной ассоциации академий наук,
президента Национальной академии наук Украины академика НАН Украины
на заседании Совета МААН*

(Кишинев, 23 сентября 2009 г.)

Уважаемые коллеги!

Сегодня исполняется ровно 16 лет со дня учреждения нашей Ассоциации. Итоги ее 15-летней деятельности мы подводили в декабре прошлого года в Киеве. Здесь в Кишиневе в соответствии с повесткой дня разрешите кратко осветить основные результаты деятельности Международной ассоциации академий наук (МААН, Ассоциация) за последние 10 месяцев.

Приятно отметить, что в эти непростые времена Ассоциация продолжает вносить весомый вклад в укрепление и развитие международного научного сотрудничества, прежде всего стран СНГ.

Значительное внимание было уделено выполнению ряда положений Протокола совещания руководителей государственных организаций по науке и технике с участием представителей МААН, состоявшегося в начале октября прошлого года в г. Бишкек, в частности по вопросу создания Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ (МИЦНТ). В связи с этим в феврале т. г. руководителями Международной ассоциации академий наук, Российского научного центра (РНЦ) «Курчатовский институт» и Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) было подписано Соглашение о сотрудничестве в создании упомянутого Международного центра (прилагается). МИЦНТ планируется создать на базе РНЦ «Курчатовский институт» и ОИЯИ с использованием особой экономической зоны технико-внедренческого типа «Дубна». В плане реализации этого Соглашения в Дубне 1–2 июля 2009 г. по инициативе Объединенного института ядерных исследований совместно с РНЦ «Курчатовский институт», МААН, Федеральным агентством по управлению особыми экономическими зонами и при поддержке Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств —

участников СНГ состоялся организационно-информационный форум «Создание Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ». В форуме приняли активное участие представители национальных академий наук, министерств, торгово-промышленных палат, научных и образовательных центров, государственных и частных корпораций в сфере высоких технологий многих стран СНГ, а также Исполкома СНГ. Участниками Форума были приняты Рекомендации (прилагаются), в которых отмечено, что сотрудничество государств Содружества в области науки, инноваций и образования является в настоящее время одним из важнейших направлений обеспечения социально-экономического прогресса и повышения конкурентоспособности как отдельных стран, так и Содружества в целом, его укрепления и развития. Рекомендации предусматривают проведение в декабре 2009 г. в Дубне учредительного форума «Международный инновационный центр нанотехнологий стран СНГ – статус и перспективы», цель которого – утвердить и подписать учредительные документы МИЦНТ и начать процедуру его юридической регистрации.

Продолжалось плодотворное взаимодействие МААН с ЮНЕСКО. Так, при поддержке ЮНЕСКО Международной ассоциацией академий наук совместно с Национальной академией наук Украины 14–19 сентября 2009 г. в г. Алушта (Автономная Республика Крым, Украина) был проведен V международный симпозиум «Новые вызовы академической науке в контексте проблем современного кризиса: мировой и национальный аспекты».

МААН оперативно информировала своих членов о проводимых ЮНЕСКО конкурсах. По результатам такой работы от МААН на соискание премий ЮНЕСКО за развитие водных ресурсов засушливых территорий «Великая рукотворная рука» выдвинуты кандидатуры профессора Эрназара Жумаевича Махмудова (предложена АН Узбекистана), академика НАН Украины В. В. Гончарука (предложена НАН Украины), а также Грузинский институт водного хозяйства (предложен НАН Грузии); премии Авиценны по научной этике выдвинуты кандидатуры академика профессора Э. П. Круглякова (предложена РАН) и академика АН Республики Таджикистан М. И. Илолова (предложена АН Республики Таджикистан).

В центре внимания было развитие сотрудничества ученых стран СНГ по конкретным научным направлениям и проблемам.

В 2008 г. завершено выполнение международной программы «Астрокосмические исследования в Приэльбрусье. 2004–2008 гг.», одобренной постановлением Совета МААН в 2005 г. 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 уникальные данные:

- 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.

Продолжались исследования в рамках Международной программы «Современные проблемы радиобиологии: наука и практика», в выполнении которой принимали участие академии наук восьми стран СНГ: Азербайджана, Армении, Беларуси, Грузии, Казахстана, Кыргызстана, России и Украины. Очередное, 6-е заседание Международного совета по упомянутой программе (председатель – академик РАН А. И. Григорьев) запланировано провести во время работы V Съезда Радиобиологического общества Украины (Ужгород, 16–19 сентября 2009 г.). В соответствии с постановлением Совета МААН от 2 декабря 2008 г. № 187 «О сотрудничестве ученых в области радиобиологии» 2 мая 2009 г. РАН и НАН Беларуси было подписано Соглашение о создании «Российско-белорусской лаборатории электромагнитных и ионизирующих излучений».

Продолжалась деятельность МААН, направленная на повышение научного просвещения общественности, престижа науки и ученых, воспитание академических традиций. Руководители ряда академий наук и организаций, имеющих статус ассоциированного члена МААН, участвовали в праздновании 80-летнего юбилея Национальной академии наук Беларуси (Минск, 23 января 2009 г.). Во время торжеств президент МААН академик НАН Украины Б. Е. Патон вручил председателю Президиума НАН Беларуси М. В. Мясниковичу серебряную медаль МААН «За содействие развитию науки» за его большой вклад в развитие международного научного сотрудничества. Представители МААН во главе с ее президентом академиком НАН Украины Б. Е. Патоном приняли участие в чествовании ректора Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова (МГУ) академика В. А. Садовниченко – крупного ученого-математика и авторитетного руководителя в связи с его 70-летием, которое состоялось 3 апреля 2009 г. в Фундаментальной библиотеке МГУ. Под эгидой МААН 15–18 сентября 2009 г. в Киеве прошла международная конференция «Современные проблемы теоретической и математической физики», посвященная 100-летию юбилею выдающегося физика-теоретика и математика Н. Н. Боголюбова.

Проведены ежегодные научные сессии советов Ассоциации.

Научный совет по новым материалам (председатель – академик НАН Украины Б. Е. Патон) провел 1–2 июня 2009 г. на базе Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины 14-ю сессию на тему «Новые процессы получения и обработки новых материалов», в работе которой приняли участие около 150 ученых и специалистов из Беларуси, Грузии, Казахстана, России и Украины.

С 1 по 4 июня 2009 г. в Минске в рамках Международной научной конференции «Глобальные и региональные угрозы и риски устойчивого развития стран и регионов СНГ» состоялась 13-я сессия Объединенного научного совета по фундаментальным географическим проблемам (председатель – академик РАН В. М. Котляков). В сессии приняли участие более 80 географов и экологов из Азербайджана, Армении, Беларуси, Молдовы, России, Таджикистана, Туркмении и Украины. Было заслушано и обсуждено 32 доклада. Во время заседания Совета впервые проведена научная сессия молодых ученых.

Совет директоров научных библиотек и информационных центров академий наук (председатель – академик НАН Украины А. С. Онищенко) выполнил значительную работу по безвалютному обмену научными изданиями. В качестве примера приведу цифры по Национальной библиотеке Украины им. В. И. Вернадского, которая за 8 месяцев 2009 г. отправила своим партнерам около 2100 экземпляров журналов и книг и в свою очередь получила от них свыше 1800 экз.

На базе Национальной академии наук Беларуси в Минске 16–18 сентября 2009 г. состоялась III сессия Совета по книгоизданию (председатель – чл.-кор. РАН В. И. Васильев), в рамках которой проходил также научный форум «Славянское книгопечатание и культура книги». На упомянутой сессии было представлено доработанное и расширенное издание «Сводного каталога периодических изданий, выпускаемых академиями наук – членами МААН», подготовленное Советом по книгоизданию. Заслуживает внимания то, что на Международной книжной ярмарке в Минске в феврале 2009 г. была впервые развернута единая экспозиция научной периодики академий наук – членов МААН на общем стенде под фризом Совета по книгоизданию.

15–16 июня 2009 г. в Ереване на базе Института истории Национальной академии наук Республики Армения прошло **V пленарное заседание Международной ассоциации институтов истории стран СНГ** (президент – академик РАН А. О. Чубарьян), которая осуществляет свою деятельность под эгидой МААН. В заседании приняли участие руководители институтов истории Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Молдовы, Российской Федерации, Таджикистана, Узбекистана и Украины (в качестве наблюдателя выступил представитель Национальной академии наук Грузии). В рамках заседания также состоялся «круглый стол» на тему «Государственно-правовой статус советских республик: общее и особенное». Участников встречи приветствовал министр культуры Республики Армения, заместитель руководителя аппарата Президента Республики Армения, заместитель министра иностранных дел Республики Армения, президент НАН Республики Армения и другие официальные лица. Участники встречи в очередной раз выразили свое стремление и готовность к написанию работ по истории нашего общего прошлого, основанных на совместно выработанных объективных и сугубо научных подходах.

В рамках «круглого стола» развернулась научная дискуссия, позволившая выявить основные точки зрения представителей различных стран СНГ на проблемы государственно-правового статуса советских республик в составе СССР. Спокойный и конструктивный обмен мнениями продемонстрировал,

что историки наших стран могут успешно находить общий язык при обсуждении таких острых исторических вопросов и вполне могли бы создать общий труд.

15–21 июня 2009 г. в Ереване также на базе Института истории Национальной академии наук Республики Армения при финансовой и организационной поддержке Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ, Международной ассоциации институтов истории стран СНГ и Института всеобщей истории РАН прошла IV Международная летняя школа на тему «История повседневности в изучении истории стран СНГ». В ней приняли участие более 40 молодых ученых-историков и преподавателей из Института истории НАН Республики Армения, Института всеобщей истории РАН, Института истории НАН Беларуси, Института истории и этнологии им. Ч. Ч. Валиханова МОН Республики Казахстан, Института археологии им. А. Х. Маргулана МОН Республики Казахстан, Института истории и культурного наследия НАН Кыргызской Республики, Института истории, государства и права АН Молдовы, Института истории, археологии и этнографии им. А. Дониша АН Республики Таджикистан, Института истории АН Узбекистана, Института истории Украины НАН Украины, Института военной истории МО РФ, Российского государственного гуманитарного университета, Саратовского государственного университета.

Участники школы особо отмечали, что исследование социокультурных особенностей различных обществ, включающих в себя историю ментальности, микроисторию, гендерную историю и др., призвано расширить горизонт исторической науки. Помимо сугубо научной составляющей «история повседневности» несет в себе не менее важную функцию – общественную. Понимание и уважение представителями различных стран, народов и социальных групп этнических, социальных и культурных особенностей друг друга позволяют с успехом вести не только научный, но и общественно-культурный диалог.

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), которое прилагается. Согласно упомянутому Соглашению Российский научный центр «Курчатовский институт» принимает участие в деятельности МААН со статусом ассоциированного члена, права и обязанности которого определены этим Соглашением.

Весом вклад организаций, имеющих статус ассоциированного члена МААН, в решение задач, стоящих перед Ассоциацией. Приведу примеры.

С 28 июня по 13 июля 2009 г. в Москве и Дубне были проведены II Высшие курсы стран СНГ «Синхротронные и нейтронные исследования наносистем» для молодых ученых и специалистов, аспирантов и студентов высших учебных заведений. Курсы были организованы Российским научным центром «Курчатовский институт», Объединенным институтом ядерных исследований и Институтом кристаллографии имени А. В. Шубникова РАН (ИК РАН) при поддержке Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ. Практические занятия были проведены на базе единственного в странах СНГ специализированного Курчатовского центра синхротронного излучения и нанотехнологий РНЦ «Курчатовский институт» и нейтронных источников РНЦ «Курчатовский институт», ОИЯИ, ускорительного комплекса ОИЯИ, центра коллективного пользования ИК РАН.

Активно развивалось сотрудничество между академиями наук и фондами – членами МААН.

Так, продолжалась деятельность по совместной финансовой поддержке научных проектов, выполняемых учеными разных стран. В рамках соглашений о сотрудничестве, заключенных Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ) с Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований (БРФФИ), Академией наук Молдовы (АНМ), Вьетнамской академией наук и технологий, Национальной академией наук Украины, было поддержано более 250 научных проектов, выполняемых соответственно учеными из России совместно с учеными Республики Беларусь, Республики Молдова, Вьетнама и Украины. Помимо этого РФФИ и АНМ поддерживалось проведение российско-молдавских и молдавско-российских семинаров и поездки ученых двух стран на эти мероприятия.

Новым направлением сотрудничества явилась конкурсная поддержка трехсторонних научных проектов. В 2009 г. были подведены итоги первого конкурса и началось финансирование научных проектов, выполняемых совместно учеными России, Беларуси и Украины. В числе организаторов конкурса выступили два ассоциированных члена МААН: с российской стороны – РФФИ, с белорусской – БРФФИ.

Заключено новое соглашение о сотрудничестве между РФФИ и Академией наук Республики Таджикистан, а также достигнуты договоренности о расширении с 2010 г. форм сотрудничества между РФФИ и НАН Украины.

РФФИ продолжал поддержку стажировок молодых ученых из стран СНГ в российских научных организациях. Было поддержано 39 научных стажировок молодых ученых из Украины, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана, Армении, Молдовы.

Сотрудничество Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ) с БРФФИ, НАН Украины и АНМ является плодотворным и приносит значимые научные результаты для упомянутых стран.

В январе 2009 г. в рамках международного конкурса РГНФ–БРФФИ был объявлен совместный двусторонний межрегиональный конкурс в приграничных Витебской, Могилевской, Псковской и Смоленской областях на проведение

фундаментальных исследований по приоритетным для Российской Федерации и Республики Беларусь научным проблемам.

В рамках совместного конкурса РГНФ и БРФФИ поддержан целый ряд значимых научно-исследовательских проектов. На решение комплекса проблем изучения модернизационных процессов в обеих странах направлен проект «На путях индустриальной модернизации: сравнительный анализ процессов в России и Белоруссии в XX веке» (рук. А. С. Сенявский и М. П. Костюк). Весомые научные результаты дает реализация таких крупных проектов, как «Государственная инновационная политика России и Беларуси» (рук. Р. М. Нижегородцев и М. В. Мясникович) и «Экономические институты России и Беларуси: проблема совместимости» (рук. Д. Е. Сорокин и А. Е. Дайнеко). На восстановление исторической истины направлено масштабное исследование «1941 год. Страна в огне. Россия и Беларусь в начальный период Великой Отечественной войны» (рук. О. А. Ржешевский и А. М. Литвин).

Среди наиболее интересных совместных научных проектов российских и украинских ученых, финансируемых РГНФ и НАН Украины, можно назвать «Греко-варварские памятники Северного Причерноморья» (рук. А. А. Масленников и Н. А. Гаврилюк), «Денежно-кредитная политика России и Украины на современном этапе: новые вызовы и возможные ответы» (рук. А. Д. Непелов и В. М. Гец).

На решение острых социальных проблем направлены финансируемые РГНФ и АН Молдовы совместные научные проекты российских и молдавских ученых «Молдавские мигранты в России в условиях мирового финансового кризиса: миграционные проблемы настроения и ценностные ориентации, проблемы занятости, социальной защиты и адаптации» (рук. А. А. Сазонов и Д. Д. Кеяну-Андрей) и «Молодежь перед цивилизационным выбором: на материалах Республики Молдова и Юга России» (рук. Б. В. Аксюмов и В. Г. Мошняга). В рамках конкурсов РГНФ поддержан ряд проектов, посвященных изучению роли династии Кантемиров в молдавской, российской и мировой истории.

При финансовой поддержке БРФФИ белорусскими учеными выполняется 197 научных проектов совместно с учеными Российской Федерации, 72 — Украины, 19 — Молдовы, 16 — Вьетнама, 12 — Азербайджана, 12 — Объединенного института ядерных исследований.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова и Московский физико-технический институт (государственный университет) (МФТИ) в сотрудничестве с академиями наук ряда стран СНГ проводили активную работу по подготовке талантливой молодой научной смены, квалифицированных кадров для инновационной деятельности. Всяческой поддержки и одобрения заслуживает деятельность МГУ по созданию в странах СНГ филиалов этого всемирно известного университета. 27 февраля 2009 г. состоялось официальное открытие филиала МГУ в Баку. В состав филиала входят три факультета: химический, механико-математический и филологический. Свою работу филиал начал уже в июле 2008 г., когда по результатам вступительных экзаменов студентами-бюджетниками стали 75 человек (по 25 студентов на каждом факультете), а с октября 2008 г. на 1-м курсе начались регулярные занятия.

Филиал МГУ был открыт в 2009 г. в Душанбе. Указ о его открытии подписал Президент Республики Таджикистан Эмомали Рахмон. Договоренность об открытии этого филиала была достигнута в ходе официального визита Президента Российской Федерации Д. А. Медведева в Таджикистан в августе 2008 г.

10–11 апреля 2009 г. свое десятилетие отметил филиал МГУ в Севастополе, который все годы своей деятельности демонстрирует лучшие достижения российского высшего образования и является ныне одним из ведущих высших учебных заведений в Украине.

Уже свыше 30 лет тесно и плодотворно сотрудничают МФТИ и НАН Украины в деле подготовки для нужд украинской науки и высокотехнологических отраслей промышленности высококвалифицированных кадров в области физики, материаловедения, информатики и биологии. В 2009 г. по результатам работы в Киеве выездной комиссии МФТИ и Физико-технического учебно-научного центра НАН Украины на первый курс МФТИ были зачислены 30 украинских студентов. Председатель Правительства Российской Федерации В. В. Путин при посещении МФТИ 3 марта 2009 г. провел телемост с Киевом (Киевским отделением МФТИ), во время которого подчеркнул необходимость развития российско-украинских связей в области образования и науки. «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.

Регулярно выходил в свет журнал «Общество и экономика», издаваемый на базе РАН. Продолжалась издательская деятельность МААН. Опубликованы очередные номера бюллетеня МААН № 48 и 49, седьмой выпуск международного научно-практического и теоретического сборника «Библиотеки национальных академий наук: проблемы функционирования, тенденции развития», в издательстве «Наука—ООО «Информнаука» — Сводный каталог периодических изданий, выпускаемых академиями наук — членами МААН. С участием Совета по книгоизданию при МААН увидели свет материалы двенадцатой международной конференции по проблемам книговедения «Наука о книге. Традиции и инновации» в четырех частях.

По линии МААН нами доводилась информация о том, что в июне 2009 г. Указом Президента Туркменистана была создана Академия наук Туркменистана, которая будет полностью финансироваться из государственного бюджета. Решениями Президента Туркменистана в ведение Академии наук Туркменистана передан ряд научных учреждений. Кроме того, в составе АН Туркменистана создано шесть новых научно-исследовательских учреждений и государственных служб. Временно исполняющим обязанности президента АН Туркменистана назначен Г. А. Мезилов, занимавший до этого должность ректора Туркменского педагогического института им. С. Сейди. Будем надеяться, что со временем АН Туркменистана продолжит свою деятельность в нашей Ассоциации.

Как видно, МААН осуществляет свою деятельность по широкому кругу вопросов сферы науки и образования. МААН работает стабильно и мне представляется, что наша Ассоциация вносит существенный вклад в укрепление и развитие научного сотрудничества в СНГ.

Достижения 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 хочу высказать глубокую признательность вице-президенту РАН академику Н. П. Лаверову за его понимание роли и значения МААН для научного сообщества стран СНГ, постоянное внимание и поддержку, которые он оказывает Ассоциации.

О некоторых направлениях деятельности МААН на ближайшую перспективу

Ассоциация и ее члены осуществляют свою деятельность в настоящее время в условиях глобального финансово-экономического кризиса. Не вызывает сомнений, что выход из него возможен только путем развития реального сектора экономики и в первую очередь высокотехнологических отраслей, широко использующих новейшие достижения науки. Понимая огромное значение науки и технологий, ряд стран мира, среди которых США, Германия, Китай, Чехия, для преодоления кризиса увеличивают инвестиции в научно-техническую сферу с тем, чтобы не только избежать ее деградации, но и, наоборот, сделать прорыв в научно-технологическом развитии и опередить конкурентов. Вспомним недавнее выступление американского президента Барака Обамы на собрании Национальной академии наук США, в котором он заявил о существенном увеличении финансирования исследовательского сектора как ключевой антикризисной меры. К сожалению, в странах СНГ в основном преобладают прямо противоположные подходы. Это требует от всех нас постоянной кропотливой работы с властными структурами. Ничего другого не дано. Важно также выделить ограниченное число приоритетных направлений науки и технологий и именно на них сконцентрировать имеющиеся финансовые ресурсы. Определенную работу в этом направлении МААН проводит. Так, в решении Совета МААН от 2007 г. отмечается, что сфера нанотехнологий является одним из актуальных и перспективных направлений для взаимовыгодного объединения усилий ученых стран СНГ. В связи с этим в центре особого внимания МААН и всех заинтересованных ее членов должно быть создание на базе Объединенного института ядерных исследований, РНЦ «Курчатовский институт» Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ, который позволит реализовывать научно-исследовательские проекты, прикладные высокотехнологические проекты с целью их коммерциализации и выхода на единый рынок наноиндустрии, а также готовить кадры для стран СНГ в сфере нанотехнологий и инновационного менеджмента и вести работу с одаренными школьниками и студентами. На совещании руководителей государственных организаций по науке и технике с участием МААН, организованном Исполнительным комитетом СНГ (1–3 октября 2008 г., Бишкек), было

поддержано предложение МААН о создании международных научно-исследовательских центров на базе уникальных научных комплексов, расположенных на территории государств – участников СНГ (выписка из протокола этого совещания прилагается). Соответствующий перечень включает наименования 10 центров, предложенных академиями наук Азербайджана, Армении, Грузии, Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, России и Украины. К настоящему времени уже подписано российско-таджикское межправительственное Соглашение о создании и деятельности Международного научно-исследовательского центра «Памир-Чакалтая». В соответствии с решением комитета по вопросам экономического сотрудничества российско-украинской межгосударственной комиссии от 29 апреля 2009 г. Российской академией наук и Национальной академией наук Украины проводится работа по согласованию проекта межправительственного соглашения о создании и статусе Международного центра астрономических и медико-биологических исследований в Приэльбрусье. Пользуясь случаем, хочу поблагодарить Российскую академию наук за глубокую проработку подготовленного в НАН Украины упомянутого проекта соглашения, высказанные конструктивные замечания и предложения, которые будут учтены при его доработке. Работа академий наук – членов МААН и в целом нашей Ассоциации по созданию указанных международных центров, безусловно, относится к числу приоритетов нашей организации.

Подписание в этом году соглашения о сотрудничестве МААН и Российского научного центра «Курчатовский институт», безусловно, открывает новые возможности для заинтересованных академий наук нашей Ассоциации по использованию на договорных началах уникальной исследовательской базы РНЦ «Курчатовский институт» для проведения научных исследований и выполнения разработок, подготовки аспирантов и докторантов, стажировки ученых. Со временем по мере практической реализации этого соглашения, выполнения в его рамках значимых проектов можно будет ставить перед руководством Российского научного центра «Курчатовский институт» вопрос о проведении на его базе заседания Совета МААН.

В последние годы эффективную работу демонстрирует Межгосударственный фонд гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ, созданный в 2006 г. При его поддержке реализовано значительное число проектов, в том числе в области науки и образования. Нами достигнута договоренность с руководством этого Фонда о подписании Меморандума о взаимопонимании и намерениях между МААН и Фондом, проект которого подготовлен. Документ закладывает правовую основу для сотрудничества между обеими организациями. Подписание меморандума особенно актуально с учетом принятого главами государств СНГ решения об объявлении 2010 г. Годом науки и инноваций. Меморандум, естественно, носит рамочный характер. Поэтому важно определиться с конкретными совместными проектами, которые будут выполняться с участием Фонда и МААН. Фонд предлагает нам поучаствовать в организации в 2010 г. конкурса для молодых ученых СНГ на соискание премии «Содружество дебютов», имея в виду помощь Фонду со стороны МААН в разработке регламента, рекомендаций по составу жюри и кандидатурам номинантов указанного конкурса. На мой взгляд, этот проект

представляет несомненный интерес для МААН, поскольку работа с научной сменой — одно из важнейших направлений деятельности Ассоциации. Можно было бы также рассмотреть возможность награждения победителей конкурса медалями МААН «За содействие развитию науки».

В свою очередь Фонд ожидает от МААН встречных предложений по проектам, которые можно было бы совместно реализовать в Год науки и инноваций. В связи с этим Национальная академия наук Украины предлагает участникам заседания рассмотреть следующее предложение.

Речь идет о проекте создания в Украине в г. Енакиеве на Донбассе Государственного политехнического музея «Украинский техноленд». Как известно, с целью отслеживания тенденций развития мировой технической мысли, сохранения уникальных образцов техники в ряде стран мира созданы большие технические центры: Венский технический музей, Лондонский научный музей, Московский политехнический музей и др.

Консультантом по упомянутому проекту выступает Московский политехнический музей, который предложил обратить внимание на то, что начиная с середины XIX в. на территории дореволюционной России, позже Советского Союза, а сейчас государств СНГ был создан уникальный промышленный комплекс, история создания которого требует сохранения его как части мировой цивилизации.

Предполагается, что «Украинский техноленд» будет иметь свыше 10 разделов, которые охватят основные отрасли промышленности. Среди разделов — горный, металлургический, машиностроительный, авиакосмический, энергетики и др. Большую работу в части оказания проекту международной поддержки со стороны металлургов проводит Международная ассоциация металлургов (президент — С. Колпаков). Так, в ноябре 2009 г. в Москве пройдет презентация «Украинского техноленда» в рамках ежегодной выставки «Металлургия». На металлургическом заводе «Ижсталь» (Россия) с целью сбора средств для строительства Старопетровской доменной печи — одного из экспонатов Техноленда будет проведена «Плавка Дружбы» с участием металлургических компаний — членов ассоциации. Небезынтересно отметить, что на этом заводе была отлита точная копия всем известной Царь-пушки, подаренная Москвой Донецку в 2001 г.

В плане оказания мировой поддержки созданию упомянутого Техноленда Московский политехнический музей предложил провести с его участием в Енакиеве в 2010 г. международную научно-практическую конференцию на тему «Технические музеи как инструмент сохранения исторического наследия и важный элемент развития мировой цивилизации». Представляется, что эту конференцию можно было бы провести под эгидой и при активном участии МААН, а также предложить поучаствовать в ее организации и проведении Межгосударственному фонду гуманитарного сотрудничества государств — участников СНГ. В конце 2009 г. в Киеве будет находиться директор Венецианского офиса ЮНЕСКО (BRESCE) г-н Энгельберт Руосс. Он изъявил желание обсудить вопросы взаимодействия ЮНЕСКО (BRESCE) и МААН. Представляется, что ему можно также предложить рассмотреть возможность участия ЮНЕСКО (BRESCE) в этом проекте.

И еще об одном направлении. Для стран СНГ весьма актуальным является вопрос интеграции науки и образования, понимая под этим углубление взаимодействия между ними, в частности, путем развития образовательной компоненты в научно-исследовательских институтах и научной компоненты — в высших учебных заведениях. Видимо, рассмотрению этого вопроса можно было бы посвятить одно из ближайших заседаний Совета Ассоциации. При этом особый интерес представляет обмен информацией по созданию исследовательских университетов. Такая работа проводится в России, Украине, разрабатывается необходимая для этого нормативная база. В постсоветское время дело это новое. Хотя, на мой взгляд, до развала Советского Союза университеты, а высших учебных заведений с таким высоким статусом тогда было в десятки раз меньше, были по-настоящему исследовательскими, и в них проводились научные исследования, в том числе фундаментальные на достаточно высоком уровне.

Думаю, что в предстоящей дискуссии участники заседания Совета МААН выскажут свое мнение о работе Ассоциации и перспективных направлениях ее деятельности.

Благодарю за внимание.

ПРОТОКОЛ

совещания руководителей государственных организаций по науке и технике с участием представителей Международной ассоциации академий наук

1–3 октября 2008 года

(выписка)

город Бишкек

В соответствии с Решением Совета глав государств СНГ об Обращении Совета Международной ассоциации академий наук от 5 октября 2007 г., г. Душанбе, состоялось совещание руководителей государственных организаций по науке и технике с участием представителей Международной ассоциации академий наук в лице президентов и академиков национальных академий наук государств – участников СНГ в целях выработки предложений по активизации сотрудничества государств – участников СНГ в области фундаментальной и прикладной науки.

В совещании приняли участие представители государственных организаций по науке и технике, национальных академий наук Азербайджанской Республики, Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Республики Молдова, Российской Федерации, Республики Таджикистан, Украины, а также представители Администрации Президента, Жогорку Кенеша, Аппарата Правительства Кыргызской Республики и Исполнительного комитета СНГ. Грузия была представлена в составе делегации МААН.

Участники совещания, обсудив все вопросы повестки дня, решили:

6. Поддержать создание международных научно-исследовательских центров на базе уникальных научных комплексов, расположенных на территории государств – участников СНГ (список прилагается). При этом исходить из того, что проекты межправительственных соглашений по созданию соответствующих международных научно-исследовательских центров будут подготавливаться национальными академиями наук совместно с государственными органами исполнительной власти заинтересованных сторон, с учетом положений Конвенции о создании и статусе международных научно-исследовательских центров, подписанной в рамках СНГ в Москве 25 ноября 1998 г.

По поручению участников совещания

**Председательствующий,
президент НАН Кыргызской Республики
академик**

Ш. Ж. Жоробекова

ПЕРЕЧЕНЬ**международных научных центров, создаваемых на базе уникальных научных комплексов, расположенных на территории государств – участников СНГ**

№	Наименование Центра	Государство, на территории которого предлагается создать Центр	Академия наук, предложившая создать Центр
1	Международный центр по изучению проблем Каспийского моря	Республика Азербайджан	НАН Республики Азербайджан
2	Международный центр грязевого вулканизма	Республика Азербайджан	НАН Республики Азербайджан
3	Международный центр по снижению риска природных опасностей	Республика Армения	НАН Республики Армения
4	Международный центр по исследованию горных потоков: катастрофы, риск, прогнозирование, защита	Грузия	НАН Грузии
5	Международный центр «Растительный покров Казахстана – фундаментальная основа сохранения биологического разнообразия и оценки углеродного баланса страны»	Республика Казахстан	НАН Республики Казахстан
6	Международный высокогорный центр по изучению водных ресурсов Центральной Азии	Кыргызская Республика	НАН Кыргызской Республики
7	Международный научно-производственный центр по созданию горных и горно-строительных машин	Кыргызская Республика	НАН Кыргызской Республики
8	Международный полигон по изучению оползневых процессов и снижению природных катастроф	Кыргызская Республика	НАН Кыргызской Республики
9	Международный центр астрономических и медико-биологических исследований в Приэльбрусье	Российская Федерация	РАН и НАН Украины
10	Международный научно-исследовательский центр «Памир-Чакалтая»	Республика Таджикистан	АН Республики Таджикистан

Совет Международной ассоциации академий наук**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

23 сентября 2009 г.

№ 196

г. Кишинев

Об основных результатах
деятельности МААН
(декабрь 2008 г. – сентябрь 2009 г.)

Заслушав доклад президента Международной ассоциации академий наук (МААН, Ассоциация) академика НАН Украины Б. Е. Патона «Об основных результатах деятельности МААН (декабрь 2008 г. – сентябрь 2009 г.)», доклад президента Академии наук Молдовы академика АН Молдовы Г. Г. Дука «Развитие современной науки и ее роль в условиях финансово-экономических кризисов и глобализации», выступления руководителей делегаций академий наук и организаций, имеющих статус ассоциированного члена МААН, Совет Международной ассоциации академий наук отмечает следующее.

За отчетный период Ассоциацией проведена значительная работа по укреплению и развитию международного сотрудничества в СНГ.

Особое внимание уделено выполнению ряда положений Протокола совещания руководителей государственных организаций по науке и технике с участием представителей МААН, организованного Исполкомом СНГ и состоявшегося в октябре 2008 г. в г. Бишкек. В частности, с целью создания Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ (МИЦНТ) в феврале 2009 г. руководителями МААН, Российского научного центра (РНЦ) «Курчатовский институт», Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) было подписано Соглашение о сотрудничестве в создании упомянутого Международного центра. В плане его реализации указанными организациями при поддержке Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ (МФГС) проведен организационно-информационный форум «Создание Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ».

Исходя из целесообразности объединения усилий МААН и РНЦ «Курчатовский институт» в области развития нанотехнологий, в мае 2009 г. президентом МААН Б. Е. Патонем и директором РНЦ «Курчатовский институт» М. В. Ковальчуком было подписано Соглашение о сотрудничестве МААН и РНЦ «Курчатовский институт». Согласно этому Соглашению, РНЦ «Курчатовский институт» принимает участие в деятельности МААН со статусом ассоциированного члена.

Продолжалось плодотворное взаимодействие МААН с ЮНЕСКО. В частности, при поддержке ЮНЕСКО состоялся V международный симпозиум «Новые

вызовы академической науке в контексте проблем современного кризиса: мировой и национальный аспекты» (Алушта, Крым, Украина, 14–19 сентября 2009 г.).

Проведены ежегодные научные сессии советов МААН: по новым материалам (1–2 июня 2009 г., Киев), фундаментальным географическим проблемам (1–4 июня 2009 г., Минск), книгоизданию (16–18 сентября 2009 г., Минск).

15–16 июня 2009 г. в Ереване на базе Института истории Национальной академии наук Республики Армения прошло V пленарное заседание Международной ассоциации институтов истории стран СНГ (президент – академик РАН А. О. Чубарьян). В рамках заседания состоялся также «круглый стол» на тему «Государственно-правовой статус советских республик: общее и особенное». 15–21 июня 2009 г. также на базе Института истории НАН Республики Армения прошла IV Международная летняя школа на тему «История повседневности в изучении истории стран СНГ», в которой приняли участие более 40 молодых историков и преподавателей институтов истории и ряда университетов 9 стран СНГ.

Весомый вклад ассоциированных членов МААН в решение задач, стоящих перед Ассоциацией. Так, с 28 июня по 13 июля 2009 г. в Москве и Дубне были проведены II Высшие курсы стран СНГ «Синхротронные и нейтронные исследования наносистем» для молодых ученых и специалистов, аспирантов и студентов вузов. Курсы были организованы РНЦ «Курчатовский институт», ОИЯИ и Институтом кристаллографии им. А. В. Шубникова РАН при поддержке МФГС. Несколько сот совместных проектов выполняются учеными стран СНГ в рамках соглашений, заключенных Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ), Российским гуманитарным научным фондом, Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований с академиями наук – членами МААН стран Содружества. РФФИ продолжал поддержку стажировок молодых ученых из стран СНГ в российских научных организациях. Было поддержано 39 научных стажировок молодых ученых из 7 стран Содружества.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ) и Московский физико-технический институт (государственный университет) в сотрудничестве с академиями наук ряда стран СНГ проводили активную работу по подготовке талантливой молодой научной смены, квалифицированных кадров для инновационной деятельности. В 2009 г. был открыт очередной филиал МГУ в странах СНГ, а именно в Душанбе (Таджикистан).

В центре внимания МААН находились также безвалютный обмен книжно-журнальной продукцией, издательская деятельность, работа международной редколлегии журнала «Общество и экономика».

Участники заседания отметили, что деятельность академий наук и организаций, входящих в МААН, осуществляется в непростых условиях, обусловленных глобальным финансово-экономическим кризисом и связанным с этим сокращением финансовых средств, выделяемых на науку. Было констатировано, что выход из кризиса возможен только путем развития реального сектора экономики и прежде всего высокотехнологических отраслей, широко использующих новейшие достижения науки. По мнению участников заседания, финансирование академий наук должно быть увеличено, поскольку именно достижения фундаментальной науки являются основой будущих технологических прорывов.

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

1. Принять к сведению доклад президента МААН академика НАН Украины Б. Е. Патона «Об основных результатах деятельности МААН (декабрь 2008 г. – сентябрь 2009 г.)» и выступления руководителей делегаций.

2. Одобрить результаты деятельности Ассоциации в период с декабря 2008 г. по сентябрь 2009 г.

3. Считать целесообразным:

– активизировать конструктивный диалог с государственными и межгосударственными структурами стран СНГ с целью масштабного использования имеющегося научного потенциала для выхода из глобального финансового и экономического кризиса, увеличения финансирования сферы науки и прежде всего фундаментальной, создания нормальных условий для труда ученых и повышения его престижа, привлечения и закрепления в науке талантливой молодежи, развития сотрудничества ученых стран СНГ;

– продолжить работу по выполнению положений Протокола совещания руководителей государственных организаций по науке и технике с участием представителей МААН (1–3 октября 2008 г., Бишкек), в частности относительно создания Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ, а также международных научно-исследовательских центров в соответствии с перечнем, определенным этим Протоколом;

– уделить особое внимание развитию сотрудничества ученых стран СНГ в области нанотехнологий; просить РНЦ «Курчатовский институт», ОИЯИ, МФГС рассмотреть возможность увеличения числа слушателей высших курсов стран СНГ, проводимых для молодых ученых, аспирантов и студентов по современным методам исследований наносистем и материалов;

– принять активное участие в подготовке и проведении мероприятий в 2010 г., объявленном Годом науки и инноваций в СНГ, в частности включенных в План приоритетных мероприятий в сфере гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ в части «Образование и наука»;

– наладить партнерские отношения на постоянной основе с Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ;

– посвятить одно из ближайших заседаний Совета МААН рассмотрению вопроса интеграции науки и образования, уделив особое внимание созданию и деятельности исследовательских университетов, путям повышения престижа технического и естественнонаучного образования;

– подготовить по предложению АН Молдовы на рассмотрение Совета МААН вопрос, связанный с созданием международного научного центра по комплексному мониторингу бассейна реки Днестр;

– поддержать идею проведения под эгидой и с участием МААН в 2010 г. в Енакиеве (Донбасс, Украина) международной научно-практической конференции на тему «Технические музеи как инструмент сохранения исторического наследия и важный элемент развития мировой цивилизации» с целью оказания мировой поддержки созданию в Енакиеве политехнического музея «Украинский техноленд».

Президент Международной ассоциации академий наук
академик НАН Украины

Б. Е. Патон

Совет Международной ассоциации академий наук

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

23 сентября 2009 г.

№ 197

г. Кишинев

О Соглашении о сотрудничестве
в создании Международного инновационного
центра нанотехнологий стран СНГ

В феврале 2009 г. президентом Международной ассоциации академий наук (МАН) Б. Е. Патонем, директором Российского научного центра «Курчатовский институт» (РНЦ «КИ») М. В. Ковальчуком и директором Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) А. Н. Сисакьяном подписано Соглашение о сотрудничестве в создании Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ (прилагается). Соглашением предусмотрено совместное участие упомянутых организаций в создании Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ (МИЦНТ СНГ) на базе РНЦ «КИ» и ОИЯИ с использованием возможностей особой экономической зоны технико-внедренческого типа «Дубна».

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

рекомендовать академиям наук и организациям – ассоциированным членам МАН принимать активное участие в реализации мероприятий, связанных с созданием и функционированием МИЦНТ СНГ.

Президент Международной ассоциации академий наук
академик НАН Украины

Б. Е. Патон

СОГЛАШЕНИЕ

о сотрудничестве в создании

Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ

г. Москва

13 февраля 2009 г.

Международная ассоциация академий наук (далее – МАН) в лице президента Патона Бориса Евгеньевича,

Российский научный центр «Курчатовский институт» (далее – РНЦ «КИ») в лице директора Ковальчука Михаила Валентиновича,

Международная межправительственная научно-исследовательская организация «Объединенный институт ядерных исследований» (далее – ОИЯИ) в лице директора Сисакьяна Алексея Норайровича,
в дальнейшем совместно именуемые Стороны,

соглашаясь, что

МААН является международной организацией, осуществляющей содействие развитию международного научного сотрудничества национальных и государственных академий наук государств – участников СНГ,

РНЦ «КИ» является ведущим междисциплинарным российским научным центром в области фундаментальных и прикладных исследований и головной организацией в Российской Федерации в сфере нанотехнологий,

ОИЯИ – единственная на территории СНГ международная межправительственная научно-исследовательская организация, членами которой являются девять государств СНГ, осуществляющая междисциплинарные фундаментальные и прикладные исследования, и что вокруг ОИЯИ на территории г. Дубна (Московская область) создается особая экономическая зона (ОЭЗ) технико-внедренческого типа,

заключили настоящее соглашение о нижеследующем:

1. Предметом сотрудничества в рамках Соглашения является совместное участие Сторон в создании Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ (далее – МИЦНТ СНГ).

2. Стороны будут письменно согласовывать действия по выполнению Соглашения в пределах своих полномочий, рассматривать проблемы, возникающие в процессе реализации Соглашения, и принимать по ним согласованные решения.

3. В процессе сотрудничества и реализации настоящего Соглашения Стороны будут рассматривать наиболее целесообразные и эффективные пути дальнейшего развития финансового и организационного взаимодействия.

4. Стороны будут совместно участвовать в создании Международного инновационного центра нанотехнологии стран СНГ (МИЦНТ СНГ) на базе РНЦ «Курчатовский институт» и ОИЯИ, с использованием возможностей особой экономической зоны технико-внедренческого типа «Дубна».

5. Стороны будут привлекать научные, образовательные и инновационные организации стран СНГ к участию в МИЦНТ СНГ и тем самым содействовать формированию международного инновационного нанотехнологического кластера СНГ, опирающегося на деятельность РНЦ «КИ», ОИЯИ, других организаций государств – участников СНГ и членов МААН, с использованием возможностей особой экономической зоны технико-внедренческого типа «Дубна».

6. Стороны будут координировать создание и функционирование центров коллективного пользования оборудованием, создаваемых РНЦ «Курчатовский институт» и ОИЯИ.

7. Стороны намерены совместно участвовать в создании ИТ-инфраструктуры нового поколения, основанной на принципах грид-технологий и сервисно ориентированной архитектуры.

8. Стороны рассматривают возможность реализации в МИЦНТ СНГ совместных наукоемких проектов с привлечением ресурсов государств – участников СНГ в рамках частно-государственного партнерства.

9. Стороны считают целесообразным и будут содействовать получению инновационными компаниями стран СНГ статуса резидента особой экономической зоны в Дубне и участника МИЦНТ СНГ.

10. Стороны будут реализовывать совместные образовательные проекты по подготовке и повышению квалификации специалистов, сформируют в рамках МИЦНТ СНГ базовый образовательный центр СНГ в сфере нанотехнологии и будут ежегодно проводить Высшие курсы для молодых ученых и специалистов стран СНГ в Дубне и Москве.

11. Конфиденциальность:

11.1. Вся передаваемая друг другу финансовая, коммерческая и иная информация, связанная с деятельностью Сторон и их контрагентов в рамках настоящего Соглашения, будет считаться конфиденциальной. Информация, которую одна из Сторон относит к конфиденциальной и сообщила об этом другим Сторонам, является конфиденциальной для других Сторон.

11.2. Стороны обязуются соблюдать конфиденциальность всей информации, полученной в рамках настоящего Соглашения, и предпринимать все разумные меры для сохранения в строгой конфиденциальности всех данных, полученных после подписания настоящего Соглашения.

11.3. Конфиденциальная информация может быть предоставлена третьим лицам только с письменного согласия Сторон, а также руководству и служащим Сторон исключительно для целей участия Сторон в совместных проектах и программах.

11.4. В случае, если конфиденциальная информация станет известна третьим лицам из иных источников, Стороны не несут ответственности за разглашение такой информации.

12. Для координации деятельности по выполнению настоящего Соглашения Стороны создадут совместный Координационный комитет в составе:

Сопредседатели:

президент Международной ассоциации академий наук,
директор РНЦ «Курчатовский институт»,
директор Международной Межправительственной научно-исследовательской организации «Объединенный институт ядерных исследований».

Стороны письменно уведомляют друг друга о представителях, назначаемых в Координационный комитет.

13. Настоящее Соглашение вступает в силу с момента его подписания Сторонами, действует в течение трех лет и может быть пролонгировано по соглашению Сторон на новый срок.

14. Отношения, обусловленные данным соглашением, не влияют на юридическую самостоятельность Сторон настоящего Соглашения в связи с осуществлением ими своей основной деятельности как самостоятельных юридических лиц.

15. Стороны не наделяются правом передачи, независимо от формы такой передачи, прав и обязанностей, вытекающих из настоящего Соглашения, третьим лицам без письменного согласия на такую передачу всех Сторон настоящего Соглашения.

16. Неурегулированные настоящим Соглашением вопросы, связанные с его исполнением, отражаются в дополнениях к настоящему Соглашению, которые являются неотъемлемой его частью.

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

18. Если какое-либо из положений настоящего Соглашения утрачивает свою силу или значение, оставшаяся часть Соглашения сохраняется в силе, а недействующее положение заменяется положением, по возможности, более близким по целям или действию к первоначальному положению.

19. В случае реорганизации одной из Сторон права и обязанности по настоящему Соглашению переходят по взаимному согласию к правопреемнику реорганизуемой Стороны в полном объеме.

20. Настоящее Соглашение составлено в трех экземплярах по одному экземпляру для каждой из Сторон.

Президент МААН

Б. Е. Патон

Директор ОИЯИ

А. Н. Сисакян

Директор РИЦ «КИ»

М. В. Ковальчук

Национальная академия наук Беларуси

Совет Международной ассоциации академий наук

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

23 сентября 2009 г.

№ 198

г. Кишинев

О Соглашении между МААН
и РНЦ «Курчатовский институт»

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), которое прилагается.

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

Принять к сведению, что согласно упомянутому Соглашению Российский научный центр «Курчатовский институт» принимает участие в деятельности МААН со статусом ассоциированного члена, права и обязанности которого определены этим Соглашением.

Рекомендовать академиям наук и заинтересованным организациям, имеющим статус ассоциированного члена МААН, использовать в соответствии с подписанным Соглашением исследовательские комплексы РНЦ «Курчатовский институт» для проведения научных исследований и выполнения работ, а также его возможности для подготовки аспирантов и докторантов, стажировки ученых в РНЦ «Курчатовский институт».

Президент Международной ассоциации академий наук
академик НАН Украины

Б. Е. Патон

СОГЛАШЕНИЕ

о сотрудничестве Международной ассоциации академий наук и Российского научного центра «Курчатовский институт»

г. Москва

20 мая 2009 г.

Международная ассоциация академий наук (МААН) – неправительственная самоуправляемая организация в лице президента Патона Бориса Евгеньевича и

Федеральное государственное учреждение Российский научный центр «Курчатовский институт» (РНЦ «Курчатовский институт»), в лице директора Ковальчука Михаила Валентиновича,

именуемые в дальнейшем Стороны,

соглашаясь, что

МААН является международной организацией, осуществляющей содействие развитию международного научного сотрудничества национальных и государственных академий наук государств – участников СНГ,

РНЦ «Курчатовский институт» является ведущим междисциплинарным российским научным центром в области фундаментальных и прикладных исследований и головной организацией в Российской Федерации в сфере нанотехнологий,

исходя из целесообразности объединения усилий Сторон в области развития нанотехнологий, содействия созданию единого нанотехнологического пространства стран СНГ, формированию и использованию единой научно-исследовательской инфраструктуры государств Содружества, развития взаимодействия РНЦ «Курчатовский институт» с академиями наук и организациями, входящими в МААН по широкому кругу вопросов и проблем, представляющих взаимный интерес,

заключили настоящее соглашение о нижеследующем:

Статья 1

РНЦ «Курчатовский институт» входит в состав МААН в качестве ассоциированного члена. Для РНЦ «Курчатовский институт» этот статус не требует уплаты вступительного и ежегодных взносов.

Статья 2

РНЦ «Курчатовский институт» имеет право:

заблаговременно получать информацию о проведении очередного заседания Совета МААН, его повестке дня и принимать участие в заседаниях Совета МААН;

вносить на рассмотрение Совета МААН вопросы для обсуждения на его заседаниях;

принимать участие в подготовке важнейших документов Совета МААН (постановления, обращения, меморандумы и т. п.) по вопросам состояния и

развития фундаментальной науки, высшего образования и их интеграции, использования достижений науки для инновационного развития экономики;

принимать участие в формировании ежегодного плана крупных мероприятий, реализуемых по линии МААН;

принимать участие в формировании и деятельности научных и консультативных советов, создаваемых при МААН, и использовать их возможности для проведения научных экспертиз;

выдвигать кандидатуры на присуждение медали МААН «За содействие развитию науки»;

регулярно получать на бесплатной основе справочные издания МААН, а также Бюллетень МААН и публиковать в нем информационные сообщения;

свободно выйти из МААН, что осуществляется после официального уведомления Совета МААН не менее чем за три месяца и с последующим урегулированием договорных обязательств Сторон.

Статья 3

Директор РИЦ «Курчатовский институт» может выступать на заседаниях Совета МААН с сообщениями и докладами. Директор РИЦ «Курчатовский институт» принимает участие в работе Совета МААН с правом решающего голоса по вопросам взаимодействия МААН и РИЦ «Курчатовский институт».

Статья 4

РИЦ «Курчатовский институт» в силу имеющихся возможностей:

обеспечивает на договорных началах и с учетом установленного порядка доступ ученым из академий наук и организаций, входящих в МААН, к имеющимся в РИЦ «Курчатовский институт» исследовательским комплексам для проведения научных исследований и выполнения разработок;

оказывает академиям наук и организациям, состоящим в МААН, консультативную и информационную помощь в части ознакомления с опытом своей научной, образовательной и инновационной деятельности;

предоставляет академиям наук – членам МААН на договорных условиях возможности для стажировки их ученых в РИЦ «Курчатовский институт»;

осуществляет на договорных началах подготовку аспирантов и докторантов из академий наук, входящих в МААН;

предоставляет свою базу для проведения заседания Совета МААН;

ежегодно бесплатно передает Национальной библиотеке Украины им. В. И. Вернадского – базовому учреждению Совета директоров научных библиотек и информационных центров национальных академий наук, функционирующему при МААН, по одному экземпляру научной и учебно-методической литературы, изданной на базе РИЦ «Курчатовский институт». Порядок такой передачи будет согласован Сторонами дополнительно.

Статья 5

Стороны особое внимание уделяют развитию сотрудничества в области нанотехнологий.

Статья 6

Стороны будут содействовать созданию в СНГ нанотехнологической сети, объединяющей заинтересованные научные и образовательные организации, имеющие отношение к этой тематике. В частности, Стороны будут совместно участвовать в создании Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ на базе РНЦ «Курчатовский институт» и ОИЯИ, с использованием возможностей особой экономической зоны технико-внедренческого типа «Дубна».

Статья 7

Стороны будут оперативно информировать друг друга о принимаемых ими важнейших решениях, представляющих интерес для другой Стороны.

Статья 8

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.

Статья 9

Стороны по запросам друг друга будут обмениваться нормативно-правовыми документами по вопросам, имеющим отношение к сферам науки и высшего образования и представляющим взаимный интерес.

Статья 10

Стороны будут по запросам друг друга направлять информацию о своей деятельности, представляющую интерес для другой Стороны.

Статья 11

Участие каждой из Сторон в настоящем Соглашении не является приоритетным по отношению к другим аналогичным соглашениям и не ограничивает права Сторон на их участие в других соглашениях.

В процессе сотрудничества и реализации настоящего Соглашения Стороны будут рассматривать наиболее целесообразные и эффективные пути дальнейшего развития финансового и организационного взаимодействия.

Статья 12

Вся передаваемая друг другу финансовая, коммерческая и иная информация, связанная с деятельностью Сторон и их контрагентов в рамках настоящего Соглашения, будет считаться конфиденциальной. Информация, которую одна из Сторон относит к конфиденциальной и сообщила об этом другим Сторонам, является конфиденциальной для других Сторон.

Стороны обязуются соблюдать конфиденциальность всей информации, полученной в рамках настоящего Соглашения, и предпринимать все разумные меры для сохранения в строгой конфиденциальности всех данных, полученных после подписания настоящего Соглашения.

Конфиденциальная информация может быть предоставлена третьим лицам только с письменного согласия Сторон, а также руководству и служащим Сторон исключительно для целей участия Сторон в совместных проектах и программах.

В случае, если конфиденциальная информация станет известна третьим лицам из иных источников, Стороны не несут ответственности за разглашение такой информации.

Статья 13

Отношения, обусловленные данным соглашением, не влияют на юридическую самостоятельность Сторон настоящего Соглашения, в связи с осуществлением ими своей основной деятельности как самостоятельных юридических лиц.

Статья 14

Стороны не наделяются правом передачи, независимо от формы такой передачи, прав и обязанностей, вытекающих из настоящего Соглашения, третьим лицам без письменного согласия на такую передачу всех Сторон настоящего Соглашения.

Статья 15

Неурегулированные настоящим Соглашением вопросы, связанные с его исполнением, отражаются в Дополнениях к настоящему Соглашению, которые являются неотъемлемой его частью.

Статья 16

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

Статья 17

Если какое-либо из положений настоящего Соглашения утрачивает свою силу или значение, оставшаяся часть Соглашения сохраняется в силе, а недействующее положение заменяется положением, по возможности, более близким по целям или действию к первоначальному положению.

Статья 18

В случае реорганизации одной из Сторон права и обязанности по настоящему Соглашению переходят по взаимному согласию к правопреемнику реорганизуемой Стороны в полном объеме.

Статья 19

Настоящее Соглашение вступает в силу с момента его подписания Сторонами, действует в течение трех лет и может быть пролонгировано по соглашению Сторон на новый срок.

Настоящее Соглашение подписано в двух экземплярах на русском языке. Оба экземпляра имеют одинаковую силу.

Статья 20

Стороны обязуются воздерживаться от действий, наносящих моральный или материальный ущерб друг другу.

Статья 21

Настоящее Соглашение составлено в двух экземплярах по одному экземпляру для каждой из Сторон.

Президент Международной
ассоциации академий наук

Б. Е. Патон

Директор Российского научного центра
«Курчатовский институт»

М. В. Ковальчук

Национальная академия наук Беларуси

Совет Международной ассоциации академий наук

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

23 сентября 2009 г.

№ 199

г. Кишинев

О деятельности
Совета по книгоизданию при МААН

На базе Национальной академии наук Беларуси в Минске 16–18 сентября 2009 г. состоялась III Сессия Совета по книгоизданию при МААН (председатель – чл.-кор. РАН В. И. Васильев), в рамках которой проходил также и научный форум «Славянское книгопечатание и культура книги». Во время заседания Совета по книгоизданию (СКИ) при МААН был принят ряд решений, в том числе о проведении конкурса на лучший научно-издательский проект с подведением его итогов ежегодно в ходе Сессии СКИ при МААН.

Под эгидой Совета по книгоизданию при МААН на базе Российской академии наук в Москве 28–30 апреля 2009 г. прошла организованная Научным центром исследований истории книжной культуры РАН XII Международная научная конференция по проблемам книговедения «Наука о книге. Традиции и инновации».

Начато издание первого «Сводного каталога периодических изданий, выпускаемых академиями наук – членами МААН», а в феврале 2009 г. на Международной книжной ярмарке в Минске впервые была развернута единая экспозиция научной периодики академий наук – членов МААН на общем стенде под фризом СКИ при МААН. На III Сессии СКИ при МААН представлено доработанное и расширенное издание Сводного каталога, а также положительно оценены шаги, предпринятые Научно-издательским советом НАН Украины с целью активизации взаимного распространения научной периодики, издаваемой академиями наук – членами МААН.

Сформирован и начал свою работу Международный научно-редакционный совет журнала «Научная книга», организован выпуск Бюллетеня СКИ при МААН.

IV Сессию Совета по книгоизданию при МААН и приуроченную к ней Международную научную конференцию планируется провести в третьем квартале 2010 г.

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

1. Одобрить результаты работы Совета по книгоизданию при МААН, в частности по подготовке дополненного и расширенного издания Сводного каталога периодических изданий академий наук – членов МААН и организации их представления на международных книжных выставках.

2. Поддержать обращение Совета по книгоизданию при МААН в Федеральную службу по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций с целью упрощения процедуры получения разрешения на распространение на территории Российской Федерации периодических научных изданий, выпускаемых академиями наук – членами МААН.

3. Утвердить Положение о конкурсе на лучший научно-издательский проект академий наук – членов МААН, организованный по инициативе СКИ при МААН (приложение).

4. Просить академии наук и организации, входящие в МААН, обеспечить участие своих представителей в мероприятиях Совета по книгоизданию, запланированных на 2010 г.

Президент Международной ассоциации академий наук
академик НАН Украины

Б. Е. Патон

Приложение
к постановлению Совета МААН
от 23 сентября 2009 г. № 199

Одобрено
решением III Сессии Совета
по книгоизданию
при Международной
ассоциации академий наук
(Минск, 16–18 сентября 2009 г.)

ПОЛОЖЕНИЕ

о Международном конкурсе «Научная книга» Международной ассоциации академий наук на лучший научно-издательский проект

Раздел I. Общие положения

1.1. Международный конкурс «Научная книга» Международной ассоциации академий наук (МААН, далее – конкурс) проводится ежегодно по поручению МААН Советом по книгоизданию в целях:

- расширения международного сотрудничества книгоиздателей, работающих в структурах национальных академий наук (или в их интересах);
- повышения культуры научного книгоиздания и развития книжной культуры в государствах, академии наук и научные организации которых входят в МААН;
- популяризации лучших достижений научного книгоиздания государств, академии наук и научные организации которых входят в МААН;
- активизации обмена научными и культурными ценностями между государствами, академии наук и научные организации которых входят в МААН.

1.2. Учредителем конкурса является МААН в лице Совета по книгоизданию при МААН (СКИ, далее – Совет).

1.3. В конкурсе участвуют академические (научные) издательства академий наук – членов МААН, научные издательства (отделы) академических и национальных библиотек, научных центров, организаций и высших учебных заведений, сотрудничающих с Советом.

Раздел II. Организация и проведение конкурса

2.1. Организация и проведение конкурса осуществляется по поручению Совета МААН членом МААН, определенным на Сессии Совета в году, предшествующем году проведения очередного конкурса, или в государстве, где по постановлению Совета МААН находится Рабочий аппарат СКИ. До принятия специального решения Совета членом МААН – организатором конкурса является Российская академия наук.

2.2. На конкурс выдвигаются издания, вышедшие под грифом национальных академий наук и упомянутых в п. 1.3 организаций и структур, за период, прошедший с последнего заседания жюри предшествующего года. Издания на конкурс принимаются не позднее, чем за месяц до первого дня заседания жюри текущего года.

2.3. Издания представляются на конкурс в одном или двух экземплярах и не подлежат возврату и оплате. Каждый участник конкурса может представить не более одного издания в каждую конкурсную номинацию.

2.4. К представлению на конкурс издания прилагаются:

- книги-номинанты в количестве одного экземпляра (по возможности – двух экземпляров) каждого представляемого на конкурс издания;
- справка на русском языке об издании, представляемом на конкурс (название, сведения об авторах, аннотация, выходные данные).
- рецензии/отзывы в печати и письмах, дающие национальную и международную оценку изданию.

2.5. Выдвижение изданий на конкурс, их отправку (доставку) осуществляют научно-издательские советы, издательства и издающие организации национальных академий наук – членов МААН, организаций и структур, упомянутых в п. 1.3.

Раздел III. Номинации конкурса

3.1. Конкурс проводится по следующим номинациям:

«СОДРУЖЕСТВО – национальная история и история науки» – научные издания, посвященные историческому и современному взаимодействию и взаимообогащению научных потенциалов и культур, представляющие весь спектр научного сотрудничества государств, академии наук и научные организации которых входят в МААН;

«ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ» – издания, освещающие результаты научного поиска ученых-гуманитариев национальных академий наук, организаций и структур, упомянутых в п. 1.3;

«ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ» – издания по естественнонаучной тематике, отражающие наиболее значимые достижения национальных академий наук, организаций и структур, упомянутых в п. 1.3;

«НАУКА О КНИГЕ» – издания по истории, современному состоянию и развитию науки о книге, исследованиям в области книжной культуры;

ГРАН-ПРИ Международного конкурса «НАУЧНАЯ КНИГА» – уникальные фундаментальные научные издания, ставшие важнейшим событием конкурсного года в национальном научном книгоиздании, международном академическом сообществе.

3.2. Оргкомитет конкурса ежегодно (в зависимости от приоритетных направлений национального научного книгоиздания, совместных юбилейных дат стран СНГ и членов МААН) может вносить изменения и дополнения в номинации конкурса.

3.3. В рассматриваемых на конкурсе изданиях учитываются:

- содержательный аспект издания, подготовка научно-справочного аппарата;
- общенаучная и профессиональная значимость издания;
- редакционно-издательская подготовка издания;
- подготовка иллюстративного материала;
- оригинальность дизайнерского решения и соответствие художественного решения содержанию, читательскому и целевому назначению издания;
- качество полиграфического исполнения.

Раздел IV. Работа Организационного комитета, Международного жюри, порядок голосования и определения победителей конкурса

4.1. Заседания Международного жюри проводятся в городе, предложенном организатором конкурса. Торжественная церемония награждения победителей конкурса проводится в рамках очередной Сессии Совета.

4.2. Составы Организационного комитета (далее Оргкомитет) и Международного жюри (далее жюри) конкурса формируются по предложениям участников конкурса из числа ученых, специалистов издательского дела и полиграфистов, входящих в Совет, с последующим утверждением Председателем Совета. Члены Оргкомитета и жюри в каждом из членов МААН – участников конкурса проводят предварительный просмотр, анализ и отбор изданий для их участия в конкурсе. Перед началом заседания жюри избирает Председателя жюри, который представляет организатора конкурса.

4.3. В работе жюри и голосовании по книгам, представленным на конкурс, имеют право принимать участие один–три члена жюри от каждого государства (представителей национальной академии наук и других организаций, упомянутых в п. 1.3), но строго по принципу «одно государство – один голос», кроме государства, где проводится конкурс – ему предоставляется два голоса.

4.4. Голосование проходит в два тура. Первый тур (рейтинговое голосование) осуществляется на основе открытого обсуждения членами жюри изданий, представленных на конкурс. После этого члены жюри проставляют в розданном бюллетене знак «+» напротив тех книг, которые по их мнению, должны войти в основной бюллетень для голосования. В каждой номинации каждый член жюри может отметить не более трех книг. Заполненные бюллетени подписываются членами жюри и сдаются в счетную комиссию, которую формирует организатор конкурса.

По итогам рейтингового голосования в каждой номинации жюри отбирает три издания из числа набравших наибольшее количество голосов (при равенстве поданных голосов число изданий может быть больше) для включения в бюллетень для основного голосования (шорт-лист).

4.5. Во втором туре (основном голосовании) из трех изданий-номинантов в каждой номинации выбирается одно издание-победитель. В ходе голосования члены жюри осуществляют оценку изданий в бюллетенях по девяти-балльной шкале от 1,0 до 5,0 баллов (1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0). Непроставление оценки напротив названия или поставление оценки, отличной от заданных, не допускается. В противном случае бюллетень считается недействительным. Заполненные бюллетени подписываются членами жюри и сдаются в счетную комиссию.

В целях достижения полной объективности и беспристрастности голосования в обоих турах все члены жюри, за исключением Председателя, не имеют права голосовать за издания, поданные на конкурс участником, которого они представляют.

4.6. В случае отсутствия изданий, сразу выдвинутых или претендующих на участие в номинации «ГРАН-ПРИ», эти издания выбираются из книг, набравших при рейтинговом голосовании наибольшее количество баллов в других номинациях.

4.7. Итоги конкурса подводит жюри конкурса и утверждает Председатель Совета. Утвержденный Протокол заседания жюри рассылается в национальные академии наук и организации, входящие в МААН.

Раздел V. Награждение победителей конкурса и подведение его итогов

5.1. Издательства и издающие организации – победители конкурса во всех номинациях награждаются дипломами, а победитель в главной номинации («ГРАН-ПРИ») – дипломом и памятной статуэткой.

5.2. Церемония награждения победителей конкурса проводится на сессиях СКИ при МААН в торжественной обстановке с привлечением СМИ.

5.3. Материалы об итогах конкурса рассылаются в академии наук и организации, входящие в МААН, публикуются в журнале «Научная книга», а также передаются СМИ и всем заинтересованным организациям после проведения торжественной церемонии награждения победителей.

5.4. Издания, удостоенные наград конкурса, представляются на международных книжных выставках-ярмарках, после чего передаются на безвозмездной основе МААН (через НИСО НАН Украины) для популяризации деятельности Совета.

Совет Международной ассоциации академий наук**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

23 сентября 2009 г.

№ 201

г. Кишинев

О Меморандуме о взаимопонимании
и намерениях между МААН
и Межгосударственным фондом
гуманитарного сотрудничества
государств – участников СНГ

С целью налаживания и развития отношений равноправного и конструктивного взаимодействия МААН и Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ подготовлен к подписанию Меморандум о взаимопонимании и намерениях между Международной ассоциацией академий наук и Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников Содружества Независимых Государств (прилагается)

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:
уполномочить президента МААН академика НАН Украины Б. Е. Патона подписать упомянутый Меморандум от имени МААН.

**Президент Международной ассоциации академий наук
академик НАН Украины**

Б. Е. Патон**МЕМОРАНДУМ****о взаимопонимании между Международной ассоциацией академий наук
и Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества
государств – участников Содружества Независимых Государств**

Международная ассоциация академий наук (далее именуемая МААН) и Межгосударственный фонд гуманитарного сотрудничества государств – участников Содружества Независимых Государств (далее именуемый МФГС), совместно именуемые далее «Стороны»,

учитывая положения Договора о создании Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств – участников Содружества Независимых Государств от 25 мая 2006 г. и Соглашения о создании Международной ассоциации академий наук от 23 сентября 1993 г.,

движимые стремлением к налаживанию и развитию отношений равноправного и конструктивного сотрудничества между Сторонами, руководствуясь целями и задачами Сторон, достигли взаимопонимания в следующем:

1. Стороны будут осуществлять сотрудничество для достижения общих целей в гуманитарной сфере, в первую очередь в области науки и образования, культуры, работы с молодежью.

2. Сотрудничество Сторон в рамках настоящего Меморандума будет осуществляться с учетом основополагающих документов Сторон, а также других документов, действующих в МААН и МФГС.

3. Стороны в целях развития сотрудничества в областях, указанных в пункте 1 настоящего Меморандума, будут содействовать разработке совместных программ и мероприятий, которые рассматриваются и утверждаются полномочными органами Сторон в установленном порядке.

4. Реализация совместных программ и мероприятий, утвержденных органами Сторон, производится на основании дополнительных документов, согласованных органами Сторон в установленном порядке и включающих меры по их выполнению.

В каждом конкретном случае финансирование совместных программ и мероприятий по направлениям, предусмотренным настоящим Меморандумом, будет осуществляться на основании дополнительных документов, согласованных органами Сторон в установленном порядке.

5. Стороны на основе взаимной договоренности будут регулярно обмениваться информацией по совместным программам и мероприятиям, документами по вопросам, представляющим взаимный интерес, а также проводить соответствующие консультации.

6. Стороны вправе:

– ссылаться на установленные отношения в документах по совместным программам и проектам, представляющим взаимный интерес;

– упоминать об установленных отношениях в информационных материалах, бюллетенях, отчетах, справках, официальных ссылках, сообщениях для прессы, интервью и т. п.

7. Представители Сторон по взаимной договоренности могут приглашаться для участия в мероприятиях, проводимых МААН и МФГС, а также на заседания их органов.

8. Ни одна из Сторон не будет использовать и не будет давать разрешения никакой третьей стороне на использование наименования, сокращенного наименования или официальной эмблемы друг друга для рекламных, популяризаторских или других целей, не получив на то письменного разрешения от другой Стороны.

9. По взаимному согласию в настоящий Меморандум могут быть внесены изменения, которые оформляются соответствующим протоколом.

10. Настоящий Меморандум о взаимопонимании и намерениях вступает в силу с момента его подписания Сторонами.

Совершено в Кишиневе, 24 сентября 2009 г. в двух экземплярах на русском языке, причем оба текста имеют одинаковую силу.

Один экземпляр хранится в МААН, другой – в МФГС.

За Международную ассоциацию академий наук

Б. Е. Патон

За Межгосударственный фонд гуманитарного сотрудничества государств – участников Содружества Независимых Государств

М. Е. Швыдкой

Совет Международной ассоциации академий наук**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

23 сентября 2009 г.

г. Кишинев

№ 202

О совместных проектах МААН и МФГС

В связи с подготовкой к подписанию Меморандума о взаимопонимании и намерениях между Международной ассоциацией академий наук и Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ (МФГС) для установления между МААН и МФГС партнерских отношений на постоянной основе МФГС предложил МААН определиться с совместными конкретными проектами для их реализации, в частности в 2010 г., объявленном Годом науки и инноваций в СНГ. Так, МФГС рассчитывает на участие МААН в организации в 2010 г. конкурса для молодых ученых СНГ на соискание премии «Содружество дебютов». МФГС ожидает также встречных предложений МААН по выполнению совместных проектов.

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

1. Поддержать предложение МФГС о подготовке и реализации совместных конкретных проектов МААН и МФГС.

2. Подтвердить участие МААН в организации и проведении в 2010 г. международной конференции по перспективам научно-технического сотрудничества СНГ, внесенной МФГС в План приоритетных мероприятий в сфере гуманитарного сотрудничества государств – участников СНГ на 2009–2010 гг.

3. Принять предложение МФГС об участии МААН в организации в 2010 г. конкурса молодых ученых СНГ на соискание премии «Содружество дебютов» (участие в разработке регламента конкурса, подготовке рекомендаций по составу жюри, кандидатурам номинантов конкурса). Обратит внимание МФГС, что МААН является неправительственной организацией и участие академий наук, входящих в Ассоциацию, в организации национальных конкурсов молодых ученых на соискание упомянутой премии будет определяться нормативными документами, регламентирующими проведение этих конкурсов в соответствующих государствах Содружества.

Считать целесообразным изучить возможность награждения победителей конкурса на соискание премии «Содружество дебютов» медалью МААН «За содействие развитию науки» с дипломом.

4. Предложить МФГС рассмотреть возможность участия Фонда в организации под эгидой МААН в 2010 г. в Енакиево (Донбасс, Украина) международной научно-практической конференции на тему «Технические музеи как инструмент сохранения исторического наследия и важный элемент развития

мировой цивилизации», проводимой для оказания мировой поддержки созданию в Енакиево политехнического музея «Украинский техноленд».

Принять к сведению, что идея проведения упомянутой конференции принадлежит Московскому политехническому музею, по мнению которого организация «Украинского техноленда» должна позволить сохранить как часть мировой цивилизации историю создания, начиная с середины XIX в., на территории дореволюционной России, позже Советского Союза, а сейчас государств СНГ уникального промышленного комплекса.

Просить НАН Украины подготовить для передачи МФГС необходимые материалы по данному проекту для изучения и принятия Фондом решения.

5. Считать необходимым продолжить работу по подготовке предложений по совместным проектам МААН и МФГС.

Просить академии наук и организации, входящие в МААН, направлять соответствующие предложения по совместным проектам с МФГС президенту МААН.

**Президент Международной
ассоциации академий наук
академик НАН Украины**

Б. Е. Патон

Совет Международной ассоциации академий наук**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

23 сентября 2009 г.

г. Кишинев

№ 203

О Научном совете по науковедению

С целью развития сотрудничества ученых стран СНГ в области исследований и разработок по проблемам науковедения, истории науки и техники, философии и социологии науки, принимая во внимание их актуальность и важность для реализации государствами политики перехода к формированию гражданского общества, основанного на знаниях, решения задач инновационного развития национальных экономик и социально-политического обустройства общества,

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

1. Создать при Международной ассоциации академий наук Научный совет по науковедению (далее – Совет).

2. Одобрить основные задачи и направления деятельности Совета, его структуру.

3. Назначить сопредседателями Совета Иванова Владимира Викторовича – доктора экономических наук, начальника Научно-организационного управления Президиума Российской академии наук, Малицкого Бориса Антоновича – доктора экономических наук, директора Центра исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г. М. Доброва НАН Украины, Семенова Евгения Васильевича – доктора философских наук, директора Научно-исследовательского института экономики, политики и права в научно-технической сфере.

4. Просить академии наук и организации, входящие в МААН, делегировать своих представителей в состав Совета.

5. Сопредседателям Совета подготовить персональный его состав, Положение о Научном совете по науковедению для их утверждения на очередном заседании Совета МААН.

6. Просить Российскую академию наук и Национальную академию наук Украины оказывать содействие в организационно-технической деятельности Совета.

**Президент Международной
ассоциации академий наук
академик НАН Украины**

Б. Е. Патон

Основные задачи и направления деятельности Научного совета по науковедению, его структура

Содействие развитию сотрудничества ученых-научковедов стран СНГ, научных коллективов и учреждений академий наук – членов МААН и организаций – ассоциированных членов МААН по исследованию теоретических и прикладных проблем в области науковедения, методологии и социологии науки, истории науки и техники. Использование в этих целях, наряду с традиционными формами научной коммуникации, современных информационно-коммуникационных технологий.

Координация исследовательских программ в области науковедения, методологии и социологии науки, истории науки и техники, планирование и организация совместных работ.

Выявление приоритетных направлений исследований в области науковедения и экспертиза предполагаемых и осуществляемых работ.

Содействие созданию и совместному использованию межакадемических, межведомственных, межгосударственных организационных и информационно-коммуникационных структур и систем, имеющих целью проведение исследований, осуществление мониторинга реализации научной, научно-технологической, инновационной политики стран СНГ; прогнозирование и мониторинг приоритетных направлений научных исследований, технологических разработок и научно-технических инноваций; проведение научной и научно-технической экспертизы; анализ и разработку предложений по повышению научной продуктивности ученых и исследовательских коллективов, цитирования научных публикаций и признания международного авторитета журналов и научных изданий академий наук и организаций, входящих в МААН; исследования и мониторинг процесса формирования единого научного пространства стран СНГ, интеграции науки и образования, подготовки и миграции научных кадров.

Содействие информированию научной общественности стран СНГ о результатах исследований, проводимых учеными научных учреждений академий наук и организаций, входящих в МААН, по актуальным проблемам науковедения. Координация совместных информационно-коммуникационных и издательских проектов. Издание международного печатного органа Совета.

Совет формирует секции по основным направлениям теоретического и прикладного науковедения: научному потенциалу и научно-инновационной политике, философии и социологии науки, истории науки и техники.

Совет Международной ассоциации академий наук**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

23 сентября 2009 г.

№ 205

г. Кишинев

О награждении серебряной медалью МААН
«За содействие развитию науки»

В Минске 23 января 2009 г. состоялось празднование 80-летнего юбилея Национальной академии наук Беларуси. Во время торжеств президентом МААН была вручена председателю Президиума НАН Беларуси М. В. Мясниковичу медаль Ассоциации «За содействие развитию науки» за его большой вклад в развитие международного научного сотрудничества.

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

Принять к сведению информацию президента МААН о награждении М. В. Мясниковича медалью МААН «За содействие развитию науки».

**Президент Международной
ассоциации академий наук
академик НАН Украины**

Б. Е. Патон

Совет Международной ассоциации академий наук

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

23 сентября 2009 г.

№ 206

г. Кишинев

О подготовке плана мероприятий МААН

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

1. Одобрить прилагаемые предложения научных советов МААН к Плану мероприятий, проводимых по линии Ассоциации в 2010 г. (далее – План мероприятий МААН).

2. Просить академии наук и организации, входящие в МААН, направить в течение месяца в аппарат Совета Ассоциации предложения для формирования Плана мероприятий МААН и его утверждения президентом Ассоциации.

Президент Международной
ассоциации академий наук
академик НАН Украины

Б. Е. Патон

Предложения

к плану мероприятий, проводимых по линии МААН в 2010 г.

Название мероприятия	Организаторы проведения	Время проведения	Место проведения
Сессия Научного совета МААН по новым материалам	Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины	Май	Киев, Украина
Сессия Объединенного научного совета по фундаментальным географическим проблемам при МААН в рамках Международной конференции «Инновационный и интеграционный потенциал регионов СНГ»	Учреждение Российской академии наук Институт географии РАН	Сентябрь	Владикавказ, Республика Северная Осетия Российской Федерации
Издание материалов конференции (докладов)	Редакция журнала Известия РАН. Серия географическая	Ноябрь – декабрь	Москва, Российская Федерация
Заседание Совета директоров научных библиотек и информационных центров академий наук – членов МААН	Национальная библиотека Украины им. В. И. Вернадского	Октябрь	Киев, Украина

Окончание таблицы

Издание восьмого выпуска международного научно-практического и теоретического сборника «Библиотеки национальных академий наук: проблемы функционирования, тенденции развития»	Национальная библиотека Украины им. В. И. Вернадского, Совет директоров научных библиотек и информационных центров академий наук – членов МААН	В течение года	
Годичное общее собрание Секции по проблемам функциональных материалов электронной техники Научного совета по новым материалам	Будут определены в ноябре 2009 г.	Октябрь – ноябрь 2010 г.	Будет определено в ноябре 2009 г.
IV Сессия Совета по книгоизданию при МААН	Уточняются	III квартал 2010 г.	Уточняется

Совет Международной ассоциации академий наук

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

23 сентября 2009 г.

№ 207

г. Кишинев

О предложении ректора МГУ
академика РАН В. А. Садовниченко

Ректор Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова академик РАН В. А. Садовниченко проинформировал членов Совета МААН о том, что очередной V Форум творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ состоится в 2010 г. в Москве. В связи с этим им было предложено во время работы V Форума провести в здании Фундаментальной библиотеки МГУ совместное заседание Евразийской ассоциации университетов и Международной ассоциации академий наук, на котором обсудить актуальные проблемы науки и образования.

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

Поддержать предложение ректора МГУ академика РАН В. А. Садовниченко о проведении в 2010 г. в Москве во время работы V Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ совместного заседания Евразийской ассоциации университетов и Международной ассоциации академий наук.

Просить президента Евразийской ассоциации университетов академика РАН В. А. Садовниченко и президента МААН академика НАН Украины Б. Е. Патона принять необходимые меры по подготовке упомянутого совместного заседания.

Президент Международной
ассоциации академий наук
академик НАН Украины

Б. Е. Патон

Совет Международной ассоциации академий наук**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

23 сентября 2009 г.

№ 208

г. Кишинев

О проекте Резолюции
IV Форума творческой
и научной интеллигенции
государств – участников СНГ
в связи с 65-летием Победы
в Великой Отечественной войне

Заслушав выступление директора Института всеобщей истории Российской академии наук академика РАН А. О. Чубарьяна о проекте Резолюции IV Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ в связи с 65-й годовщиной Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов,

Совет Международной ассоциации академий наук постановляет:

Поддержать проект Резолюции IV Форума творческой и научной интеллигенции государств – участников Содружества Независимых Государств в связи с 65-й годовщиной Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 годов (прилагается).

Президент Международной
ассоциации академий наук
академик НАН Украины

Б. Е. Патон

РЕЗОЛЮЦИЯ

**IV Форума творческой и научной интеллигенции
государств – участников Содружества Независимых Государств
в связи с 65-й годовщиной Победы в Великой Отечественной
войне 1941–1945 годов**

г. Кишинев

25 сентября 2009 г.

В преддверии празднования 65-й годовщины Великой Победы в Кишиневе состоялся IV Форум творческой и научной интеллигенции государств – участников Содружества Независимых Государств.

1. Было отмечено, что развязанная фашизмом война явилась тягчайшим преступлением против человечества, реальной угрозой для существования

не только государственности, но и национальных и социокультурных ценностей наших народов. Великая Отечественная война против фашистской агрессии носила освободительный характер, была самой справедливой и героической в истории народов стран СНГ. Именно СССР, который вел на своей территории основные боевые действия, понес в ходе войны самые большие потери и сыграл решающую роль в разгроме фашизма. Великая Победа стала возможной благодаря мужеству, стойкости, героизму народов наших стран, их духовному и нравственному превосходству над противником, общим гуманистическим ценностям и решимости отстаивать свою независимость, идеалы свободы и мира.

2. Важнейший урок минувшей войны состоит в том, что только коллективными усилиями всех стран, всех людей доброй воли можно эффективно противостоять и современным общим угрозам человечеству — ксенофобии, нетерпимости, экстремизму и терроризму, военным авантюрам, возрождению идеологии фашизма и распространению его идей.

3. Участники Форума убеждены, что одной из важнейших задач интеллигенции стран Содружества является содействие правдивому отображению истории Второй мировой и Великой Отечественной войн, нейтрализации силами культуры, науки и образования попыток фальсификации ее событий и итогов.

Считаем также важным всемерно, совместными усилиями бороться с попытками превратить историю в инструмент политического давления и разобщения народов. Воспитывать уважительное отношение к общей исторической памяти как важной предпосылке партнерского сотрудничества наших государств и народов.

Участники рекомендуют профессиональному сообществу (прежде всего, ученым-историкам) широко вводить в научный оборот новые документы, опровергающие ложные трактовки о войне. Активно участвовать в проводимых к юбилею Победы международных конференциях и привлекать к ним внимание широкой общественности (международная научно-практическая конференция «Правда и ложь о Великой Победе», международная научная конференция «Война. Народ. Победа» и др.).

4. С учетом проходящего сейчас в Содружестве Года молодежи особо отмечена необходимость активной работы государственных органов, общественности и средств массовой информации стран СНГ по воспитанию у подрастающего поколения гордости за великий подвиг народов наших стран в борьбе с фашизмом, передаче потомкам наших общих гуманистических ценностей, общей памяти и духа исторического родства.

5. Самой высокой оценки и активной поддержки заслуживает деятельность молодежных поисковых отрядов, в которых участвуют представители разных стран СНГ, по сохранению и увековечению памяти воинов, павших в годы Великой Отечественной войны.

6. Участники поддерживают деятельность государств и созданных ими организаций, действующих на пространстве СНГ (Исполнительного комитета СНГ при участии Координационного совета Международного союза «Содружество общественных организаций и ветеранов (пенсионеров) независимых

государств»), в т. ч. в рамках Плана мероприятий по празднованию 65-летия Победы. Призываем структуры Содружества, отвечающие за информационную деятельность, и СМИ стран СНГ уделить должное внимание программам, в т. ч. просветительским для молодежи о Великой Отечественной войне.

7. Участники Форума подтверждают готовность активно содействовать реализации различных межгосударственных мероприятий в рамках СНГ, посвященных юбилею Победы. Поддерживаем инициативу объявить 2010 год в Содружестве Годом ветеранов Великой Отечественной войны 1941–1945 годов [и провести его под лозунгом «Мы победили вместе»].

8. Участники Форума отметили уникальный характер созданных представителями наших народов художественных произведений о Великой Отечественной войне, которые по праву вошли в сокровищницу мировой культуры.

9. Участники рекомендуют МФГС продолжить реализацию намеченных и поддержать новые проекты. В их числе деятельность Межгосударственного Союза поисковых отрядов стран СНГ, проведение 9 мая 2010 г. телемарафона «Наша Победа» (при участии МТРК «Мир»), различных международных конференций, вручение специальной премии «Звезды Содружества», выступления в апреле–мае 2010 г. Молодежного симфонического оркестра СНГ, а также проведение летней школы молодых гуманитариев, фестиваля песен военных лет, конкурсов детских сочинений, рисунков и фотографий и другие мероприятия, приуроченные к Юбилею Победы.

О Б Р А Щ Е Н И Е

Международной ассоциации академий наук к главам государств – участников СНГ

23 сентября 2009 г. в Кишиневе состоялось заседание Совета Международной ассоциации академий наук (МААН), на котором были обсуждены насущные проблемы состояния и развития науки в условиях глобального финансового и экономического кризиса.

Участники заседания отметили:

исключительную роль и значение передовой науки, качественного образования, инноваций в решении жизненно важных проблем современного общества, обеспечении стабильного экономического и социального развития стран;

необходимость изучения и творческого использования опыта экономически развитых стран мира по выходу из глобального кризиса путем увеличения инвестиций в науку и образование, использования высокотехнологических инноваций в отраслях экономики;

стремление научного сообщества к тесному и плодотворному сотрудничеству с властными структурами в решении крупных социально-экономических проблем.

МААН надеется на понимание властными структурами роли достижений фундаментальной науки в инновационном развитии экономики, исключительного значения государственных академий наук в организации и проведении фундаментальных исследований. Новые принципиальные прорывы в развитии технологий можно ожидать именно за счет интенсификации фундаментальных исследований. Поэтому МААН выражает надежду, что в странах СНГ в качестве одной из ключевых антикризисных мер будет предусмотрено увеличение инвестиций в сферу науки. Важно также, чтобы государства приняли неотложные меры по воссозданию производств для внедрения новых технологий и получения конкурентоспособного продукта. По мнению МААН, реализация такой стратегии позволит странам СНГ обеспечить конкурентоспособность при выходе из кризиса.

МААН также считает, что преодолению кризиса будет способствовать расширение сотрудничества стран СНГ в сфере науки. В связи с этим МААН высоко оценивает Решение Совета глав государств СНГ «Об Обращении Совета Международной ассоциации академий наук», принятое 5 октября 2007 г. в Душанбе, во исполнение которого Исполнительным комитетом СНГ совместно с МААН были выработаны (Бишкек, 1–3 октября 2008 г.) конструктивные предложения по активизации сотрудничества государств – участников СНГ в области фундаментальной и прикладной науки. Просим Вашего содействия в организации масштабной государственной поддержки их реализации.

Учитывая, что 2010 г. объявлен в СНГ Годом науки и инноваций, обращаемся также с просьбой принять эффективные меры, направленные на повышение в обществе престижа труда ученого, привлечение и закрепление в сфере науки молодых талантов.

По поручению Совета Международной ассоциации академий наук

**Президент МААН
академик**

Б. Е. Патон

23 сентября 2009 г.

Национальная академия наук Беларуси

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

УДК 539.26

А. И. БЕНЕДИКТОВИЧ, И. Д. ФЕРАНЧУК

ДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ДИФРАКЦИИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧАСТИЧНО РЕЛАКСИРОВАННЫХ СТРУКТУРАХ

Белорусский государственный университет

(Поступила в редакцию 17.03.2009)

Решена задача о вычислении двумерных профилей распределения интенсивности (карт в обратном пространстве) для дифракционного отражения рентгеновского излучения от кристаллической структуры с частично релаксированными слоями. Исследовано влияние дополнительных гармоник волнового поля, возникающих из-за различия тангенциальных проекций векторов обратной решетки в разных слоях, на формирование профилей. Показано, что двумерное распределение интенсивности можно находить в рамках динамической теории дифракции при использовании матричного метода для решения граничной задачи, который позволяет вычислять амплитуды волновых полей при любой геометрии дифракции. Проведено сравнение теоретически рассчитанных карт с экспериментальными данными.

Формулировка задачи. Кристаллические твердые растворы и созданные на их основе многослойные структуры и сверхрешетки с характерными размерами неоднородностей в нанометровом диапазоне являются важнейшими элементами современных полупроводниковых технологий [1]. Одним из основных методов неразрушающего исследования параметров подобных структур (толщины слоев, степени релаксации и фазового состава твердых растворов, градиента деформации и др.) является рентгеновская дифрактометрия высокого разрешения (РДВР) [2]. При теоретическом анализе спектров РДВР расчет волновых полей в каждом слое, как правило, основан на двухволновом приближении динамической теории дифракции (ДТД) [3]. Амплитуды волн определяются либо с помощью рекуррентных матричных уравнений [4], либо в результате решения приближенных уравнений Такаги–Таупина [5; 6], причем в обоих подходах для этого используются граничные условия, вытекающие из непрерывности полей [3].

Следует, однако, отметить, что использование стандартных граничных условий в рамках ДТД для полей в многослойных кристаллических структурах с различными размерами элементарных ячеек связано с некоторыми проблемами, которые в настоящее время исследованы недостаточно полно. Действительно, рассмотрим границу между двумя кристаллами в плоскости дифракции, которая определяется волновым вектором \vec{k} падающей волны и вектором нормали к поверхности \vec{N} , параллельным оси z . Ось x направлена вдоль поверхности, соответствующей плоскости $z = 0$. В компланарном случае, который будет рассматриваться в дальнейшем, волновые векторы \vec{k}_S и \vec{k}_L волн, возникающих в результате дифракции в субстрате (S) и слое (L), также лежат в плоскости дифракции. Они соответствуют отражениям на кристаллографических плоскостях, определяемых векторами обратной решетки \vec{h}_S и \vec{h}_L (рис. 1). Постоянные решетки $a_L, c_L; a_S, c_S$ в обоих кристаллах в общем случае не совпадают (рассматриваем для простоты кристаллы с тетрагональной элементарной ячейкой). Для характеристики отличий между этими постоянными вводятся безразмерные параметры — тангенциальный ξ_{\parallel} и нормальный ξ_{\perp} мисматчи

$$\xi_{\parallel}^R = \frac{a_L^R - a_S}{a_S}; \quad \xi_{\perp}^R = \frac{c_L^R - c_S}{c_S}. \quad (1)$$

Здесь индекс R относится к так называемому релаксированному слою, для которого параметры ячейки имеют такие же значения, как у соответствующего кристалла в свободном состоянии. Однако в общем случае реальные параметры a_L, c_L многослойных структур зависят от условий их формирования и не равны a_L^R, c_L^R . Деформация ячейки слоя происходит из-за взаимодействия с субстратом и описывается параметром релаксации R и мисматчами, не совпадающими с их значениями в релаксированных структурах

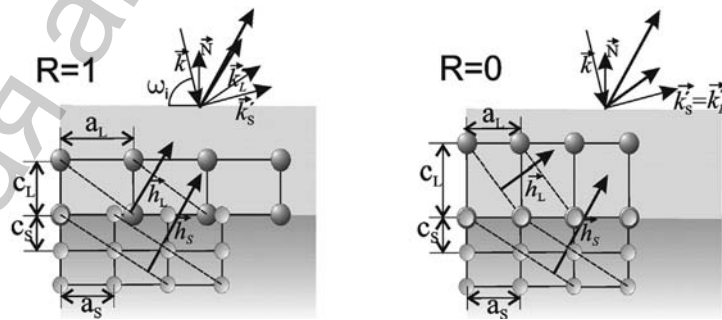


Рис. 1. Схема дифракции на релаксированных и псевдоморфных структурах

$$R = \frac{a_L - a_S}{a_L^R - a_S}; \xi_{\parallel} = \frac{a_L - a_S}{a_S}; \xi_{\perp} = \frac{c_L - c_S}{c_S}. \quad (2)$$

Параметр релаксации изменяется в пределах от $R = 1$ (релаксированный слой, $\xi_{\parallel} = \xi_{\parallel}^R$) до $R = 0$, т. е. $a_L = a_S$; $\xi_{\parallel} = 0$, что соответствует так называемым псевдоморфным структурам. Следует также отметить, что деформация элементарной ячейки кристалла происходит без изменения ее объема, так что величины ξ_{\parallel} и ξ_{\perp} могут быть выражены друг через друга с помощью коэффициента Пуассона ν . В частности, в случае тетрагональных ячеек это соотношение имеет следующий вид [1]:

$$\frac{c_L - c_L^R}{c_L^R} = -\frac{2\nu}{1 - \nu} \frac{a_L - a_L^R}{a_L^R}. \quad (3)$$

Как известно, эпитаксиальные пленки имеют достаточно сложное микроскопическое строение, обусловленное возникновением дислокаций на их границах [7]. В рамках кинематической теории дифракции анализ формирования дифракционных профилей с учетом дислокаций был рассмотрен в монографии [7] и недавно существенно дополнен в работах [8; 9]. В то же время и сравнительно простой метод теоретического анализа профилей РДВР от многослойных структур, основанный на использовании одного феноменологического параметра R в рамках ДТД также оказывается весьма эффективным [10; 11]. Однако применение такого подхода является обоснованным для описания дифракции только в псевдоморфных многослойных структурах, так как в этом случае проекции векторов обратной решетки на поверхности разделов для всех слоев одинаковы: $h_x^0 = h_{Sx} = h_{Lx} = \dots$ (рис. 1). Это позволяет разделить переменные в уравнениях Максвелла и свести задачу к решению последовательности одномерных дифференциальных уравнений [4–6]. При этом компоненты волновых векторов дифрагированных волн для всех слоев также одинаковы и лежат в узком угловом интервале $\Delta k_x / k_x \sim 1 / k_0 L_{\parallel} \sim 10^{-7}$ вблизи значения $k_x = k_x + h_x^0$. Следовательно, продольная компонента переданного волнового вектора $\vec{q} = \vec{k}' - \vec{k}$ при изменении \vec{k} сосредоточена вблизи одного значения (рис. 1):

$$q_x = k'_x - k_x = h_x^0. \quad (4)$$

В том случае, когда дифракция происходит на структуре с частично релаксированным слоем ($0 < R < 1$), величины $a_L \neq a_S$; $\xi_{\parallel} \neq 0$, т. е. $h_{Sx} \neq h_{Lx}$. Это означает, что тангенциальные компоненты волновых векторов не совпадают $k'_{xS} \neq k'_{xL}$, т. е. волны, отраженные от субстрата и слоя, распространяются в различных направлениях. Поэтому для обеспечения непрерывности полей на границе необходимо

учитывать дополнительные гармоники $\sim \exp[i l (h_{Sx} - h_{Lx}) x]$, $l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, обусловленные изменением продольного периода решетки (рис. 2). Задача определения амплитуд этих гармоник, удовлетворяющих бесконечной системе связанных алгебраических уравнений, в рамках матричного метода ДДТ впервые была рассмотрена в [12] для случая малоугловой геометрии дифракции. Однако решение было исследовано только численно и в приближении $\xi_{\perp} = 0$, которое не выполняется для реальных систем в силу условия (3). Другой подход к этой проблеме, основанный на уравнениях Такаги–Таупина, рассмотрен в статье [13].

В настоящей работе проведено исследование задачи рентгеновской дифракции на частично релаксированных многослойных структурах в рамках ДТД и решен ряд проблем, актуальных для РДВР. В частности, во всем диапазоне изменения тангенциального мисматча найдено приближенное аналитическое решение для амплитуд волн в слоях, которое обеспечивает точность, достаточную для анализа реальных дифракционных профилей. Это позволило реализовать эффективный метод теоретического расчета карт распределения интенсивности излучения в обратном пространстве, определяемом компонентами рассеянного волнового вектора. В настоящее время подобные карты широко распространены в экспериментах по РДВР, однако их теоретическое моделирование связано с достаточно громоздкими численными расчетами [13]. Предложенный в работе подход упрощает решение этой задачи и позволяет определять наиболее существенные параметры многослойных кристаллических структур, как это показано для конкретного эксперимента. Показано, что теоретическая симуляция карты позволяет установить связь между макроскопическими параметрами эпитаксиальных слоев и микроскопическими характеристиками дислокаций, а также получить оценку для статического фактора Дебая в слоях.

Расчет амплитуд гармоник, обусловленных тангенциальным мисматчем. Рассмотрим дифракцию Брэгга на двухслойной структуре, состоящей из субстрата с параметрами ячейки a_S, c_S и слоя с a_L, c_L (рис. 1). Хорошо известно [3], что в рамках ДТД прохождение рентгеновского излучения через среду можно

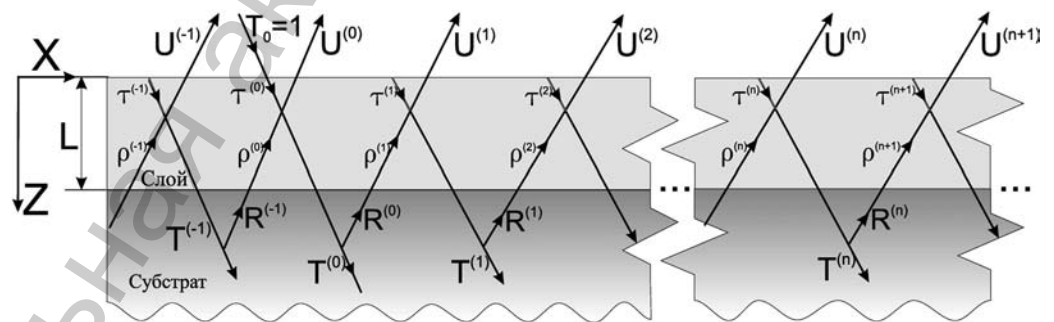


Рис. 2. Схема возникновения дополнительных гармоник при отражении от двухслойной структуры

рассматривать независимо для двух ортогональных поляризаций (σ -, π -поляризации). Для каждой поляризации падающая из вакуума волна описывается функцией $T_0 e^{i\vec{k}_0 \vec{r}}$ со скалярной амплитудой T_0 и волновым вектором \vec{k}_0 . Наблюдаемая волна с волновым вектором \vec{k}' , соответствующая дифракционному отражению, определяется амплитудой U . В соответствии с постановкой задачи предполагаем, что \vec{k}_0 находится вблизи условия Брэгга как для слоя (для отражения с вектором обратной решетки \vec{h}_L), так и для субстрата (с вектором \vec{h}_S):

$$2(\vec{k}_0 \vec{h}_L) + h_L^2 \approx 2(\vec{k}_0 \vec{h}_S) + h_S^2 \approx 0. \quad (5)$$

Тогда в рамках двухволнового приближения ДТД падающая волна возбуждает в слое и субстрате как прошедшие волны с амплитудами $\tau_{1,2}^{(0)}$ и $T_{1,2}^{(0)}$ соответственно, так и дифрагированные волны с амплитудами $\rho_{1,2}^{(0)}$ и $R_{1,2}^{(0)}$. При этом, например, волновое поле в кристаллическом слое имеет следующий вид [3]:

$$D_L^{(0)}(\vec{r}) = \sum_{i=1,2} (\tau_i^{(0)} + \rho_i^{(0)} e^{ih_L \vec{r}}) e^{ik_i \vec{r}}, \quad (6)$$

причем значения волновых векторов $k_i, i = 1, 2$, и связь между амплитудами $\tau_i^{(0)}$ и $\rho_i^{(0)}$ определяются при решении уравнений Максвелла в кристалле с учетом только трех фурье-компонент рентгеновской поляризуемости $\chi_0^L, \chi_{\pm h}^L$. В дальнейшем рассматривается наиболее распространенный в рентгеновской дифрактометрии случай компланарной геометрии, при которой векторы $\vec{k}_0, \vec{N}, \vec{h}$ лежат в одной плоскости. Тогда без нарушения общности можно считать, что векторы $\vec{k}_0, \vec{k}_i, \vec{h}_{S,L}$ имеют только две компоненты, причем в пренебрежении краевыми эффектами проекции волновых векторов на поверхность кристаллов сохраняются

$$k_{0x} = k_{ix} \equiv k_x = k_0 \cos \omega_i, \quad (7)$$

где ω_i — угол падения (рис. 1).

В среде изменяются только нормальные компоненты волновых векторов k_{iz} , которые удобно выразить через безразмерные величины u_i [4]:

$$k_{iz} \equiv k_0 u_i. \quad (8)$$

Эти величины для слоя определяются решениями следующего дисперсионного уравнения:

$$[u_i^{(0)2} - \gamma_0^2 - \chi_0^L] [(u_i^{(0)} + \psi^L)^2 - (\gamma_h^L)^2 - \chi_0^L] = C \chi_h^L \chi_{-h}^L, \quad (9)$$

где поляризационный фактор $C = 1$ для σ -поляризации и $C = \cos(2\theta_B)$ для π -поляризации (для определенности в дальнейшем рассматривается случай σ -поляризации). Кроме того, введены следующие параметры [14]:

$$\gamma_0 = \sin \omega_i; \quad \psi^L = \frac{h_z^L}{k_0}; \quad (\gamma_h^L)^2 = 1 - \frac{(k_x + h_x^L)^2}{k_0^2} = \gamma_0^2 - 2\psi_x^L \sqrt{1 - \gamma_0^2} - (\psi_x^L)^2;$$

$$\psi_x^L = \frac{h_x^L}{k_0} = \pm \sqrt{4 \sin^2 \theta_B^L - (\psi^L)^2}, \quad (10)$$

где θ_B^L — угол Брэгга для слоя. Существенное отличие уравнения (9) от дисперсионного уравнения в случае псевдоморфных слоев [4] состоит в зависи-

мости параметра γ_h^L от характеристик слоя.

При этом амплитуды прошедшей и дифрагированной волн связаны соотношением

$$\rho_i^{(0)} = v_i^{(0)} \tau_i^{(0)}, \quad v_i^{(0)} = \frac{\chi_h^L}{(u_i^{(0)} + \psi^L)^2 - (\gamma_h^L)^2 - \chi_0^L}. \quad (11)$$

В общем случае дисперсионное уравнение (9) четвертой степени определяет 4 возможных значения для волнового вектора в кристалле, однако в рамках двухволнового приближения достаточно учитывать только два из них, для которых $k_{iz} \approx k_{0z}$. Два других корня с $k_{iz} \approx -k_{0z}$ соответствуют зеркально отраженным волнам, амплитуда которых в $\sim |\chi_0| \sim 10^{-5}$ раз меньше основных волн (в настоящей работе не рассматривается случай малоугловой дифракции [4]).

Аналогичным образом рассчитываются волновые поля и в субстрате. В частности, волна с амплитудой $\tau_{1,2}^{(0)}$, прошедшая через кристаллический слой, при попадании в субстрат возбуждает поле, также состоящее из прошедшей $T^{(0)}$ и дифрагированной $R^{(0)}$ волн:

$$D_S^{(0)}(\vec{r}) = (T^{(0)} + R^{(0)} e^{i\vec{h}_S(\vec{r}-\vec{r}_S) + i\varphi_n}) e^{i\vec{k}_i(\vec{r}-\vec{r}_S)}, \quad (12)$$

где $\varphi_n = h_L r_S$ и за начало координат принята граница слой-субстрат r_S [4]. В соответствии с двухволновым приближением ДТД находим для этих волн соотношения, аналогичные (11), (9):

$$R^{(0)} = v^{(0)} T^{(0)}; \quad v^{(0)} = \frac{\chi_h^S}{(u^{(0)} + \psi^S)^2 - (\gamma_h^S)^2 - \chi_0^L}; \quad (13)$$

$$[u^{(0)2} - \gamma_0^2 - \chi_0^S][u^{(0)} + \psi^S]^2 - (\gamma_h^S)^2 - \chi_0^S = \chi_h^S \chi_{-h}^S. \quad (14)$$

При определении амплитуд волн в субстрате необходимо учесть дополнительное граничное условие, соответствующее отсутствию потока энергии из глу-

бины кристалла наружу в силу отсутствия источника волн с таким направлением волнового вектора. Поэтому из четырех решений (14) следует выбрать лишь то, для которого выполнены условия $\text{Re } u^{(0)} > 0$; $\text{Im } u^{(0)} > 0$ [4].

Амплитуды других гармоник волнового поля, которые могут возбуждаться в рассматриваемой двухслойной структуре в рамках двухволнового приближения ДТД, соответствуют итерационной последовательности, представленной на рис. 2. Так, дифрагированная волна $R^{(0)}$ после выхода из субстрата возбуждает в слое волну $\rho^{(1)}$ с волновым вектором, приблизительно равным $\bar{k}^S + \bar{h}^S \approx \bar{k}_0 + \bar{h}^S$. Этот волновой вектор удовлетворяет условию Брэгга для кристаллографических плоскостей с вектором обратной решетки $(-\bar{h}^L)$, что приводит к дифракции волны $\rho^{(1)}$ с возбуждением амплитуды $\tau^{(1)}$, соответствующей волновому вектору $\bar{k}^{(1)} \approx \bar{k}_0 + \bar{h}^S - \bar{h}^L$. Эти волны подчиняются уравнениям ДТД, аналогичным (6)–(9), с заменой k_x на $k_x + (h_x^S - h_x^L)$. В свою очередь, волна $\tau^{(1)}$ порождает в субстрате поля $T^{(1)}, R^{(1)}$ с волновыми векторами, приблизительно равными $\bar{k}_0 + \bar{h}^S - \bar{h}^L$ и $\bar{k}_0 + 2\bar{h}^S - \bar{h}^L$ соответственно. Волна $R^{(1)}$ вновь создает в слое систему волн $\tau^{(2)}, \rho^{(2)}$ с волновыми векторами $\bar{k}^{(2)} \approx \bar{k}_0 + 2(\bar{h}^S - \bar{h}^L)$, $\bar{k}^{(2)} + \bar{h}^L$ и т. д. (рис. 2).

Таким образом, возникает набор гармоник волнового поля, причем система уравнений ДТД для амплитуд и волновых векторов m -й гармоники отличается от (6)–(9), (13)–(14) заменой k_x на $k_x + m(h_x^S - h_x^L)$. В общем случае дифрагированная волна $\rho^{(0)}$ может породить и систему полей $T^{(-m)}, R^{(-m)}, \tau^{(-m)}, \rho^{(-m)}$, $m > 0$, так называемые отрицательные гармоники, однако они могут быть существенными только в условиях малоугловой дифракции, когда необходимо учитывать и зеркально отраженные волны. Отметим, что аналогичная система уравнений для амплитуд гармоник волнового поля была получена в [12] из условий непрерывности полного волнового поля на границе.

Найдем рекуррентные соотношения между амплитудами соседних гармоник, для чего запишем граничные условия, учитывая сохранение компоненты волнового вектора, параллельной поверхности границы (рис. 2):

$$\tau_1^{(n)} + \tau_2^{(n)} = 0; \quad v_1^{(n)}\tau_1^{(n)} + v_2^{(n)}\tau_2^{(n)} = U^{(n)}; \quad \tau_1^{(n)}e^{iu_1^{(n)}L} + \tau_2^{(n)}e^{iu_2^{(n)}L} = T^{(n)}; \quad (15)$$

$$v^{(n)}T^{(n)} = v_1^{(n+1)}\tau_1^{(n+1)}e^{iu_1^{(n+1)}L} + v_2^{(n+1)}\tau_2^{(n+1)}e^{iu_2^{(n+1)}L},$$

где L — толщина слоя, $U^{(n)}$ — амплитуда волны в вакууме, которая возбуждается дифрагированной волной n -й гармоники. При записи (15) было учтено,

что $\chi_{\bar{h}}^S(\bar{r}) = \chi_{\bar{h}}^S e^{i\bar{h}S(\bar{r}-\bar{r}S) + i\bar{h}L\bar{r}S}$ [4].

Из (15) и аналогичной системы уравнений для $(n + 1)$ гармоники находим отношение $\kappa^{(n)} \equiv U^{(n+1)} / U^{(n)}$:

$$\kappa^{(n)} = v^{(n)} \frac{v_1^{(n+1)} - v_2^{(n+1)}}{v_1^{(n)} - v_2^{(n)}} \frac{e^{iu_1^{(n)}L} - e^{iu_2^{(n)}L}}{v_1^{(n+1)} e^{iu_1^{(n+1)}L} - v_2^{(n+1)} e^{iu_2^{(n+1)}L}}. \quad (16)$$

При увеличении порядка гармоники n параметр, определяющий отклонение волнового вектора $\vec{k} = k_0 + n(\vec{h}^S - \vec{h}^L)$ от условия Брэгга $\alpha = (2\vec{k} \vec{h}^L + \vec{h}^L \vec{h}^L) / k_0^2$, увеличивается, поэтому для достаточно больших n можно получить оценку

$v^{(n)} \propto \chi_{\vec{h}}^S, v_2^{(n)} \propto 1 / \chi_{\vec{h}}^L$. Для отношения амплитуд находим $\kappa^{(n)} \propto \chi_{\vec{h}}^S \chi_{\vec{h}}^L$, и амплитуда гармоник быстро уменьшается с ростом n . Отметим, что возбуждение отрицательных гармоник определяется амплитудами зеркально отраженных волн, которыми в рассматриваемом двухволновом приближении ДТД пренебрегается. Действительно, амплитуда $U^{(-m)}, |m| \gg 1, m > 0$ стремится к 0, но

тогда $U^{(-m+1)} \propto \chi_{\vec{h}}^S \chi_{\vec{h}}^L U^{(-m)}$, $U^{(-m+2)} \propto (\chi_{\vec{h}}^S \chi_{\vec{h}}^L)^2 U^{(-m)}$ и т. д. В граничных условиях для нулевой гармоники можно положить $\rho_1^{(0)} e^{iu_1^{(0)}L} + \rho_2^{(0)} e^{iu_2^{(0)}L} = 0$, что

дает замкнутую систему уравнений (амплитуда T_0 падающей из вакуума волны принята равной 1):

$$\tau_1^{(0)} + \tau_2^{(0)} = 1; \quad v_1^{(0)} \tau_1^{(0)} + v_2^{(0)} \tau_2^{(0)} = U^{(0)}; \quad \tau_1^{(0)} e^{iu_1^{(0)}L} + \tau_2^{(0)} e^{iu_2^{(0)}L} = T^{(0)}; \quad (17)$$

$$v_1^{(0)} \tau_1^{(0)} e^{iu_1^{(0)}L} + v_2^{(0)} \tau_2^{(0)} e^{iu_2^{(0)}L} = 0; \quad \tau_1^{(1)} + \tau_2^{(1)} = 0;$$

$$v_1^{(1)} \tau_1^{(1)} e^{iu_1^{(1)}L} + v_2^{(1)} \tau_2^{(1)} e^{iu_2^{(1)}L} = v^{(0)} T^{(0)}; \quad v_1^{(1)} \tau_1^{(1)} + v_2^{(1)} \tau_2^{(1)} = U^{(1)}, \quad (18)$$

откуда, с учетом (16), находим

$$U^{(0)} = \frac{v_1^{(0)} v_2^{(0)} (e^{iu_1^{(0)}L} - e^{iu_2^{(0)}L})}{v_1^{(0)} e^{iu_1^{(0)}L} - v_2^{(0)} e^{iu_2^{(0)}L}};$$

$$U^{(1)} = v^{(0)} \frac{v_1^{(1)} - v_2^{(1)}}{v_1^{(1)} e^{iu_1^{(1)}L} - v_2^{(1)} e^{iu_2^{(1)}L}} \frac{(v_1^{(0)} - v_2^{(0)}) e^{i(u_1^{(0)} + u_2^{(0)})L}}{v_1^{(0)} e^{iu_1^{(0)}L} - v_2^{(0)} e^{iu_2^{(0)}L}}; \quad (19)$$

$$U^{(n)} = U^{(1)} \prod_{i=1}^{n-1} \kappa^{(i)}.$$

Выражения (16), (19) полностью определяют амплитуды всех гармоник. Рассмотрим предельные случаи $\xi_{\parallel} \rightarrow \infty$ и $\xi_{\parallel} \rightarrow 0$. В первом случае дифрак-

цию на слое и на субстрате можно рассматривать независимо, причем в рамках предлагаемого подхода $U^{(0)}$ дает амплитуду волны, дифрагированной на слое, $U^{(1)}$ — на субстрате. Остальными гармониками можно пренебречь, поскольку $\kappa \propto \chi_{\bar{h}}^S \chi_{\bar{h}}^L$ (напомним, что в рамках ДТД учитываются только величины $\geq |\chi_{\bar{h}}|$).

Во втором случае все гармоники выходят из слоя в одном направлении, причем значения $\kappa^{(n)}$ совпадают, и амплитуда дифрагированной волны U в вакууме имеет следующий вид:

$$U = U^{(0)} + U^{(1)}(1 + \kappa + \kappa^2 + \dots) = U^{(0)} + \frac{U^{(1)}}{1 - \kappa} = \frac{v_1 v_2 (e^{iu_1 L} - e^{iu_2 L}) + v(v_1 e^{iu_2 L} - v_2 e^{iu_1 L})}{v_1 e^{iu_1 L} - v_2 e^{iu_2 L} - v(e^{iu_1 L} - e^{iu_2 L})}. \quad (20)$$

С другой стороны, для псевдоморфной структуры при нулевом значении тангенциального мисматча можно использовать стандартные граничные условия без учета дополнительных гармоник

$$\begin{aligned} \tau_1 + \tau_2 &= 1; \quad v_1 \tau_1 + v_2 \tau_2 = U; \\ \tau_1 e^{iu_1 L} + \tau_2 e^{iu_2 L} &= T; \quad v_1 \tau_1 e^{iu_1 L} + v_2 \tau_2 e^{iu_2 L} = vT, \end{aligned} \quad (21)$$

что дает значение U , совпадающее с (20).

Таким образом, предлагаемый подход, в отличие от метода, использованного в [12], корректно описывает оба предельных случая полной ($R = 1$) и нулевой ($R = 0$) релаксации слоя на субстрате (рис. 2). Оценим, насколько важен учет гармоник $U^{(2)}, U^{(3)}, \dots$ при описании экспериментальных профилей в РДВР. При углах сканирования вне окрестности пика шириной $\propto \chi_{\bar{h}}$ величины $v^{(m)}, v_1^{(m)}, v_2^{(m)}$ имеют порядок

$$v^{(m)} \propto \frac{\chi_{\bar{h}}^S}{\alpha_S^{(m)}}; \quad v_1^{(m)} \propto \frac{\chi_{\bar{h}}^L}{\alpha_L^{(m)}}; \quad v_2^{(m)} \propto \frac{\alpha_L^{(m)}}{\chi_{\bar{h}}^L}, \quad (22)$$

откуда

$$U^{(2)} \propto U^{(1)} \frac{v^{(1)}}{v_2^{(1)}} \propto \frac{\chi_{\bar{h}}^S}{\alpha_S^{(0)}} \frac{\chi_{\bar{h}}^S}{\alpha_S^{(1)}} \frac{\chi_{\bar{h}}^L}{\alpha_L^{(1)}}. \quad (23)$$

Для дополнительных гармоник отклонение от условия Брэгга определяется не только тангенциальным мисматчем ξ_{\parallel} , который может достигнуть 0 при

$R = 0$, но и нормальным ξ_{\perp} , который в силу (3) не может быть меньше, чем ξ_{\perp}^R . Следует учесть, что для типичных твердых растворов ξ_{\perp} изменяется в пределах $\xi_{\perp} \approx 10^{-3} \div 10^{-2}$, что в $10^2 \div 10^3$ больше рентгеновской диэлектрической восприимчивости. Если для оценки принять $\xi_{\parallel} = 0$, то из (23) следует, что амплитуда второй гармоники вблизи пика от субстрата $U^{(2)} \propto (\chi_{\hbar}^L / \xi_{\perp}^R)^2$, а в окрестности пика от слоя $U^{(2)} \propto (\chi_{\hbar}^S / \xi_{\perp}^R)^2$. Таким образом, в обоих случаях $U^{(2)}$ приблизительно на три порядка меньше, чем $U^{(1)}$. Гармоники более высоких порядков еще меньше по амплитуде и быстрее спадают вдали от дифракционных пиков. Таким образом, при реальных соотношениях параметров ячеек в твердых растворах влияние гармоник $U^{(2)}, U^{(3)}, \dots$ на формирование профилей дифракционного отражения мало. Эти оценки подтверждаются результатами численных расчетов вклада различных гармоник, представленными на рис. 3. Вычисления были выполнены для отражения (224) на структуре, состоящей из слоя твердого раствора $\text{Si}_{0,82}\text{Ge}_{0,18}$ толщиной $L = 100$ нм на субстрате из монокристалла Si при дифракции рентгеновского излучения с длиной волны, соответствующей CuK_{α} линии при различных значениях параметра релаксации. На рис. 3 приведены профили интенсивности $I^{(n)}(q_z) = |U^{(n)} / T_0|^2$ для нескольких последовательных гармоник, обусловленных мисматчем.

В случае частично релаксированного слоя ($R = 0$ на рис. 3) интенсивность дифрагированного излучения, определяемая амплитудами $U^{(0)}$ (слой) и $U^{(1)}$ (субстрат), фактически соответствует различным значениям q_x , так что ин-

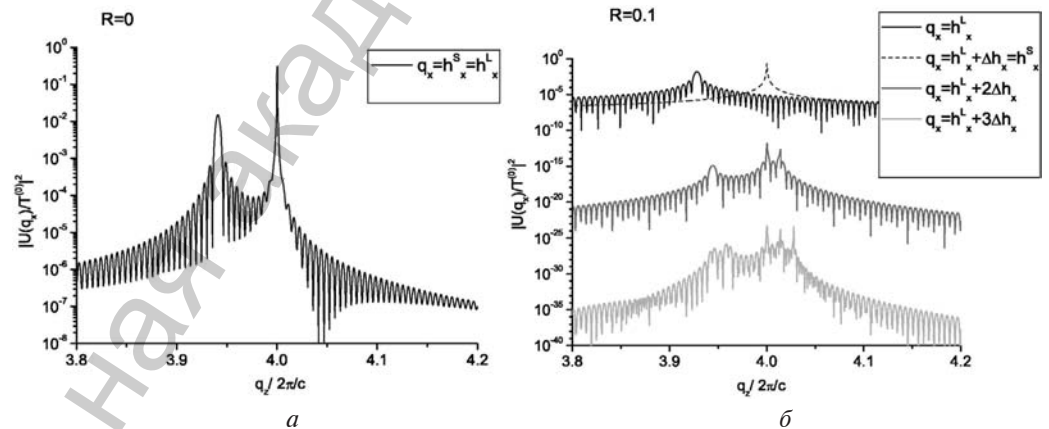


Рис. 3. Профиль интенсивности для псевдоморфного слоя $R = 0$ (а) и профили различных гармоник для частично релаксированного слоя $R = 0,1$ (б) (описание структуры и пояснения приведены в тексте)

терференция между этими каналами рассеяния отсутствует (в дифракционном профиле от слоя возникают только толщинные осцилляции). Для псевдоморфного случая ($R = 0$ на рис. 3) дифракция на слое и субстрате происходит при одном и том же значении q_x , что проявляется в возникновении более сложной интерференционной картины. В то же время, как видно на рис. 3, в более высоких гармониках взаимное влияние слоя и субстрата существует при любой степени релаксации, однако в соответствии с теоретической оценкой амплитуда этих гармоник мала и практически не влияет на полный профиль РДВР.

Проведенный анализ показывает, что основной вклад в формирование профиля дифракционного отражения вносят только те волны, которые соответствуют основным гармоникам, возникающим в каждом слое: $T_0, U^{(0)}, U^{(1)}$ в вакууме; $\tau^{(0)}, \rho^{(0)}, \tau^{(1)}, \rho^{(1)}$ в слое и $T^{(0)}, R^{(0)}$ в субстрате (рис. 2). Это позволяет использовать вместо достаточно громоздкой системы уравнений (15) такую модификацию алгоритма вычисления амплитуд основных волн, которая остается равномерно-пригодной как в случае частично релаксированных, так и псевдоморфных слоев, что существенно упрощает решение задачи в случае многослойных структур.

Действительно, сравним решения более простых уравнений (21) для амплитуд полей в случае псевдоморфной структуры с амплитудами, найденными из (15). Непосредственное вычисление показывает, что с точностью до величин $|\chi_h|^2$ выполняются соотношения:

$$\tau_1^{(0)} e^{iu_1^{(0)}L} = T; \quad v_2^{(1)} \tau_2^{(1)} e^{iu_2^{(1)}L} = vT; \quad U^{(0)} = U - vTe^{-iu_2^{(1)}L}; \quad U^{(1)} = v_2^{(1)} \tau_2^{(1)}. \quad (24)$$

В случае частично релаксированного слоя амплитуды $U^{(0)}$ и $U^{(1)}$ определяют волны, которые распространяются в вакууме в различных направлениях с тангенциальными проекциями волнового вектора $k_{0x} + h_{Lx}$ и $k_{0x} + h_{Sx}$ соответственно. Если же $h_{Sx} = h_{Lx}$, то суммарная амплитуда этих волн совпадает с амплитудой U отраженной волны для псевдоморфной структуры. Полученные соотношения имеют достаточно наглядную физическую интерпретацию: для вычисления амплитуды волны основной гармоники дифракционного отражения в данном слое из соответствующего результата в псевдоморфной структуре необходимо вычесть амплитуду основной гармоники предыдущего слоя с учетом фазы, обусловленной преломлением этой волны. Как будет показано ниже, этот подход может быть использован и в рамках матричного метода для описания дифракции в многослойных частично релаксированных структурах.

Дифракция на многослойных частично релаксированных структурах. Для представления экспериментальных результатов РДВР на псевдоморфных структурах, когда величина q_x одинакова для всех слоев, достаточно использовать сканирование только по одной переменной, например q_z , и измерять

одномерный профиль интенсивности $I(q_z)$ [1]. Однако при дифракции на многослойных частично релаксированных структурах дифракционные пики от слоев с различными мисматчами расположены при разных значениях компонент q_x, q_z переданного волнового вектора. В этом случае для более эффективного представления экспериментальных результатов используются двумерные карты в обратном пространстве, определяющие распределение интенсивности $I(q_x, q_z)$. При теоретическом моделировании таких карт, как правило, используется либо кинематическая теория дифракции [7], либо решение приближенных уравнений Такаги–Таупина [10]. Рассматриваемый в настоящей работе подход для вычисления амплитуд полей дает возможность расчета двумерных профилей интенсивности на основе матричного метода ДТД, который должен использоваться в РДВР при достаточно больших толщинах слоев и произвольной геометрии дифракции.

Рассмотрим структуру, состоящую из N кристаллических слоев с различной степенью релаксации, расположенных на кристаллическом субстрате. Как было показано в предыдущем разделе, в случае частично релаксированных структур соотношение между мисматчами $\xi_{\parallel}, \xi_{\perp}$ таково, что условие Брэгга не выполняется для всех слоев одновременно. Это позволяет при расчете профиля отражения от такой структуры ограничиться только основными гармониками волн, обусловленных дифракцией в каждом слое. Тогда вблизи угла, соответствующего условию Брэгга для n -го слоя, дифрагированное на данном слое излучение испытывает в вышележащих слоях только преломление без существенной дифракции на них. Несмотря на то что направления распространения этих волн отличаются вследствие тангенциального мисматча, их амплитуды можно рассчитать, используя решения граничной задачи для псевдоморфного случая и алгоритм, рассмотренный в предыдущем разделе.

Предположим, что амплитуды волн $D_{i,n}$ в различных слоях псевдоморфной структуры рассчитаны на основе матричного метода, применимого при любой геометрии дифракции и произвольном числе слоев [4; 15]. Здесь индекс $i = 1, 2, 3, 4$ определяет 4 корня дисперсионного уравнения вида (9) для n -го слоя; $n = 0, 1, \dots, N+1$, причем $n = 0$ соответствует вакууму, а $n = N+1$ — субстрату.

Тогда в приближении, соответствующем учету возбуждения только основных гармоник дифракционного отражения в каждом слое, для их амплитуд можно использовать следующие рекуррентные соотношения, аналогичные (24):

$$U_n^{(n)} = U_n - U_{n+1} e^{-i\varphi_n^{(n+1)}}, \quad U_n^{(n+1)} = U_{n+1}^{(n+1)} e^{-i\varphi_n^{(n+1)}}, \quad \dots \quad U_n^{(N+1)} = U_{N+1}^{(N+1)} e^{-i\varphi_n^{(N+1)}}, \\ \dots \quad U_{N+1}^{(N+1)} = U_{N+1};$$

$$\varphi_n^{(m)} = \sum_{l=n+1}^{m \geq n+1} u_R^{(l)}(k_{xm}) L_l; \quad R_n = \sum_{i=1..4} v_{i,n} D_{i,n}. \quad (25)$$

Здесь величины $U_n^{(m)}, n = 0, 1, \dots, N + 1, m = n + 1, \dots, N + 1$ определяют амплитуды волн, распространяющихся в n -м слое и обусловленные отражением от всех последующих слоев; L_m — толщина m -го слоя; $\varphi_n^{(m)}$ — фаза, обусловленная преломлением волны дифракционного отражения от m -го слоя до попадания в слой n , причем $u_R^{(l)}(k_{xm})$ — решения дисперсионного уравнения вида (9) для l -го слоя, соответствующие отраженным волнам и проекции волнового вектора $k_{xm} = k_{0x} + h_{xm}$.

Формулы (25) применимы при любых соотношениях мисматчей в слоях.

В общем случае частично релаксированных слоев волны с амплитудами $U_n^{(m)}$ распространяются под разными углами в зависимости от разности тангенциальных проекций волнового вектора $k_{xn} - k_{xm} = h_{xn} - h_{xm}$. Если же в исследуемой структуре мисматчи между слоями равны нулю, то все отраженные волны распространяются в одном направлении и выполняется соотношение

$$\sum_{l=n}^{N+1} U_n^{(l)} = U_n, \quad (26)$$

так что суммарная амплитуда отраженных волн совпадает с решением матричных уравнений для псевдоморфной структуры [4; 15].

Рассмотрим теперь, как формируется наблюдаемое двумерное распределение интенсивности отраженного излучения. Предположим сначала, что на структуру падает плоская волна с компонентами волнового вектора

$k_x, k_z = \sqrt{k_0^2 - k_x^2}$, а детектор регистрирует отраженное излучение в вакууме (рис. 2) также в виде монохроматических волн с компонентами волнового вектора k'_x, k'_z . Тогда распределение в пространстве k'_x, k'_z для амплитуды рассеяния в вакууме определяется выражением

$$U(k'_x, k'_z) = \sum_{j=1}^{N+1} U_0^{(j)} \delta(k'_x - k_x - h_{(j),x}) \delta(k'_z + \sqrt{k_0^2 - (k_x + h_{(j),x})^2}). \quad (27)$$

Здесь амплитуды $U_0^{(j)}$ вычисляются в соответствии с формулой (25); первая δ -функция учитывает преобразование поперечной компоненты волнового вектора на каждой границе в предположении, что поперечный размер образца (или область когерентности пучка) существенно больше длины волны излучения [1], а вторая обусловлена тем, что в ДТД рассматривается только когерентное упругое рассеяние без изменения длины волны излучения.

Для сравнения результатов предложенной теории с экспериментальными данными необходимо с помощью (26) определить интенсивность дифрагированного излучения, регистрируемую детектором, в зависимости от взаимного расположения образца, источника и детектора. Одним из распространенных способов представления результатов РДВР является построение $2\theta/\omega$ карт, которые представляют собой зависимость интенсивности дифрагированного излучения от угла падения ω пучка на поверхность кристалла и угла 2θ между падающим лучом и направлением на детектор, так что $q_x = k_0[\cos(2\theta - \omega) - \cos \omega]$; $q_z = k_0[\sin(2\theta - \omega) + \sin \omega]$. При этом необходимо учесть, что падающее излучение имеет конечную расходимость, описываемую функцией $F_B(\omega - \omega_B)$, а детектор фотонов обладает конечным разрешением, которое учитывается с помощью аппаратной функции детектора $F_D(2\theta - 2\theta_D)$. Тогда наблюдаемая интенсивность рассеянного излучения в точке обратного пространства с координатами $2\theta_D; \omega_B$ получается в результате интегрирования амплитуды по начальным состояниям и свертки интенсивности с аппаратной функцией детектора

$$I(2\theta_D, \omega_B) = \int_{-\infty}^{\infty} F_D(2\theta - 2\theta_D) \left| \sum_{j=1}^N F_B(\omega_j(2\theta) - \omega_B) U_0^{(j)} \right|^2 d(2\theta), \quad (28)$$

где $\omega_j(2\theta)$ находится из условия $h_{(j),x} = q_x(\omega, 2\theta)$ и определяется формулами

$$\begin{aligned} k'_x &= k_x + h_x; \quad \cos(2\theta - \omega_i) = \cos \omega_i + \psi_{xj}; \\ \omega_i^j(2\theta) &= \frac{2\theta}{2} + \arcsin \left[\left(\frac{\psi_{xj}}{2 \sin(2\theta/2)} \right) \right]. \end{aligned} \quad (29)$$

На рис. 4, *a* представлена экспериментально измеренная $2\theta/\omega$ карта, соответствующая отражению (114) рентгеновского CuK_α излучения на структуре, состоящей из нескольких слоев $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ с различными значениями x и расположенной на кремниевом субстрате $\text{Si}(111)$. В настоящее время исследование подобных структур имеет большое значение в технологии производства так называемых «голубых» лазеров [16]. Рис. 4, *c* показывает результаты теоретического расчета этой карты на основе формулы (28), на рис. 4, *b* — с учетом статического фактора Дебая–Валлера. При моделировании использовались следующие параметры: концентрация x и степень релаксации R в каждом слое (эти величины однозначно связаны с положениями пиков), а также величины $\Delta\omega_B, \Delta(2\theta_D)$, определяющие характерный разброс углов падения пучка и разрешение детектора (от этих параметров зависит форма пиков на карте). Значения этих параметров, которые обеспечивают наилучшее соответствие теоретической и экспериментальной карт, приведены в таблице для всех слоев.

Параметры слоев структуры

№	Слой	t , нм	R	F_{DW}
1	$Al_{0,2}Ga_{0,8}N$	16	0,80	1
2	GaN	775	1,00	1
3	$Al_{0,31}Ga_{0,69}N$	250	0,05	1
4	$Al_{0,58}Ga_{0,42}N$	450	0,04	0,5
5	AlN	400	0,98	0,02

Анализ результатов показывает, что первый слой AlN на подложке Si является почти полностью релаксированным ($R \approx 0,98$). Тем не менее, из-за существенного отличия периодов обеих решеток вдоль границы ($a_S = \sqrt{2}a_{Si} = 0,768$ нм; $a_L = a_{AlN} = 0,498$ нм), это приводит к значительному сдвигу пика слоя по сравнению с полностью релаксированным AlN. Отметим, что пик от Si не попадает на приведенный фрагмент карты. Параметр

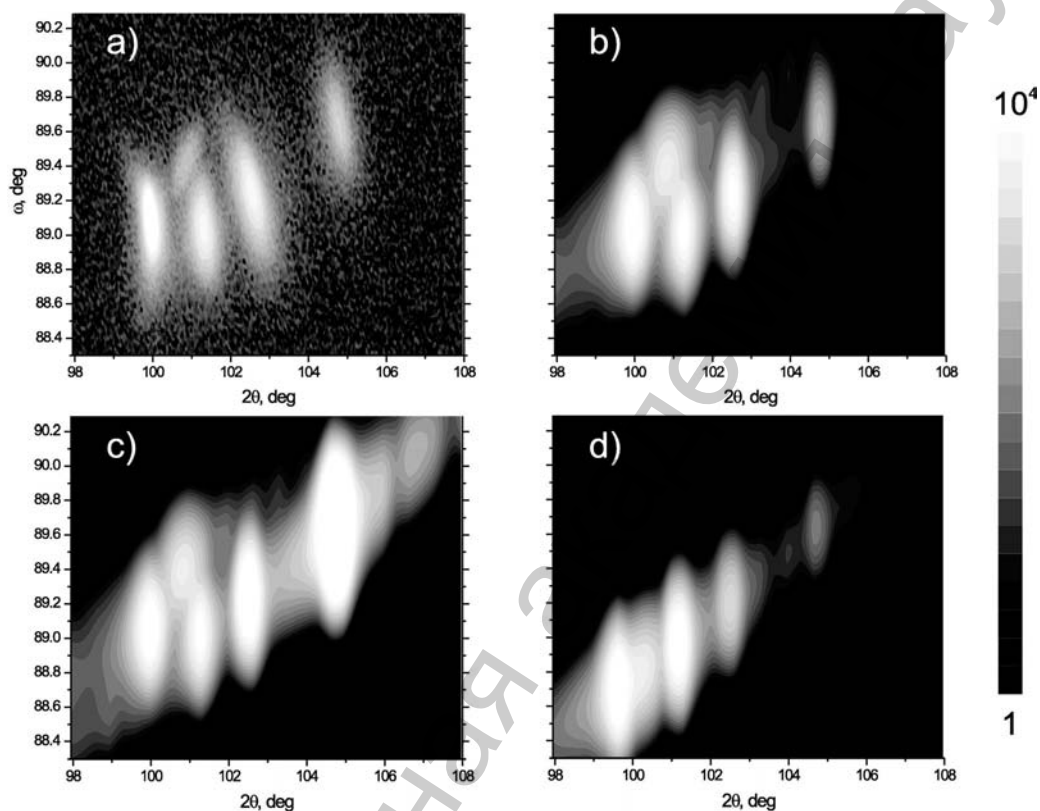


Рис. 4. Фрагмент карты $2\theta/\omega$ для профиля интенсивности дифрагированного излучения вблизи отражения (114) в AlN для многослойной структуры, описанной в тексте: a – эксперимент; b – карта, рассчитанная с учетом статистического фактора Дебая–Валлера F_{DW} ; c – теория без учета некогерентного рассеяния на дислокациях; d – теория без учета релаксации

релаксации во всех последующих слоях также оказался близким к $R \approx 1$, что соответствует тангенциальному мисматчу $\xi_{\parallel} \neq 0$ во всех соседних слоях.

Как показывает рис. 4, экспериментально наблюдаемая интенсивность излучения, дифрагированного на слое AlN, существенно меньше рассчитанной на основе формулы (28). Данное несоответствие можно понять, принимая во внимание механизм релаксации кристаллических слоев в системах со значительным мисматчем. Согласно [9], на границе раздела двух кристаллических слоев их латеральные периоды совпадают, однако вблизи границы раздела возникает система дислокаций, которая восстанавливает средний латеральный период вплоть до значения, соответствующего релаксированному состоянию. При этом вблизи ядер дислокаций кристаллический порядок значительно нарушен, однако восстанавливается в глубь слоя. В случае рассматриваемой структуры субстрат Si(111) и лежащий на нем слой AlN имеют в релаксированном состоянии латеральные периоды $\sqrt{2}a_{\text{Si}} = 0,768$ и $a_{\text{AlN}} = 0,498$ нм. Дислокационная структура, возникшая для компенсации такого существенного различия, нарушает кристаллический порядок, что приводит к уменьшению интенсивности когерентного рассеяния. Для учета этого обстоятельства можно при расчетах по (28) вводить дополнительные статические факторы

Дебая–Валлера $F_{DW}^{(n)}$, которые учитывают уменьшение амплитуды когерентного дифракционного отражения вследствие некогерентного рассеяния на дислокациях [7]. На рис. 4, *b* приведена карта, рассчитанная с учетом дополнительных параметров $F_{DW}^{(n)}$ для каждого слоя, оптимальные значения которых также приведены в таблице.

Макроскопические параметры $R^{(n)}$, использованные выше для описания степени релаксации слоев, а также величины $F_{DW}^{(n)}$ можно выразить через микроскопические характеристики дислокаций в эпитаксиальных слоях. Для этого рассмотрим общий вид рассеивающего потенциала в неидеальном кристалле [7]

$$V(\vec{r}) = k_0^2 \sum_{\vec{n}} \int d\vec{q} F(\vec{q}) e^{i\vec{q}(\vec{r} - \vec{n} - \vec{u}(\vec{n}))};$$

$$F(\vec{q}) = -\frac{4\pi r_e}{\omega^2} S(\vec{g}) e^{-W(\vec{q})}; \quad S(\vec{g}) = \sum_s f_s(\vec{q}) e^{i\vec{q} \vec{R}_s}, \quad (30)$$

где r_e — классический радиус электрона; $\omega = ck_0$; $S(\vec{q})$ — структурная амплитуда элементарной ячейки; $f_s(\vec{q})$ — форм-фактор атома с координатами \vec{R}_s внутри ячейки; $e^{-W(\vec{q})}$ — температурный фактор Дебая–Валлера. Вектор $\vec{n} = n_1 \vec{a} + n_2 \vec{b} + n_3 \vec{c}$ определяет вектор трансляции идеального кристалла, а вектор смещения $\vec{u}(\vec{n})$ зависит от статистического распределения дислокаций.

Используя 3D форму теоремы Пуассона, перейдем от суммирования по векторам трансляции к интегрированию по непрерывной переменной ($\vec{n} \rightarrow \vec{\eta}$)

$$V(\vec{r}) = \sum_{\vec{h}} \int d\vec{q} \int d\vec{\eta} \chi(\vec{q}) e^{i\vec{q}\vec{r}} e^{i(\vec{q}-\vec{h})\vec{\eta} - i\vec{q}\vec{u}(\vec{\eta})}, \quad (31)$$

где $\chi(\vec{q}) = F(\vec{q}) / \Omega_0$ — фурье-образ рентгеновской поляризуемости и Ω_0 — объем элементарной ячейки кристалла.

Как рассеивающий потенциал, так и волновые поля, определяемые уравнениями Максвелла кристалла, необходимо усреднить по статистическому распределению поля деформаций, используя соотношения

$$\begin{aligned} \langle V(\vec{r}) \bar{D}(\vec{r}, \{\vec{u}(\vec{n})\}) \rangle &= V_c(\vec{r}) \bar{D}(\vec{r}) + [\langle V(\vec{r}) \bar{D}(\vec{r}, \{\vec{u}(\vec{n})\}) \rangle - \langle V(\vec{r}) \rangle \langle \bar{D}(\vec{r}, \{\vec{u}(\vec{n})\}) \rangle]; \\ V_c(\vec{r}) &\equiv \langle V(\vec{r}) \rangle, \end{aligned} \quad (32)$$

где функция $V_c(\vec{r})$ определяет когерентный («оптический») рассеивающий потенциал, усредненный по статистическим флуктуациям положений атомов в неидеальном кристалле. Такой потенциал описывает взаимодействие волны с кристаллом, пропорциональное полному числу N атомов, в то время как другое слагаемое (32) ($\sim \sqrt{N} f$) соответствует диффузному рассеянию. Аналогичный подход к выделению когерентного потенциала используется при рассмотрении отражения рентгеновского излучения от шероховатых поверхностей [17], а также в статистической теории дифракции [18]. Процедура усреднения по полю деформаций статистически распределенных дислокаций в кристалле описана в работах [7; 8] и приводит к следующему результату:

$$\begin{aligned} V_c(\vec{r}) &= k_0^2 \sum_{\vec{h}} \chi(\vec{h}) e^{i\vec{h}\vec{r}} \int d\vec{q}_1 \int d\vec{\eta} e^{i\vec{q}_1\vec{r}} e^{i\vec{q}_1\vec{\eta}} e^{-T(\vec{h}, \vec{\eta})}; \\ T(\vec{h}, \vec{\eta}) &= \int d\vec{\eta}' \rho(\vec{\eta}') [1 - e^{-i\vec{q}\vec{u}(\vec{\eta}-\vec{\eta}')}], \end{aligned} \quad (33)$$

где $\vec{u}(\vec{\eta} - \vec{\eta}')$ — поле смещений, созданное дислокацией, расположенной в точке $\vec{\eta}'$ и $\rho(\vec{\eta})$ — объемная плотность дислокаций в кристалле.

Величину $T(\vec{h}, \vec{\eta})$ можно оценить как

$$T \approx \rho \Omega_u \approx N_u \gg 1,$$

где Ω_u — характерный объем, в котором деформация, созданная одной дислокацией, отлична от нуля и N_u — полное число дислокаций. Это означает, что основной вклад в интеграл (33) определяется малой областью вблизи точки $\vec{\eta}^f$, где

$$T(\vec{h}, \vec{\eta}^f) \equiv T_h = 0. \quad (34)$$

Вблизи этой точки подынтегральное выражение можно разложить по координате $\bar{\zeta} = \bar{\eta} - \bar{\eta}^f$ и использовать приближение, описанное в работе [9]

$$\begin{aligned} T(\bar{h}, \bar{\eta}) &\approx T_h + i\zeta_m A_m(\bar{h}) + \frac{1}{2} \zeta_m \zeta_l W_{ml}(\bar{h}); \\ A_m(\bar{h}) &= h_l \int d\bar{\eta}' \rho(\eta') \frac{\partial u_l(\bar{\eta}')}{\partial \eta'_m}; \\ W_{ml}(\bar{h}) &= h_p h_q \int d\bar{\eta}' \rho(\eta') \frac{\partial u_p(\bar{\eta}')}{\partial \eta'_m} \frac{\partial u_q(\bar{\eta}')}{\partial \eta'_l}. \end{aligned} \quad (35)$$

Существование точек $\bar{\eta}^f$, где фактор $T_h = 0$ может рассматриваться как необходимое условие возникновения когерентного потенциала и дифракции в эпитаксиальных кристаллических пленках. Если это условие выполнено, то параметр релаксации и статистический фактор Дебая–Валлера для каждого слоя можно оценить следующим образом:

$$R = \bar{a}^L \bar{A}(\bar{h}); e^{-W_s} \approx \rho[\det W_{ml}(\bar{h})]^{3/2}. \quad (36)$$

Работа выполнена по результатам проекта БРФФИ Ф05МС-042 и в рамках государственных программ научных исследований «Поля и частицы» и «Кристаллические и молекулярные структуры».

Литература

1. Pietsch U., Holy V., Baumbach T. X-ray Scattering: from Thin Films to Lateral Nanostructures. Heidelberg, 2004.
2. Matikas T., Meendorff N., Baaklini G., Gilmore R. Nondestructive Methods for Materials Characterization, Materials Research Society, 2000.
3. Пинскер З. Г. Рентгеновская кристаллооптика. М., 1982.
4. Степанов S. A., Кондрашкина E. A., Köhler R. et al. // Phys. Rev. B. 1998. Vol. 57, N 8. P. 4829–4841.
5. Takagi S. // Acta Crystallogr. 1962. Vol. 15 P. 1311.
6. Taupin D. // Bull. Soc. Fr. Mineral. Cryst. 1964. Vol. 87. P. 469.
7. Кривоглаз М. А. Теория рассеяния рентгеновских лучей и тепловых нейтронов реальными кристаллами. М., 1967.
8. Kaganer V. M., Köhler R., Schmidbauer M. et al. // Phys. Rev. B. 1997. Vol. 55. P. 1793–1810.
9. Kaganer V. M., Brandt O., Trampert A., Ploog K. H. // Phys. Rev. B. 2005. Vol. 72. P. 045423.
10. Fewster P. F. X-ray scattering from semiconductors. London, 2002. — 244 p.
11. Bowen D., Tanner B. K. X-ray metrology in semiconductor manufacturing. Boca Roton, 2006.
12. Ulyanenko A. P., Stepanov S. A., Pietsch U., Köhler R. // J. of Phys. D: Appl. Phys. 1995. Vol. 28. P. 2522–2528.
13. Fewster P. F. // J. Appl. Cryst. 1992. Vol. 25. P. 714–723.
14. Alekseeva T. A., Benediktovitch A. I., Feranchuk I. D. et al. // Phys. Rev. B. 2008. Vol. 77. P. 174114.
15. Feranchuk I. D., Feranchuk S. I., Minkevich A. A., Ulyanenko A. P. // Phys. Rev. B. 2008. Vol. 68. P. 235307.

16. Introduction to Nitride Semiconductor Blue Lasers and Light Emitting Diodes / Eds. S. Nakamura, S. F. Chichibu. Taylor and Francis, 2000.
17. Dietrich S., Haase A. // Phys. Reports. 1995. Vol. 260. P. 1–130.
18. Pavlov K. M., Ponegov V. I. // J. Appl. Cryst. 1998. Vol. A54. P. 214–218.

A. I. BENEDIKTOVITCH, I. D. FERANCHUK

**A DYNAMICAL THEORY FOR X-RAY DIFFRACTION
FROM PARTIALLY RELAXED LAYERS**

Summary

A problem of reciprocal space map calculation for x-ray diffraction from crystalline structure with partially relaxed layers has been solved. Influence of additional wave field harmonics appearing due to difference of wave vector tangential projections in different layers on diffraction profile formation has been investigated. It was shown that the two-dimensional intensity distribution can be found in the framework of dynamical diffraction theory with help of matrix method for boundary problem solution which enables to calculate wavefield amplitudes at arbitrary diffraction geometry. Comparison of theoretically calculated maps with experimental data has been carried out.

УДК 612.014.461.3:612.014.464] 001.8

Э. П. ТИТОВЕЦ, Л. П. ПАРХАЧ

ДЕЙСТВИЕ ИНГИБИТОРОВ АКВАПОРИНОВ НА ХАРАКТЕР ОСЦИЛЛЯЦИЙ ВНУТРИСОСУДИСТОГО И ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ДАВЛЕНИЯ

Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии

(Поступила в редакцию 23.03.2009)

Изучены осцилляции гидростатического давления в крови и цереброспинальной жидкости у кроликов до и после воздействия ингибитора тиольных аквапоринов ацетата ртути. Показано, что применение ингибитора аквапоринов приводит к торможению осциллирующих потоков воды в тканях и сосудах головного мозга, что проявляется в увеличении артериального давления при одновременном снижении внутричерепного давления и снижении амплитуды колебаний гидростатического давления крови и ликвора. Полученные данные свидетельствуют об участии аквапоринов в механизме осциллирующего массопереноса воды между кровью и цереброспинальной жидкостью.

Введение. Современные представления о механизмах водного обмена тканей головного мозга существенно отличаются от ортодоксального знания о трансмембранном массопереносе воды [1—4]. В настоящее время известно о существовании специфических водных каналов клеточных мембран, аквапоринов, обеспечивающих быстрый векторный трансмембранный перенос воды [4—6]. В силу этого есть основания рассматривать связь между системой кровообращения и водными компартаментами головного мозга, как реализуемую по конвективному механизму посредством осциллирующих потоков воды [2; 3]. Направление потоков и объемы переносимой воды зависят от градиента гидростатического давления между кровью и цереброспинальной жидкостью и определяются изменениями давления в системном кровообращении, связанными с работой сердца и дыханием. Пульсовые изменения давления в микрососудах приводят к возникновению радиального градиента гидростатического давления, что, в соответствии с законом Старлинга, обеспечивает ультрафильтрацию воды [2—4]. В систолической фазе радиальный поток воды направлен из капилляра в интерстициальное пространство, в диастолической фазе он изменяет свое направление на противоположное. Радиальный поток воды зависит от активности аквапоринов и от их плотности на мембране [2—4].

Для головного мозга характерно наличие аквапоринов AQP1, AQP4 и акваглицеропоринов AQP3, AQP5, AQP8, AQP9, транспортирующих помимо воды некоторые метаболиты [7]. Их активность регулируется рядом биологических факторов, а экспрессия на мембранах находится под генетическим контролем [4; 5]. Аквапорины AQP1 и AQP9 содержат в своей структуре тиольные группы. Их активность подавляется соединениями ртути, причем инактивация носит обратимый характер [8]. AQP4 нечувствителен к ингибирующему действию ртути.

AQP1 экспрессируется в эндотелии капилляров, в апикальной мембране эпителиальных клеток хориоидального сплетения, продуцирующих цереброспинальную жидкость [9]. При ингибировании AQP1 хориоидального сплетения нарушается отток цереброспинальной жидкости и происходит задержка воды в интерстициальном пространстве — интерстициальный отек тканей головного мозга. Экспрессия AQP9 осуществляется в глиальных клетках, в частности, в таницитах и астроцитах, эндотелиальных клетках и нейронах [10].

Аквапорин AQP4 представлен в тканях головного мозга в наибольшем количестве и характеризуется очень высокой водной проницаемостью [11]. Он экспрессируется в отростках ножек астроцитов, охватывающих капилляр, и выполняет важную функцию поддержания нормальной функциональной активности гематоэнцефалического барьера [12]. Этот аквапорин нечувствителен к ингибирующему действию ионов двухвалентной ртути.

Остальные водные каналы играют менее существенную роль в реализации водного обмена между кровью и гистоструктурами головного мозга.

Избирательное выключение водных каналов является важным подходом к изучению водного обмена тканей и транспортной функции воды. Последняя важна для реализации процессов оксигенации тканей, обеспечения безградиентного переноса веществ и биологически активных молекул, терморегуляции и др.

Цель исследования — экспериментальное обоснование концепции конвективного (осцилляторного) механизма водного обмена тканей головного мозга. В связи с этим изучены в синхронном режиме колебания внутрисосудистого и внутричерепного давления и проанализирован спектр выявляемых частот в норме и после воздействия ингибиторов аквапоринов.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования выполнены на кроликах. Синхронную регистрацию колебаний внутричерепного (субдуральное пространство) и внутрисосудистого гидростатического давления (сонная артерия) животных осуществляли с помощью многоканального прибора Мингограф-81. С помощью аналогово-цифрового преобразователя АЦП В480 аналоговые сигналы с мингографа вводились в персональный компьютер, что обеспечивало возможность непрерывного мониторинга осцилляций гидростатического давления и сохранение полученных данных. Анализ осцилляций гидростатического давления осуществляли с применением быстрого преобразования Фурье. Ингибирование тиольных аквапоринов осуществляли путем внутриартериального введения 10 мл 5 мМ раствора ацетата ртути.

Результаты и их обсуждение. Исследованы внутрисосудистые и внутричерепные осцилляторные колебания гидростатического давления у кроликов в норме и после воздействия ингибиторов аквапоринов. На рис. 1 показаны

контрольные синхронные измерения осцилляций гидростатического давления. Видно, что в течение 5 с происходит 18 изменений артериального давления и столько же колебаний давления цереброспинальной жидкости, соответствующих частоте пульса животного, а также 2 изменения среднего давления ликвора и крови, соответствующих частоте дыхательных сокращений.

Проведен анализ характерных частот спектра колебаний гидростатического давления цереброспинальной жидкости и артериальной крови, выявляемых при разложении в ряд Фурье, в норме и после воздействия ингибиторов аквапоринов (рис. 2).

При фурье-разложении осцилляторных колебаний выявляются частоты 0,4–0,7 и 3,6–4,9 Гц (рис. 2, Д и П), соответствующие частотам дыхательных

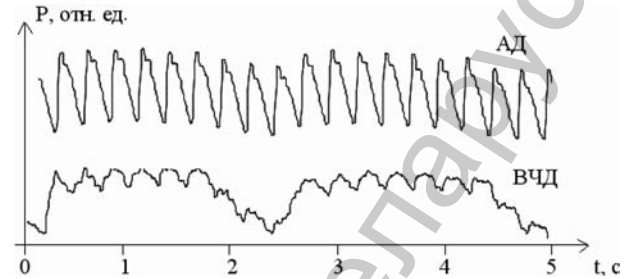


Рис. 1. Синхронная регистрация внутриартериального (АД) и внутричерепного (ВЧД) давления

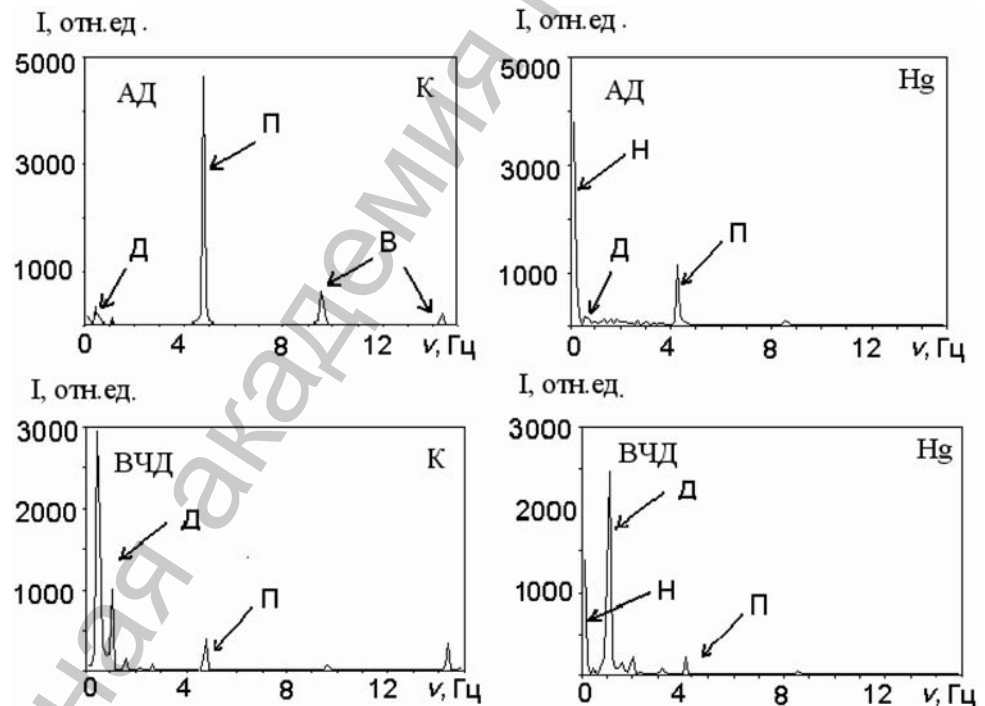


Рис. 2. Фурье-разложение осцилляций внутриартериального (АД) и внутричерепного (ВЧД) давления в норме (К) и через 20 мин после введения ацетата ртути (Hg): Д – частота дыхательных сокращений 0,5–0,7 Гц; П – частота сердечных сокращений 3,8–4,9 Гц; Н – низкочастотное колебание с частотой ~ 0,1 Гц; В – колебания в пульсовой волне

и сердечных сокращений. Дыхательные и пульсовые волны на рис. 1 имеют частоты колебаний 0,4 и 3,6 Гц соответственно. Характерные для единичной пульсовой волны колебания (рис. 3, В) также определяются при разложении в ряд Фурье спектра осцилляций артериального давления (рис. 2, В).

Ингибирование аквапоринов низкомолекулярными соединениями ртути происходит при ковалентном связывании иона ртути с SH-группой водной поры тиольных аквапоринов (в частности эндотелиального AQP1). Выявлено, что нарушение водного обмена приводит к снижению интенсивности дыхательной и пульсовой частот колебаний (рис. 2, Д и П), что свидетельствует о перераспределении функционирующих объемов жидкости.

Воздействие ингибиторов аквапоринов приводит к «размыванию» пульсовой волны (рис. 3, АД, Hg), что проявляется в исчезновении высокочастотных максимумов фурье-спектра (рис. 2, Hg). При регистрации внутриартериальных осцилляций гидростатического давления спустя 25–30 мин после введения раствора ацетата ртути выявляются низкочастотные колебания (рис. 4, H) с частотой 0,1 Гц (рис. 2, H), что соответствует шести периодическим изменениям давления в минуту. При контрольных измерениях низкочастотные колебания не определяются (рис. 2, К; рис. 4, К).

На рис. 3 представлены артериальные пульсовые и соответствующие им эпидуральные пульсовые волны до и после воздействия ацетата ртути. Как было показано выше, при синхронной регистрации осцилляций артериального и внутримозгового давления определяемые частоты осцилляций ликвора соответствуют частотам колебаний крови без смещения по частотам (рис. 2), однако наблюдается запаздывание начала эпидуральной волны относительно начала

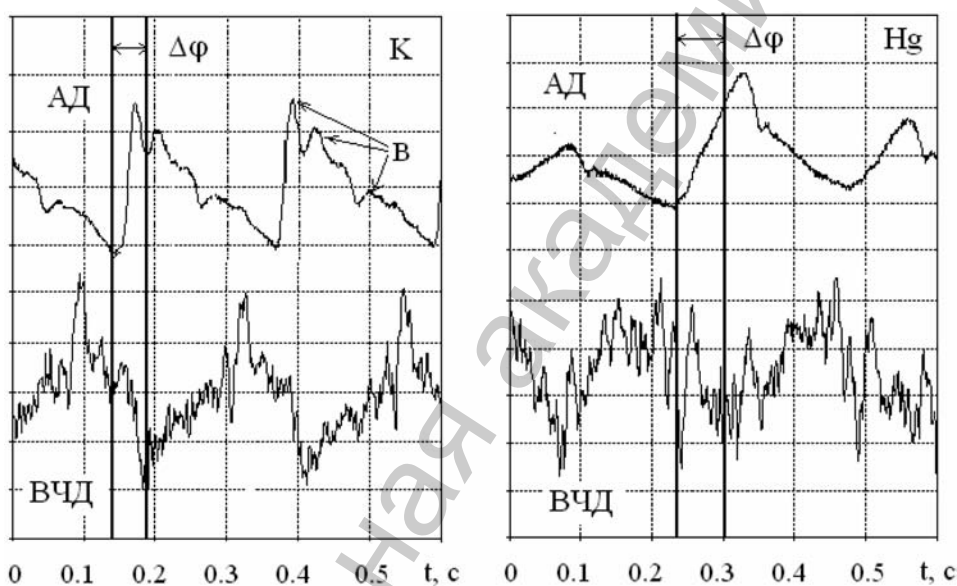


Рис. 3. Пульсовые волны внутриартериального (АД) и отраженные колебания эпидурального (ВЧД) давления в норме (К) и через 20 мин после введения ацетата ртути (Hg); $\Delta\phi$ – сдвиг по фазе между пульсовыми волнами сонной артерии и эпидурального пространства

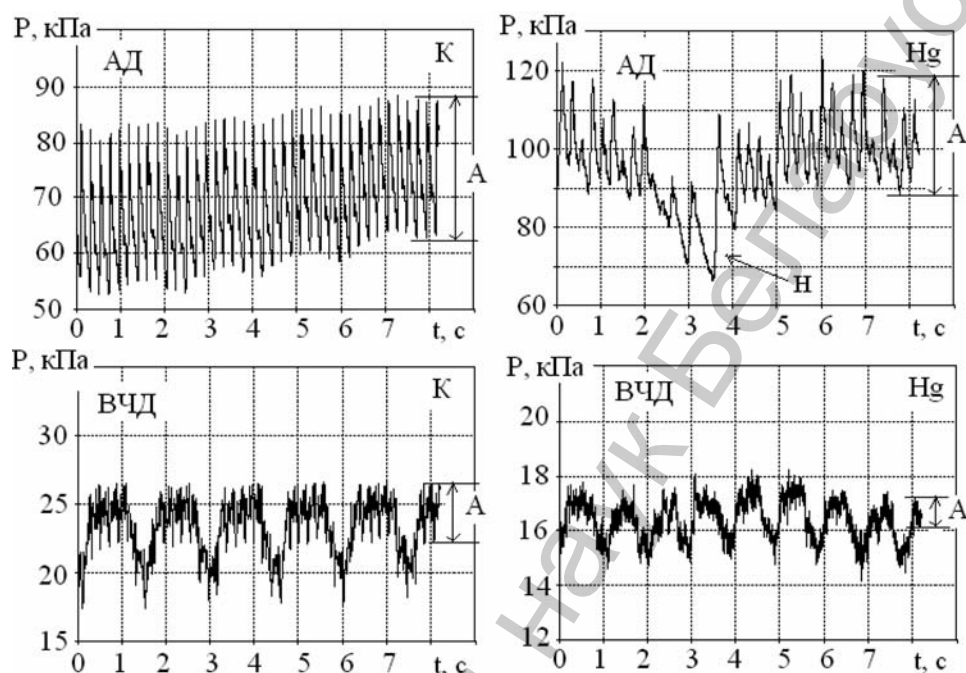


Рис. 4. Осцилляции артериального (АД) и внутричерепного (ВЧД) давления в норме (К) и через 20 мин после введения ацетата ртути (Hg): Н – низкочастотное колебание; А – амплитуда пульсовых колебаний

пульсовой волны крови (сдвиг по фазе $\Delta\varphi$ на рис. 3). Отстающие по времени эпидуральные колебания отличаются по форме от соответствующих артериальных колебаний, так как являются суммой отраженных цереброспинальной жидкостью осцилляций гидростатического давления близлежащих сосудов, переместившихся в точку измерения с различным временем запаздывания.

Выявлено, что внутриартериальное введение ацетата ртути приводит к изменению форм соответствующих эпидуральных волн и возрастанию сдвига по фазе (рис. 3, Hg), что свидетельствует о нарушении передачи гидростатического давления между водными объемами эпидурального пространства и системной крови. В некоторых случаях воздействие ингибиторов аквапоринов приводило к исчезновению пульсовой частоты в спектре осцилляций цереброспинальной жидкости, что сопровождалось отсутствием четких границ эпидуральной пульсовой волны, не позволявшим оценить частоту колебания и сдвиг по фазе между волнами, наблюдаемыми в крови и ликворе.

На рис. 4 представлены синхронные осцилляции артериального и внутричерепного давления до и после введения ацетата ртути. Выявлено снижение амплитуды пульсовых колебаний артериальной крови и цереброспинальной жидкости после применения ингибиторов аквапоринов на 27 и на 57 % соответственно. При этом наблюдается повышение артериального давления на 8 % и снижение внутричерепного давления на 27 %. Полученные данные свидетельствуют о торможении осциллирующих объемов жидкости после воздей-

ствия ацетата ртути и позволяют выявить лимитирующее звено массопереноса воды — аквапорин AQP1 эпителия сосудов, являющийся в данном случае объектом воздействия ионов двухвалентной ртути.

В таблице показаны основные изменяемые параметры водного осцилляционного обмена системной крови и цереброспинальной жидкости после воздействии ингибиторов аквапоринов.

Параметры водного осцилляционного обмена артериальной крови и цереброспинальной жидкости после ингибиторного воздействия на водные каналы сосудистых стенок

Сравниваемый параметр	Изменение параметров после воздействия ингибитора AQP1 (число наблюдений)
Артериальное давление (рис. 4)	Увеличение на 8 % (16)
Амплитуда артериального давления (рис. 4, А)	Снижение на 27 % (16)
Интенсивность пульсовой частоты в спектре артериального давления (рис. 2, П)	Снижение на 34 % (16)
Внутричерепное давление (рис. 4)	Снижение на 27 % (16)
Амплитуда внутричерепного давления (рис. 4, А)	Снижение на 57 % (16)
Интенсивность пульсовой частоты в спектре внутричерепного давления (рис. 2, П)	Снижение на 70 % (15)
Сдвиг по фазе между пульсовыми волнами артериального и внутричерепного давления (рис. 3, Δφ)	Увеличение на 17 % (12)

Таким образом, воздействие аквапоринов привело к увеличению артериального давления, к снижению его амплитуды и интенсивности пульсовой частоты, к снижению внутричерепного давления, его амплитуды и интенсивности частоты, к увеличению сдвига по фазе между пульсовыми волнами артериального и внутричерепного давления, что свидетельствует о снижении объемов циркулирующей жидкости вследствие воздействия ионов ртути на транспортные функции AQP1.

Как отмечалось ранее, в эпителии кровеносных микрососудов содержится AQP1, чувствительный к ингибированию ионами ртути, и AQP4, активность которого не изменяется в присутствии соединений ртути. При воздействии ртутных ингибиторов водный транспорт будет тормозиться на уровне хориоидального сплетения головного мозга, где водный обмен определяется активностью AQP1. Аквапорин AQP1 содержится в арахноидальной оболочке головного мозга, участвующей в массопереносе воды между водными компартаментами головного мозга, что определяет еще одну область потенциального ингибирующего эффекта ртути. Таким образом, из особенностей топографии тиольных аквапоринов, чувствительных к воздействию ртути, следует, что картина перераспределения осцилляционных потоков воды должна носить сложный характер. При этом должны наблюдаться эффекты изменения амплитуды колебаний, фазовые сдвиги, изменения частотных характеристик спектров. Проведенные исследования позволяют увидеть динамику, появляющуюся в характере изменений гидростатического давления водных компартаментов головного мозга и могут рассматриваться как экспериментальные доказательства участия аквапоринов в механизме осциллирующего массопереноса воды между кровью и цереброспинальной жидкостью.

Заклучение. Изучены осцилляции гидростатического давления в крови и цереброспинальной жидкости у кроликов в норме и при воздействии ингибитора тиольных аквапоринов ацетата ртути. При разложении в ряд Фурье спектров осцилляторных колебаний внутриартериального и внутричерепного давления определены максимумы, соответствующие частотам дыхательных и сердечных сокращений. Выявлено смещение (сдвиг по фазе) начала эпидуральной волны относительно начала пульсовой волны артериальной крови и отличие их по форме.

Показано, что воздействие ингибиторов аквапоринов нарушает водный обмен в тканях и сосудах головного мозга, приводит к увеличению артериального давления, снижению его амплитуды, уменьшению внутричерепного давления и его амплитуды, снижению интенсивности пульсовых частот, а также к увеличению сдвига по фазе между пульсовыми волнами артериального и внутричерепного давления.

Полученная совокупность экспериментальных наблюдений свидетельствует об участии аквапоринов в реализации быстрого переноса воды между водными компартаментами гистоструктур головного мозга и служит экспериментальным подтверждением конвективного (осцилляторного) механизма водного обмена тканей.

Экспериментальные исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № Б05-146).

Литература

1. Krogh A. The Anatomy and Physiology of Capillaries. New York, 1959. — 234 p.
2. Titovets E. P., Stepanova T. S. // News of Biomedical Sciences. 2004. N. 2. P. 127—134.
3. Titovets E. P., Stepanova T. S. // Сб. тр. конф. «Современные информационные и телемедицинские технологии для здравоохранения». Минск, 2005. С. 108—111.
4. Титовец Э. П. Аквапорины человека и животных: фундаментальные и прикладные аспекты. Минск, 2007. — 239 с.
5. Титовец Э. П. // Здравоохранение. 2002. № 1. С. 30—33.
6. Agre P., Kozono D. // FEBS Lett. 2003. Vol. 555. P. 72—78.
7. Gorelick D. A., Praetorius J., Tsunenari T. et al. // BMC Biochemistry. 2006. Vol. 7. P. 7—14.
8. Preston G. M., Jung J. S., Guggino W. B. et al. // J. Biol. Chem. 1993. Vol. 268. P. 17—20.
9. Oshio K., Song Y., Verkman A. S. et al. // Acta Neurochir. Suppl. 2003. N 86. P. 525—528.
10. Badaut J., Petit J. M., Brunet J. F. et al. // Neuroscience. 2004. N 128. P. 27—38.
11. Li J., Patil R. V., Verkman A. S. // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2002. Vol. 43. P. 573—579.
12. Manley G. T., Fujimura M., Ma T. et al. // Natur. Med. 2000. Vol. 6. P. 159—163.

E. P. TITOVETS, L. P. PARKHACH

EFFECT OF AQUAPORIN INHIBITION ON OSCILLATIONS OF INTRAVASCULAR AND INTRACRANIAL PRESSURE

Summary

Effect of aquaporin inhibition on the oscillations in the blood and cerebrospinal fluid hydrostatic pressure in rabbits was investigated. It was found that aquaporin inhibition brought about a decrease in mass transfer of oscillatory water in the brain tissue and blood vessels, an increase in arterial pressure against a decrease in intracranial pressure, a decrease in the amplitude of blood and liquor hydrostatic pressure oscillations. The experimental results might be taken to indicate that aquaporins play an important role in the mechanism of oscillatory water mass transfer between blood and cerebrospinal fluid.

УДК 519.862.3+303.444

А. А. МИХАЛЕВИЧ, С. П. ФИСЕНКО

**СТОХАСТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ***Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси**(Поступила в редакцию 13.07.2009)*

Предложен новый метод стохастического прогнозирования энергобезопасности страны на среднесрочную перспективу, основанный на использовании эконофизики. В качестве основных переменных используются численность населения, валовый внутренний продукт и потребляемая энергия. Обсуждаются уравнения простейшей стохастической математической модели, которая учитывает только стохастические флуктуации потребления энергии в стране. Приведены результаты решения уравнения Фоккера–Планка моментным методом для одного из сценариев развития Республики Беларусь.

Введение. Среднесрочное прогнозирование энергобезопасности страны – важная и актуальная задача, стоящая перед научным сообществом. В частности, в работе [1] была разработана детерминистическая математическая модель прогнозирования энергобезопасности, основанная на открытой статистической информации и методе эконофизики [2; 3]. В этой математической модели учитывается динамика народонаселения страны, динамика валового внутреннего продукта (ВВП) и потребления энергии, что и позволяет надежно моделировать влияние целого ряда факторов на эволюцию энергобезопасности страны.

Однако в этой модели не был учтен целый ряд относительно небольших случайных факторов, которые влияют на точность прогноза энергобезопасности: колебания спроса на рынке, воздействующие на величину ВВП; флуктуации потребления энергии (в связи с различным числом праздничных дней в году, отклонениями зимней температуры от средней многолетней температуры и т. п.). В связи с этим значительный интерес представляет развитие стохастического прогнозирования энергобезопасности. Естественно, стохастическая модель ограничивает однозначность среднесрочного прогноза, однако повышает его надежность. Для простоты изложения в этой работе ограничимся рассмотрением только флуктуаций потребления энергии в стране. Численные расчеты приведены для Республики Беларусь.

Отметим, что в настоящее время ведутся работы по созданию вероятностной (стохастической) модели экономики [4]. В целом нам представляется, что стохастические математические модели более корректно, чем детерминистические, описывают вопросы, связанные с поведением сложных социальных и экономических систем [5].

Детерминистическая модель. Общепринятое количественное определение энергобезопасности страны далеко от окончательной формулировки, и это не случайно. Действительно, оно существенно зависит от временного и пространственного масштаба рассмотрения энергобезопасности. В этом состоит интересная близость теоретической задачи о прогнозировании энергобезопасности страны со многими проблемами неравновесной статистической физики и термодинамики [6]. Отметим, что чем меньше временной масштаб рассмотрения, тем больше параметров нужно использовать для корректного описания энергобезопасности страны. Такая же ситуация имеет место и в задачах неравновесной физики. При увеличении временного масштаба число параметров, необходимых для макроскопического состояния системы, сокращается.

Описание состояния страны, необходимое для прогнозирования энергобезопасности, используемое в нашем подходе, базируется на минимальном наборе переменных. Среди них GDP — валовой внутренний продукт в течение года; E — энергия, потребляемая страной в течение года; Pr — средняя цена единицы энергии на внешнем рынке и N — численность населения.

Следуя [1], введем безразмерный параметр ε , равный

$$\varepsilon = GDP/(E Pr), \quad (1)$$

который можно рассматривать как количественную характеристику уровня энергобезопасности страны. Очевидно, что параметр ε должен быть всегда больше единицы для обеспечения развития страны. В рамках нашей детерминистической модели, как можно показать, величина параметра ε в любой момент времени t определяется соотношением

$$\varepsilon(t) = \frac{1}{k_{egnp}(t)Pr(t)}, \quad (2)$$

где k_{egnp} — энергоемкость единицы ВВП страны. Аналогичный вывод о влиянии энергоемкости единицы ВВП на энергобезопасность страны был сделан в работе [7], в которой приведено много полезной статистической информации.

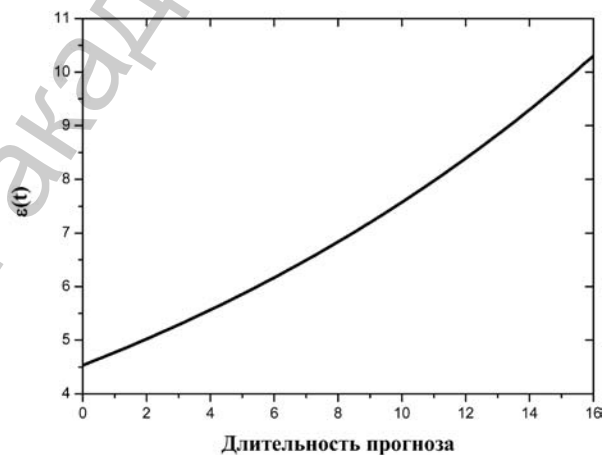


Рис. 1. Прогноз энергобезопасности страны на 16 лет. Ежегодное снижение энергоемкости единицы ВВП 5 %

Численные результаты прогнозов для различных сценариев развития Республики Беларусь на основе детерминистической модели энергобезопасности приведены в работе [1]. На рис. 1 приведен для иллюстрации детерминистический прогноз изменения параметра $\epsilon(t)$ при ежегодном темпе роста производительности труда на 8 %, снижения энергоемкости единицы ВВП на 5 % и при средней цене единицы энергии, эквивалентной 60 долл. США за баррель нефти.

Отметим, что для этого сценария развития параметр $\epsilon(t)$ и через 16 лет не достигнет уровня, характерного для стран Западной Европы сегодня.

Стохастическая модель. Приближение Фоккера–Планка. С целью учета влияния относительно небольших, зачастую действующих в противоположном направлении, случайных факторов в экономике и энергопотреблении введем в уравнение для расчета потребляемой энергии стохастический источник $I(t)$. Теперь это уравнение имеет вид:

$$\frac{dE(t)}{dt} = \frac{d(k_{egnp}GDP)}{dt} + I(t). \quad (3)$$

При этом будем считать, что случайная величина $I(t)$ является дельта-коррелированной случайной величиной [8; 9] с нулевым значением средней величины. Другими словами, среднее по ансамблю случайных реализаций $\langle I \rangle$

$$\langle I \rangle = 0, \quad (4)$$

а для корреляционной функции справедливо равенство

$$\langle I(t')I(t) \rangle = A(t)\delta(t'-t). \quad (5)$$

Таким образом, если усреднить уравнение (3) на достаточно большом интервале времени, то сразу видно, что оно описывает поведение среднего значения $\langle E(t) \rangle$ потребляемой энергии. Сделанные выше предположения о природе флуктуаций, как известно, являются простейшими с математической точки зрения [8; 9]. Учет как корреляций между флуктуациями, так и конечного времени их затухания значительно усложняет математические аспекты анализа. В настоящей работе ограничимся простейшими предположениями.

В проблемах энергобезопасности задача о нахождении параметра A по статистическим данным к настоящему времени решена только частично. В физических задачах параметр A в выражениях, аналогичных (5), прямо пропорционален температуре системы, т. е. мере хаотического движения.

С введением стохастического источника в уравнение (3) потребляемая в стране энергия $E(t)$ также становится случайной величиной. Удобно перейти к эквивалентному описанию случайных процессов, связанному не с введением случайных источников, а с использованием функции распределения параметров. Введем функцию распределения потребления энергии страной $f(E, t)$ так, чтобы она была нормированной на единицу. Как известно [8; 9], с предположениями (4) и (5) для $f(E, t)$ можно записать кинетическое уравнение

$$\frac{\partial f(E, t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial E} \left(f(E, t) \frac{d(k_{egnp}GDP)}{dt} \right) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial E^2} (f(E, t)A). \quad (6)$$

Уравнение (6) представляет собой уравнение Фоккера–Планка с переменными коэффициентами. Оно описывает дрейф функции распределения $f(E, t)$ и ее «диффузионное» расширение. Именно это диффузионное расширение и ограничивает точность среднесрочного прогноза энергобезопасности. Отметим, что в отличие от уравнений детерминистической модели уравнение (6) не обладает инвариантностью относительно обращения времени.

Граничные условия к уравнению (6) имеют естественный вид: функция распределения достаточно быстро спадает к нулю при достаточно большом удалении от среднего значения.

Квазиравновесное распределение $f_e(E, t)$ потребляемой в стране энергии находится из условия обращения в нуль первого члена в правой части уравнения (6). Если начальное распределение представляет собой δ -функцию Дирака [8], то тогда $f_e(E, t)$ имеет вид

$$f_e(E) = \frac{1}{\sqrt{2\pi At}} \exp \left[-\frac{(E - \langle E \rangle)^2}{2At} \right]. \quad (7)$$

Как хорошо известно, для функции распределения (7) характерна ширина функции распределения $\sim \sqrt{At}$.

Моментный метод решения. Используем для численного решения стохастической модели (2), (3) и (7) метод моментов [8]. При этом ограничимся только двумя первыми моментами – средней энергией $\langle E \rangle$ и средним квадратом потребляемой энергии $\langle E^2 \rangle$. Уравнение для $\langle E^2 \rangle$ следует после вычисления второго момента функции распределения с помощью (6). В результате имеем два обыкновенных дифференциальных уравнения

$$\frac{d \langle E \rangle}{dt} = \langle \dot{E} \rangle, \quad (8)$$

где мы ввели обозначение

$$\frac{d(k_{egnp}GDP)}{dt} = \langle \dot{E} \rangle, \text{ и}$$

$$\frac{d \langle E^2 \rangle}{dt} = 2 \langle E \rangle \langle \dot{E} \rangle + A. \quad (9)$$

Очевидно, что для описания этих двух моментов использование уравнений (8) и (9) эквивалентно применению уравнения (6). Отметим, что при $A = 0$ ширина функции распределения $f(E, t)$ остается постоянной во времени.

Среднеквадратичное отклонение $\sigma(t)$ определяется стандартным образом:

$$\sigma(t) = \sqrt{\langle E^2 \rangle - \langle E \rangle^2}.$$

На значение $\sigma(t)$ влияет длительность интервала прогнозирования и величина параметра A . Из сравнения статистических данных по потреблению энергии в Республике Беларусь и расчетных результатов можно сделать вывод, что

$A = \langle E \rangle^2 p$, где p – параметр.

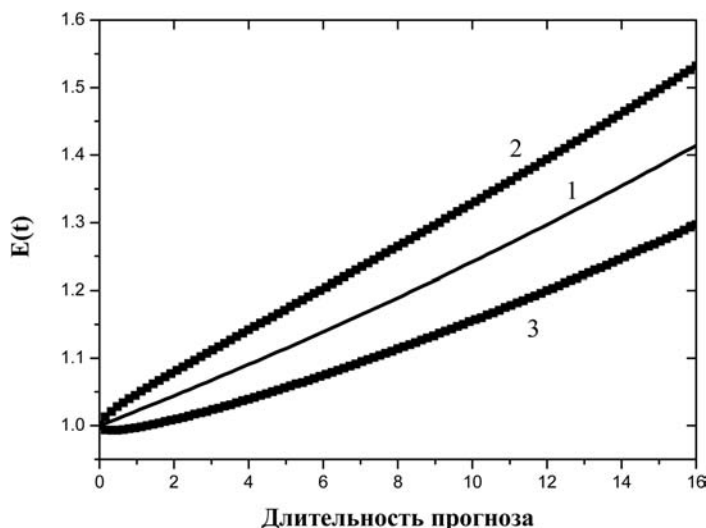


Рис. 2. Стохастический прогноз потребления энергии для одного из сценариев развития Беларуси. Темп роста производительности труда – 0,08; темп снижения энергоёмкости единицы ВВП – 0,05; стохастический параметр $A = 0,0003$

На рис. 2 показан стохастический прогноз потребления энергии для значения $p = 0,0003$, который достаточно хорошо описывает флуктуации потребления энергии в Республике Беларусь за 2000–2005 гг. Кривая 1 описывает поведение среднего значения $\langle E(t) \rangle$, кривая 2 показывает границу $\langle E(t) \rangle + \sigma(t)$, кривая 3 – границу $\langle E(t) \rangle - \sigma(t)$. Если считать, что функция распределения потребляемой энергии является гауссовой функцией со средним значением, совпадающим с $\langle E(t) \rangle$, то вероятность найти значение потребляемой энергии между кривыми 2 и 3 равна 0,683. Отметим, что принятому значению p отвечают флуктуации годового потребления энергии с амплитудой порядка 1,5 % от среднего значения.

Заключение. Связь между уровнем развития общества и величиной потребляемой им энергии была осознана физиками достаточно давно [10]. В данной работе методы эконофизики применены к разработке стохастического среднесрочного прогноза энергобезопасности. В работе представлены первые результаты исследования перехода от детерминистической модели энергобезопасности к стохастической модели. Детерминистическая модель описывает совместную эволюцию численности населения, ВВП и потребления энергии с учетом прогнозируемого роста производительности труда и снижения энергоёмкости единицы ВВП. В приближении белого шума в уравнении для описания энергии получено уравнение типа Фоккера–Планка для функции распределения потребления энергии в стране. Выведенное уравнение решено моментным методом. Показано, что стохастичность естественным образом ограничивает точность среднесрочного прогноза. Изменение ширины функции распределения определяется коэффициентом броуновского блуждания A в пространстве энергии. На основе статистических данных для Беларуси оценено значение этого коэффициента.

Значительный практический интерес представляет учет стохастических членов и в других уравнениях нашей математической модели [1], описывающих динамику народонаселения страны и внутреннего валового продукта. Очевидно, что при этом точность среднесрочного прогноза энергобезопасности уменьшится, хотя величина эффекта уменьшения сильно зависит от амплитуды флуктуаций. Для выявления этих эффектов в ретроспективном анализе статистических данных предстоит провести значительную работу [4].

Работа была частично поддержана грантом Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № Т08МЛД-025).

Литература

1. Михалевич А. А., Фисенко С. П., Шнип А. И. // Тепло- и массоперенос. Минск, 2007. С. 15–19.
2. Econophysics [Electronical resource]. — Mode of access: <http://en.wikipedia.org>.
3. Романовский М. Ю., Романовский Ю. М. Введение в эконофизику. Статистические и динамические модели. Москва; Ижевск, 2007.
4. Вальтух К. К. // Вестн. РАН. 2008. Т. 78, № 1. С. 28–47.
5. Haken H. // Rev. Mod. Phys. 1975. Vol. 47. P. 67.
6. Stauffer D. // Physica A. 2004. Vol. 336. P. 1–5.
7. Никитенко П. Г., Кулаков Г. Т., Цибиллина В. М. // Вестн. Фонда фундаментальных исследований. 2008. № 4. С. 20–28.
8. Рытов С. М. Введение в статистическую радиофизику. Случайные процессы. М., 1976. — 496 с.
9. Кляцкин В. И. Стохастические уравнения глазами физика. М., 2001. — 528 с.
10. Капица П. Л. // Эксперимент, теория, практика. М., 1981. С. 430.

A. A. MIKHALEVICH, S. P. FISENKO

STOCHASTIC PREDICTION OF THE ENERGY SECURITY OF A COUNTRY

Summary

For medium-term prediction of the energy security of a country a new method of stochastic prediction is developed. This method is based on the econophysics approach; as the basic variables such parameters are used: total population, gross domestic product and energy consumption. Equations of the simplest stochastic mathematical model are discussed. This model takes into account only stochastic fluctuations of the energy consumption. For one of scenario of the development of the Republic of Belarus results of solution of the Fokker–Planck equation by moment method are presented.

УДК 538.945

В. Н. КУШНИР, С. Л. ПРИЩЕПА

**КРИТИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА И МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ
ПАРАМЕТРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ НАНОСТРУКТУР
СВЕРХПРОВОДНИК/НОРМАЛЬНЫЙ МЕТАЛЛ***Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники**(Поступила в редакцию 31.03.2009)*

На основе точного решения уравнений Узаделя рассматривается критическое состояние многослойных структур типа сверхпроводник/нормальный металл. Рассчитываются зависимости критической температуры от количества слоев структуры. Демонстрируется метод идентификации микроскопических параметров S/N структур, основанный на использовании предельного поведения их критических характеристик.

Введение. Сверхпроводимость структур с чередующимися слоями сверхпроводящего (S) и нормального (N) металлов обусловлена эффектом близости [1–3]. Эффект близости состоит в индуцировании сверхпроводящего конденсата в нормальном металле при его контакте со сверхпроводящим материалом, при этом плотность куперовских пар экспоненциально убывает в глубь нормального металла; наоборот, сверхпроводимость в тонкой пленке сверхпроводника, нанесенной на нормальный металл, подавляется полностью или частично. В многослойной S/N структуре образуется сверхпроводящее состояние с плотностью куперовских пар, модулированной вдоль ортогонального слоям направления. Это отражается в следующих обнаруженных явлениях, имеющих прикладное значение: пик-эффект, явление размерного кроссовера и эффект симметрии. Пик-эффект [4] состоит в резком увеличении плотности критического тока в узкой окрестности определенного значения напряженности внешнего магнитного поля [5], зависящего от температуры [6]. Явление размерного кроссовера [7–9] состоит в существовании значения температуры (определяемого внешним магнитным полем, направленным параллельно слоям), выше которого распределение куперовских пар трехмерно, и ниже которого – квазидвухмерно. Эффект симметрии [10–12] состоит в резком различии критических термодинамических характеристик сверхпроводящего состояния S/N структур, обладающих продольной плоскостью зеркальной симметрии в нормальном, или в сверхпроводящем слое.

Термодинамические характеристики сверхпроводящего состояния, и, соответственно, выраженность того или иного эффекта определяются геометрическими

(толщина и количество слоев) и микроскопическими параметрами S/N структур. Геометрические параметры можно задавать произвольно, а микроскопические параметры (плотность числа состояний на уровне Ферми, скорость Ферми, длина свободного пробега и т. д.) можно варьировать подбором материалов и технологией изготовления структуры. Подбором материалов фиксируется часть микроскопических параметров структуры (скорость Ферми нормального и сверхпроводящего материалов). Для части параметров, зависящих от состава и технологии приготовления структуры, можно использовать, в некотором приближении, значения, полученные из измерений на изолированных образцах нормального и сверхпроводящего материала (например, низкотемпературные удельные сопротивления слоев). Часть параметров (коэффициент квантово-механической прозрачности S/N границы τ , длина когерентности сверхпроводящего ξ_S и нормального ξ_N материалов) определяется сравнением теоретических и экспериментальных критических характеристик S/N структур. Удобнее всего использовать для этого наиболее простые структуры, а именно, двухслойные или трехслойные. Корректная методика определения области значений параметров, основанная на использовании предельного поведения экспериментальных критических характеристик 3-слойных $N/S/N$ структур, была разработана в [13–15]. Было показано, что экспериментальная зависимость критической температуры T_c от толщины S слоя d_S нечувствительна к выбору значений τ и ξ_N , лежащих на определенной кривой, если выполняются следующие условия. Во-первых, $d_N/\xi_N \gg 1$, где d_N – толщина N слоя; во-вторых, в диапазоне измеряемых критических температур $d_S/\xi_S \gtrsim 1$. Данные условия реализуются в большинстве экспериментов по измерению характеристики $T_c(d_S)$. Для независимой оценки параметра ξ_N обычно используется зависимость $T_c(d_N)$, полученная измерениями на структурах вида $S/N/S$. Однако, как показано в [15], такая оценка мало пригодна из-за поверхностных эффектов. В данной работе предлагается использовать предельное (асимптотическое) поведение другой характеристики, а именно, зависимость критической температуры от числа бислоев N_b S/N структуры вида $N/N_b \times (S/N)$ (один бислой состоит из пленки сверхпроводника и пленки нормального металла). Для этого специально были изготовлены многослойные структуры Nb/Cu с N_b в диапазоне от 5 до 12. Выбор Nb был обусловлен тем, что он обладает наивысшей критической температурой среди всех элементов. Кроме того, технология получения тонких пленок Nb высокого качества в настоящее время достаточно хорошо отработана. Выбор Cu был связан в первую очередь с возможностью получения многослойных образцов Nb/Cu с очень хорошими структурными свойствами [16]. Толщина слоев Nb и Cu $d_S = d_N = 20$ нм.

До сих пор в литературе не представлено систематических экспериментальных исследований зависимости критической температуры перехода в сверхпроводящее состояние от количества слоев в многослойной структуре, особенно с учетом конкретных микроскопических параметров образцов. Многослойные металлические S/N структуры являются очень хорошими модельными объектами для подобного рода исследований, поскольку имеется понимание особенностей эффекта близости на границе сверхпроводящего и нормального металлов [1–3]. Кроме того, в работах [13; 14] было дано точное матричное

решение уравнений критического состояния многослойных S/N структур, которое здесь используется.

Уравнения критического состояния S/N структур и их решение. Выбирается система координат с осью OZ , направленной перпендикулярно плоскости слоев, координатная плоскость XOY совпадает с плоскостью зеркальной симметрии S/N структуры.

Критическое состояние большинства экспериментальных S/N структур может быть описано уравнениями микроскопической теории в диффузионном пределе (уравнениями Узаделя) [17]

$$\begin{cases} -\hbar D_S \Phi_n''(z) + 2\hbar\omega_n \Phi_n(z) = 4\pi k_B T \lambda \sum_{m=0}^{n_D} \Phi_m(z), & z \in I_S; \\ -\hbar D_N \Phi_n''(z) + 2\hbar\omega_n \Phi_n(z) = 0, & z \in I_N, \end{cases} \quad (1)$$

где $n = 0, 1, \dots, n_D$.

В (1) использованы следующие обозначения: $D_{S(N)}$ – постоянная диффузии сверхпроводящего (нормального) металла; $I_{S(N)}$ – область значений z , соответствующая сверхпроводящим (нормальным) слоям; $\omega_n = \pi k_B T (2n + 1) / \hbar$ – мацубаровские частоты; n_D – целая часть выражения $(\omega_D / 2\pi k_B T - 0,5)$, ω_D – дебаевская частота, выбранная в качестве параметра обрезания; λ – безразмерная константа эффективного электрон-электронного взаимодействия; $\Phi_n(z) = (F_n(z) + F_{-n}(z))/2$, $F_n(z)$ – квазиклассические аномальные функции Грина, усредненные по поверхности Ферми. Постоянная диффузии $D_{S(N)}$ связана с длиной свободного пробега электрона в сверхпроводящем (нормальном) материале $\ell_{(S)N}$ и скоростью Ферми $v_{F,S(N)}$ соотношением $D_{S(N)} = v_{F,S(N)} \ell_{(S)N} / 3$.

Система уравнений (1) дополняется условиями на внешних границах

$$\Phi_n'(-L/2) = \Phi_n'(L/2) = 0, \quad (2)$$

где L – толщина структуры, а также условиями на границах z_i ($i = 1, 2, \dots, 2N_b$) между S и N слоями [18; 19]:

$$\frac{1}{\rho(z_i + 0)} \Phi_n'(z_i + 0) = \frac{1}{\rho(z_i - 0)} \Phi_n'(z_i - 0); \quad (3)$$

$$\Phi_n(z_i + 0) = \Phi_n(z_i - 0) + \frac{\rho_N}{\rho(z_i - 0)} \frac{2\ell_N(1-T)}{3T} \Phi_n'(z_i - 0), \quad (4)$$

где $\rho(z) = \rho_S$, если $z \in I_S$, и $\rho(z) = \rho_N$, если $z \in I_N$; ρ_S и ρ_N есть нормальные низкотемпературные (при 10 К) удельные сопротивления сверхпроводящего и нормального материала соответственно; T – коэффициент квантово-механической прозрачности S/N границы.

Приведем точное решение граничной задачи (1)–(4) [13].

Пусть $2(n_D + 1)$ -размерная вектор-функция $\mathbf{Y}(z) = (\Phi(z) \Phi'(z))^T$, где $\Phi(z) = (\Phi_0(z) \Phi_1(z) \dots \Phi_{n_D}(z))^T$, является решением системы уравнений Узаделя

(надстрочный символ tr означает операцию транспонирования). Выразим это решение через матрицант $\mathcal{R}(T; z)$ системы (1)–(4) [20]

$$\mathbf{Y}(z) = \mathcal{R}(z, -L/2)\mathbf{Y}(-L/2). \quad (5)$$

Тогда, в силу (2), граничная задача (1)–(4) сводится к решению системы однородных алгебраических уравнений

$$\mathcal{R}_{2,1}(L/2, -L/2)\Phi(-L/2) = \mathbf{0}. \quad (6)$$

В (6) $\mathcal{R}_{\alpha,\beta}(z, -L/2)$ ($\alpha, \beta = 1, 2$) есть матричные блоки размерности $(n_D + 1) \times (n_D + 1)$ матрицы $\mathcal{R}(z, -L/2)$. Из условия существования нетривиального решения системы (6) получаем характеристическое уравнение

$$\det(\mathcal{R}_{2,1}(L/2, -L/2)) = 0. \quad (7)$$

Матрица $\mathcal{R}(z, -L/2)$ выражается через матрицанты $S(z)$, $\mathcal{M}(z)$ S и N слоев соответственно, а также через матрицы \mathcal{P}_{NS} , \mathcal{P}_{SN} условий шивания (3), (4). (Матрица \mathcal{P}_{NS} отображает решение из N слоя в S слой, и, наоборот, матрица \mathcal{P}_{SN} отображает решение из S слоя в N слой.) Для рассматриваемых плоских структур вида $N/N_b \times (S/N)$, матрица, связывающая векторы состояния на границах структуры, определяется по формуле

$$\mathcal{R}(L/2, -L/2) = \mathcal{M}(d_N)(\mathcal{P}_{NS}S(d_S)\mathcal{P}_{SN}\mathcal{M}(d_N))^{N_b}. \quad (8)$$

Матрицы $S(d_S)$, $\mathcal{M}(d_N)$ имеют вид:

$$S(d_S) = \mathbf{C} \otimes \begin{pmatrix} \text{diag} [ch(d_S / \xi_S^{(k)})] & \text{diag} [\xi_S^{(k)} sh(d_S / \xi_S^{(k)})] \\ \text{diag} [(\xi_S^{(k)})^{-1} sh(d_S / \xi_S^{(k)})] & \text{diag} [ch(d_S / \xi_S^{(k)})] \end{pmatrix} \otimes \mathbf{C}^{tr}; \quad (9)$$

$$\mathcal{M}(d_N) = \begin{pmatrix} \text{diag} [ch(d_N / \xi_N^{(k)})] & \text{diag} [\xi_N^{(k)} sh(d_N / \xi_N^{(k)})] \\ \text{diag} [(\xi_N^{(k)})^{-1} sh(d_N / \xi_N^{(k)})] & \text{diag} [ch(d_N / \xi_N^{(k)})] \end{pmatrix}. \quad (10)$$

В формулах (9), (10) использованы следующие обозначения:
 \mathbf{C} – ортогональная матрица ($\mathbf{C} \mathbf{C}^{tr} = \mathbf{C}^{tr} \mathbf{C} = \mathbf{1}$) с элементами

$$C_n^{(k)} = \frac{2s^{(k)}}{2n + 1 + 2\mu^{(k)}}. \quad (11)$$

Величины $s^{(k)}$ ($k = 0, 1, \dots, n_D$) определены соотношением

$$s^{(k)} = \left(\sum_{n=0}^{n_D} \left(n + \frac{1}{2} + \mu^{(k)} \right)^{-2} \right)^{-1/2}, \quad (12)$$

а $\mu^{(k)}$ есть корни уравнения

$$\psi\left(\frac{\omega_D}{2\pi T} + 1 + \mu\right) - \psi\left(\frac{1}{2} + \mu\right) = \psi\left(\frac{\omega_D}{2\pi T_S} + 1\right) - \psi\left(\frac{1}{2}\right), \quad (13)$$

где $\psi(t)$ есть дигамма-функция [21], T_S – критическая температура массивного сверхпроводящего материала.

«Корреляционные длины» $\xi_S^{(k)}$, $\xi_N^{(k)}$ определены соотношениями

$$\xi_S^{(k)} = \xi_S \sqrt{-\frac{T_S}{2T\mu_S^{(k)}}}; \quad \xi_N^{(k)} = \xi_N \sqrt{\frac{T_S}{T(2k+1)}}, \quad (14)$$

где

$$\xi_{S(N)} = \sqrt{\frac{\hbar D_{S(N)}}{2\pi k_B T_S}}. \quad (15)$$

Матрицы \mathcal{P}_{NS} , \mathcal{P}_{SN} условий сшивания определяются формулами

$$\mathcal{P}_{NS} = \begin{pmatrix} \mathbf{1} & \gamma_b \xi_N p^{-1} \cdot \mathbf{1} \\ \mathbf{0} & p^{-1} \cdot \mathbf{1} \end{pmatrix}; \quad \mathcal{P}_{SN} = \begin{pmatrix} \mathbf{1} & \gamma_b \xi_N \cdot \mathbf{1} \\ \mathbf{0} & p \cdot \mathbf{1} \end{pmatrix}, \quad (16)$$

где введены безразмерные параметры

$$p \equiv \frac{\rho_S}{\rho_N}; \quad \gamma_b \equiv \frac{2\ell_N(1-T)}{3\xi_N T}. \quad (17)$$

В результате решения уравнений (6), (7) получим набор собственных значений $T^{(k)}$ для температуры и соответствующих им собственных векторов $\mathbf{Y}^{(k)}(-L/2) = (\Phi^{(k)}(-L/2) \mathbf{0})^{tr}$. По найденным собственным значениям и собственным векторам в соответствии с (5) определяются собственные вектор-функции $\mathbf{Y}^{(k)}(z)$. Наибольшее из собственных значений $T^{(k)}$ является истинной критической температурой структуры.

Экспериментальная часть. Образцы Nb/Cu с разным количеством бислоев N_b были получены методом катодного распыления на постоянном токе [11; 22]. В качестве подложек использовались пластины кремния ориентации (100). Скорости осаждения составляли 0,9 нм/с для Nb и 0,5 нм/с для Cu. Всегда одновременно осаждались по два образца с разными числами N_b . Для этого в подколпачном устройстве вакуумной камеры было разработано специальное устройство, позволяющее осуществлять передвижение держателя образцов над обеими мишенями.

Начальная (нулевая) позиция держателя образцов с двумя подложками располагалась между двумя мишенями Nb и Cu. Расстояние между подложками – 1,5 см. На подложку, расположенную ближе к мишени Cu, в итоге осаждалось $N_b + 1$ бислоев, а на подложку, расположенную ближе к мишени Nb – N_b бислоев. Была возможность вращать платформу (держатель подложек) контролируемым образом и останавливать ее в любой позиции (в диапазоне углов 0–360°).

В начале осаждения держатель подложек из нулевого положения перемещается в сторону мишени с медью для осаждения первого слоя (оба образца состоят из N_b или $N_b + 1$ бислоев Nb/Cu плюс нижний слой Cu). После осаждения первого слоя Cu держатель подложек передвигается через начальную позицию к мишени ниобия. Подобные колебательные движения (от одной мишени к другой) повторяются до тех пор, пока не будут осаждены N_b бислоев. После осаждения последнего слоя Cu держатель образцов движется к мишени Nb по противоположной дуге. Если ранее движение от мишени Cu к мишени Nb проходило против часовой стрелки, то теперь подложкодержатель образцов движется по часовой стрелке так, чтобы пленка Nb осаждалась только на одну подложку. Держатель образцов имеет в диаметре 2,5 см, а расстояние между двумя подложками – 1,5 см. Это дает возможность использовать вертикальный экран вблизи мишени Nb, что позволяет осадить последнюю пленку Nb только на одну подложку. После последнего осаждения держатель образцов слегка возвращается назад, напряжение, подаваемое на мишень Nb, выключается, и процесс распыления Nb останавливается. После приблизительно 1 мин, когда была полная уверенность в том, что Nb больше не распыляется, держатель образцов передвигался над остывшей мишенью в сторону мишени Cu так, чтобы осадить последнюю пленку Cu только на одну подложку (закрывать последний слой Nb). Это было возможно также благодаря вертикальному экрану, находившемуся в непосредственной близости от мишени Cu. После

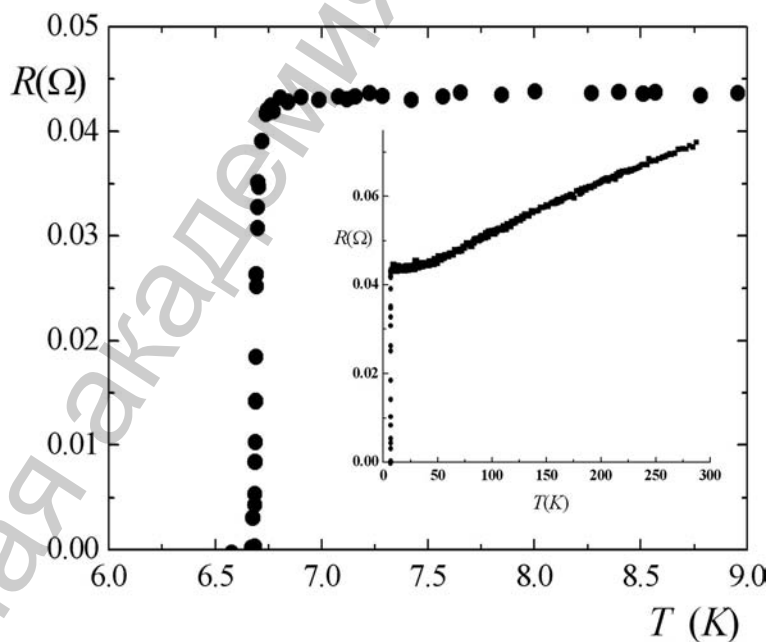


Рис. 1. Резистивная характеристика перехода в сверхпроводящее состояние 7-бислойной структуры Nb/Cu. На вставке к рисунку показана зависимость $R(T)$ в температурном диапазоне от 300 К до T_c

этого держатель подложек возвращался назад в исходную позицию, и процесс осаждения двух образцов в одном вакуумном цикле был завершен.

Исследование рентгеновских спектров при малых углах подтвердили высокое качество слоистых образцов [23]. Транспортные измерения проводили стандартным четырехзондовым методом на постоянном токе. Критическая температура перехода в сверхпроводящее состояние определялась по критерию $0,5R_N$, где R_N – сопротивление образца перед началом перехода. Для всех образцов ширина перехода в сверхпроводящее состояние не превышала 20 мК. Пример зависимости $R(T)$ в области перехода в сверхпроводящее состояние для образца с $N_b = 7$ приведен на рис. 1.

Осаждение образцов в одном вакуумном цикле позволяет рассматривать, по крайней мере, каждую пару образцов как имеющую одинаковые параметры, в частности, одинаковый квантово-механический коэффициент прозрачности S/N границ. Косвенно идентичность параметров подтверждается одинаковыми удельными сопротивлениями всех образцов при температуре $T = 10$ К, $\rho_{10} = 8,4$ мОм \times см, и схожими значениями $\beta_{10} = \rho_{300}/\rho_{10} = 1,7...1,8$.

Результаты и их обсуждение. Перейдем теперь к анализу экспериментальных данных, полученных на многослойных структурах Nb/Cu, а также на серии трехслойных структур Cu/Nb/Cu с фиксированной толщиной слоев Cu (150 нм) и различными толщинами слоя Nb (от 20 до 100 нм). Трехслойные структуры были получены из тех же мишеней и на той же установке, поэтому обладают теми же параметрами [23].

Модель, описывающая S/N структуры, содержит 5 независимых параметров, в качестве которых выберем T_S , ξ_S , ξ_N , p и γ_b (в соответствии с (17) параметр γ_b и коэффициент прозрачности T связаны взаимно-однозначно). Удовлетворительными оценками величин T_S и p могут служить значение критической температуры массивного ниобия 8,8 К и отношение нормальных удельных сопротивлений $\rho_S/\rho_N \sim 2,55$ [23]. Данные величины могут, вообще говоря, варьироваться относительно указанных значений, поскольку, как показано в работах [14; 15], изолированный слой сверхпроводника, и S слой, заключенный между слоями нормального металла, отличаются по своим характеристикам. Оценка величины $\xi_S \sim 6,7$ нм получена в [23] из измерений верхнего критического перпендикулярного магнитного поля для серии Cu/Nb/Cu и, являясь асимптотической, допускает отклонения. Две оставшиеся величины, ξ_N и γ_b , пытаемся определить подгонкой экспериментальной зависимости $T_c(d_S)$, полученной на серии трехслойных структур Cu/Nb/Cu. В результате оказывается, для любой пары значений ξ_N и γ_b , удовлетворяющих простому соотношению

$$\gamma_b(\xi_N) \xi_N = \alpha(\xi_{N,\max} - \xi_N), \quad (18)$$

теоретические кривые, воспроизводящие экспериментальную зависимость, почти совпадают. В (18) α – число порядка единицы, а $\xi_{N,\max}$ – наибольшее значение длины когерентности, при котором решение граничной задачи существует.

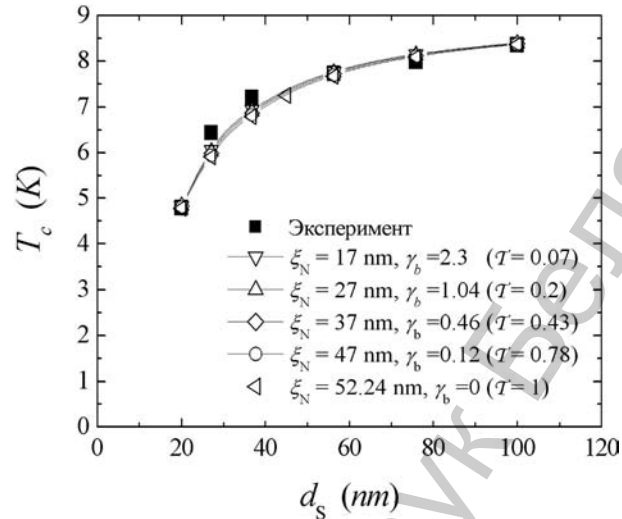


Рис. 2. Экспериментальная зависимость критической температуры T_c от толщины S слоя d_S , измеренная для серии трехслойных структур $\text{Cu}/\text{Nb}/\text{Cu}$ (сплошные квадраты), и теоретические кривые $T_c(d_S)$, рассчитанные для пяти пар значений параметров ξ_N , γ_b , удовлетворяющих соотношению (18)

На рис. 2 приведены экспериментальная зависимость (квадраты) и несколько теоретических кривых, рассчитанных для фиксированных значений параметров $T_S = 8,9$ К, $\xi_S = 6,5$ нм, $p = 2,55$, и различных пар значений параметров ξ_N , γ_b , удовлетворяющих соотношению (18) с числом $\alpha = 1,11$ и $\xi_{N,\text{max}} = 52,24$ нм. На рис. 2 видно, что теоретические кривые практически сливаются. В связи с этим обратим внимание на соотношения толщин слоев и длин когерентности. Для нормальных слоев $d_N/\xi_{N,\text{max}} \sim 3$, что достаточно

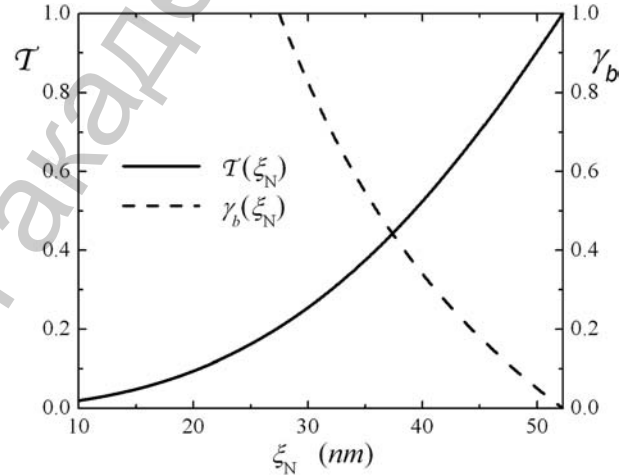


Рис. 3. Зависимости параметров T и γ_b от параметра ξ_N , соответствующие экспериментальной характеристике $T_c(d_S)$, представленной на рис. 2

для того, чтобы считать нормальные слои полубесконечными при всех значениях $\xi_N \leq \xi_{N,\max}$. Для сверхпроводящего слоя также $d_S/\xi_S \gtrsim 3$; из этого следует, что функция $T_c(d_S)$ меняется медленно почти во всем диапазоне экспериментальных значений d_S . Оба соотношения как раз и приводят к приближительной инвариантности характеристики $T_c(d_S)$ относительно «движения» точки (ξ_N, γ_b) вдоль кривой (18). На рис. 2 приведены также значения коэффициента прозрачности τ (данная величина более важна с фундаментальной точки зрения, чем γ_b), соответствующие парам значений ξ_N, γ_b .

На рис. 3 приведен график зависимости $\tau(\xi_N)$, а также график $\gamma_b(\xi_N)$, построенные в соответствии с (17), (18), и соответствующие экспериментальной характеристике $T_c(d_S)$. Как мы видим, коэффициент квантово-механической прозрачности S/N границы может принимать любые значения в интервале $[0,1]$, и, следовательно, не может быть определен только из измерений на трехслойных $N/S/N$ структурах. Вместе с тем существование кривой «инвариантности» $\tau(\xi_N)$ характеристики $T_c(d_S)$ позволяет достаточно легко найти на этой кривой точку, соответствующую S/N структуре, проводя измерения какой-либо другой характеристики. Такой дополнительной характеристикой в нашем случае является зависимость критической температуры T_c от количества бислоев N_b , полученная на серии структур $\text{Cu}/N_b \times (\text{Nb}/\text{Cu})$ с $N_b = 5-12$.

Экспериментальная зависимость $T_c(N_b)$ приведена на рис. 4 (сплошные символы). На том же рисунке представлены теоретические зависимости $T_c(N_b)$ для трех значений параметра ξ_N , и соответствующих значений коэффициента прозрачности. Видно, что экспериментальной зависимости соответствует значение коэффициента прозрачности $\tau = 0,41$ (соответственно, $\xi_N = 36$ нм). Полученное значение τ оказывается ощутимо выше оценки, рассчитанной в [23]

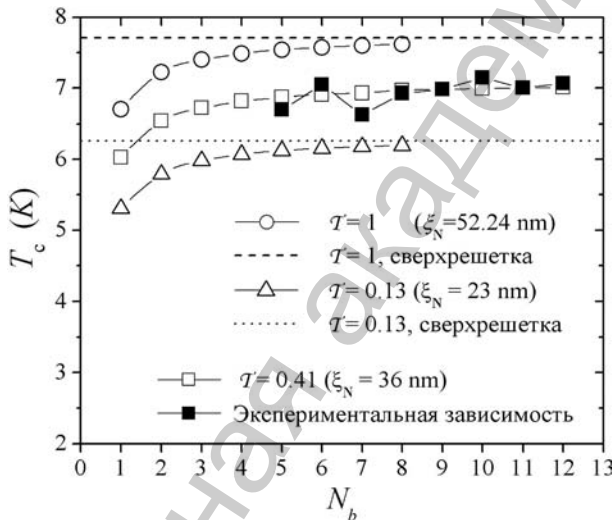


Рис. 4. Теоретические зависимости $T_c(N_b)$, рассчитанные для трех пар значений параметров ξ_N, τ (открытые символы), и экспериментальная характеристика $T_c(N_b)$ (сплошные квадраты) серии структур $\text{Cu}/N_b \times (\text{Nb}/\text{Cu})$. Символы соединены линиями для удобства. Штриховой и пунктирной линиями указаны критические температуры сверхрешетки для двух пар значений параметров ξ_N и τ

на основе приближенных формул. Обратим внимание на то, что наилучшее согласие между теоретической и экспериментальной зависимостью $T_c(N_b)$ имеет место в асимптотической области значений N_b . Это, очевидно, объясняется тем, что при увеличении количества бислоев уменьшается относительное влияние неоднородностей структуры на ее критическую температуру. (Критическая температура сверхрешетки, т. е. структуры с бесконечным количеством бислоев устойчива по отношению к возмущениям.) Как видно на рис. 4, можно считать, что асимптотическое поведение экспериментальной зависимости достигается в данном случае при $N_b \sim 7-8$.

Заключение. Мы продемонстрировали методику идентификации микроскопических параметров сверхпроводящих структур сверхпроводник/нормальный металл, основанную на анализе двух экспериментальных характеристик: зависимости критической температуры трехслойной $N/S/N$ структуры от толщины S слоя и зависимости критической температуры многослойной S/N структуры от количества бислоев. При этом толщина N слоев используемых трехслойных структур намного больше длины когерентности нормального материала; серия используемых многослойных структур удовлетворяет критерию асимптотического поведения зависимости критической температуры от количества бислоев.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № Ф08Р-005).

Литература

1. Meissner H. // Phys. Rev. 1958. Vol. 109, N 3. P. 686–694.
2. Абрикосов А. А. Основы теории металлов. М., 1987. С. 520.
3. Де Жен П. Сверхпроводимость металлов и сплавов. М., 1968. С. 280.
4. Raffy H., Renard J. C., Guyon E. // Sol. State Commun. 1972. Vol. 11, N 12. P. 1679–1682.
5. Ami S., Maki K. // Progress of Theoretical Physics. 1975. Vol. 53, N 1. P. 1–20.
6. Kushnir V. N., Prischepa S. L., Attanasio C., Maritato L. // Phys. Rev. B. 2001. Vol. 63, N 9. P. 092503-1–4.
7. Banerjee I., Yang Q. S., Falco C. M., Schuller I. K. // Phys. Rev. B. 1983. Vol. 28, N 9. P. 5037–5040.
8. Takahashi S., Tachiki M. // Phys. Rev. B. 1983. Vol. 33, N 7. P. 4620–4631.
9. Jin B. Y., Ketterson J. B. // Adv. Phys. 1989. Vol. 38, N 3. P. 189–366.
10. Кушнир В. Н., Петров А. Ю., Прищеп С. Л. // Физика низких температур. 1999. Т. 25, № 12. С. 1265–1270.
11. Kushnir V. N., Prischepa S. L., Della Rocca M. L. et al. // Phys. Rev. B. 2003. Vol. 68, N 21. P. 212505-1–4.
12. Kushnir V. N., Prischepa S. L., Cirillo C. et al. // European Phys. J. B. 2004. Vol. 41, N 4. P. 439–444.
13. Кушнир В. Н. // Докл. БГУИР. 2005. № 4(12). С. 5–12; 2006. № 2(14). С. 8–14.
14. Kushnir V. N., Prischepa S. L., Cirillo C., Attanasio C. // European Phys. J. B. 2006. Vol. 52, N 1. P. 9–14.
15. Kushnir V. N., Ilyina E. A., Prischepa S. L. et al. // Superlattices and Microstructures. 2008. Vol. 43, N 2. P. 86–92.
16. Schuller I. K. // Phys. Rev. Lett. 1980. Vol. 44, N 24. P. 1597–1600.
17. Usadel K. // Phys. Rev. Lett. 1970. Vol. 25, N 8. P. 507–509.
18. Куприянов М. Ю., Лукичев В. Ф. // ЖЭТФ. 1988. Т. 94, вып. 1. С. 139–146.
19. Tagirov L. R. // Physica C. 1998. Vol. 307, N 1–2. P. 145–163.

20. Я кубов и ч В. А., С тар ж и н с к и й В. М. // Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами и их приложения. М., 1972. С. 718.
21. Справ. по специальным функциям / Под ред. М. Абрамовица и И. Стиган. М., 1979. С. 832.
22. Cirillo C., Attanasio C., Maritato L. et al. // J. Low Temp. Phys. 2003. Vol. 130, N 5/6. P. 509–527.
23. Tesaro A., Aurigemma A., Cirillo C. et al. // Supercond. Sci. Technol. 2005. Vol. 18, N 1 P. 1–8.

V. N. KUSHNIR, S. L. PRISCHEPA

**THE CRITICAL TEMPERATURE AND MICROSCOPICAL PARAMETERS
OF SUPERCONDUCTOR/NORMAL METAL MULTILAYERS**

Summary

The superconductor/normal metal multilayers critical state has investigated on the base of the Usadel equations **precise solution**. The dependencies of the critical temperature versus bilayer number are calculated. The method of the determination of *S/N* structures microscopical parameters, based on the critical characteristics limit behaviour, is given.

УДК 630*5

БАГИНСКИЙ В. Ф.

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ И СТРУКТУРЫ
ДРЕВЕСНОГО ОТПАДА В ХВОЙНЫХ ЛЕСАХ БЕЛАРУСИ***Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины**(Поступила в редакцию 15.04.2009)*

На материале 324 пробных площадей установлены закономерности изменения древесного отпада в зависимости от уровня производительности и полноты, которые описываются математическими моделями, имеющие 2 точки перегиба: при полнотах 0,8 и 0,5. Расчет отпада по выявленным закономерностям показал, что современные оценки отпада в лесах Беларуси завышены на 20—40 %, т. е. на 4—6 млн м³.

Введение. Древесный отпад является следствием естественного изреживания древостоев [1—4; 16; 20]. Древесный отпад (далее — отпад) в лесах Беларуси частично вырубается при проведении рубок ухода и используется в основном как местное топливо. По нашим расчетам, ежегодно в Беларуси заготавливают 2,2—2,4 млн м³ древесины за счет отпада [10]. Это относительно небольшая доля от всего объема сухостоя, который ежегодно образуется в лесных насаждениях.

Общее количество отпада в наших лесах оценивают неоднозначно: его величина колеблется у разных авторов от 12—14 до 20—24 млн м³ [2; 4; 9; 11; 12; 24]. Такая разбежка вызвана тем, что до недавнего времени отпад не имел большого хозяйственного значения, так как практически не использовался из-за трудностей заготовки. Определение его запасов проводилось с помощью таблиц хода роста, где выделяется подчиненная часть древостоя, представляющая собой отпад [2; 3; 5—8]. Но таблицы хода роста составлены в основном для нормальных древостоев, т. е. таких, которые имеют полноту 1,0. В лесах Беларуси средняя полнота равна 0,7, т. е. наибольшее количество древостоев имеет полноту от 0,5 до 0,8 [4]. Скорректировать запас древостоя на реальную полноту несложно, так как уменьшение полноты прямо пропорционально уменьшению запаса, что вытекает из определения полноты [3; 8]. Отпад при уменьшении полноты в настоящее время определяют по аналогии с запасом, т. е. методом линейной интерполяции [4; 12; 14; 17].

Такой подход устраивал лесоводов, пока отпад оставался в лесу и утилизировался естественным путем. В настоящее время, когда Президентом Республики Беларусь поставлена задача обеспечить получение 25—30 % энергии

за счет местных источников топлива, среди которого основным является древесина, отпад необходимо включить в хозяйственный оборот. Поэтому нам требуются точные и достоверные сведения о количестве отпада, ежегодно образующегося в лесах страны. Ориентировочные расчеты уже не могут устроить практику. Одним из наиболее неопределенных моментов является характер изменения величины отпада при уменьшении полноты, так как ранее этот вопрос исследован недостаточно.

Из изложенного следует, что выявление закономерностей динамики отпада и его связь с полнотой древостоя является актуальной научной проблемой, имеющей в перспективе важное практическое значение.

Материалы и методы исследований. Материалом для настоящего исследования послужили пробные площади, заложенные под руководством и при непосредственном участии автора в сосновых и еловых древостоях Беларуси. Они расположены в 16 лесхозах, которые находятся во всех лесорастительных подзонах [21]. Всего использованы 324 временные пробные площади. Их распределение по породам, уровням производительности и полноте приведено в табл. 1.

Таблица 1. Распределение пробных площадей по породам, уровням производительности и полноте

Полнота	Число проб по классам бонитета										Всего
	Сосна					Ель					
	I ^a	I	II	III	Итого	I ^a	I	II	III	Итого	
0,8—0,9	2	7	3	4	16	6	3	1	2	12	28
0,6—0,7	5	20	18	11	54	14	23	16	14	67	121
0,4—0,5	15	35	18	14	82	10	17	18	14	59	141
< 0,4	1	18	8	1	28	1	1	3	1	6	34
<i>Итого</i>	23	80	47	30	180	31	44	38	31	144	324

На пробных площадях выполнены измерения в соответствии с требованиями перечисленной таксации [3; 8; 19; 25]. Обработка материала осуществлена по обычным методикам с вычислением таксационных и статистических показателей [3; 8; 26].

Наибольшую методическую трудность в данном случае представляет определение отпада. На временных пробных площадях сухостой учесть несложно. Но нас интересует средний многолетний отпад за 5—10 лет, чтобы при проведении рубок промежуточного пользования выбрать прогнозируемый будущий отпад. К тому же сухостой на пробных площадях образовывался в течение нескольких лет (не менее 3—5), что усложняет задачу.

Наиболее точно величину годичного отпада можно найти, используя стационарные наблюдения [1; 2; 7; 8; 14; 17]. Но это требует длительного времени, сопоставимого с оборотом рубки. К тому же для объективной оценки отпада на всей площади лесов необходимо разместить большое количество стационаров в соответствии с требованиями выборочных методов [4; 26]. Поэтому ученые в основном ограничиваются временными пробными площадями [1; 3; 4; 17; 19].

В процессе ранее проведенных исследований многими авторами [1; 2; 5; 6; 12–14; 17; 19; 27] установлены примерные доли отмирания деревьев различных классов роста. Мы воспользовались этими и своими материалами, приняв переход в отпад в ближайшие 5 лет 100 % деревьев V класса роста, 80 % стволов IV класса роста, 12 % — III, 11 % — II и 2 % деревьев I класса возраста. Контролем здесь может служить величина текущего прироста за n лет (Z_M^{mek}) древостоя, определяемого по известной формуле [3]

$$Z_M^{mek} = M_a - M_{a-n} + O_n,$$

где Z_M^{mek} — текущий прирост за n лет; M_a — запас древостоя в возрасте a лет; M_{a-n} — запас древостоя в возрасте $a-n$ лет; O_n — отпад древостоя в возрасте n лет.

Таким образом, задача свелась к разделению древостоев по классам роста. Так как на наших пробных площадях, заложенных в 1976–2005 гг., такое деление было не везде, то воспользовались широко известным и проверенным предположением Б. Д. Жилкина [15] о соотношении между классами роста и классами продуктивности. Классы продуктивности при наличии сплошных перечетов определяются просто и однозначно. По специальной компьютерной программе такой пересчет сделан для всех проб. Он показал достаточную точность, так как на пробах, где подобное разделение выполнили на натуре, отклонения обычно не выходили за пределы ± 10 %. Дальнейшее вычисление запасов отпада представляло чисто арифметические действия и затруднений не вызывало.

Результаты и их обсуждение. Величины естественного отпада в сосновых и еловых древостоях получены путем построения многомерных моделей зависимости отпада в разрезе древесных пород и возрастов от класса бонитета и полноты. Общий вид уравнения при $A = const$ следующий:

$$z = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2, \quad (1)$$

где z — величина отпада, м³/га; x — код класса бонитета: I^a — 1; I — 2; II — 3; III — 4; y — относительная полнота; A — возраст древостоя — $20 \leq A \leq 110$; $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ — коэффициенты уравнений.

Коэффициенты для названных уравнений приведены в табл. 2.

Все расчеты по уравнениям сделаны в пределах 10-летних возрастных интервалов. В настоящей статье для уменьшения объема таблиц данные об отпаде показаны через 20-летние возрастные интервалы, т. е. для середины класса возраста.

Приведенные уравнения табулированы. Результаты, т. е. величины древесного отпада в зависимости от таксационных показателей, показаны в табл. 3. Для сокращения объема таблиц соответствующие цифры приведены для I^a и II классов бонитета.

Данные табл. 3 целесообразно использовать для укрупненных прогнозных расчетов в масштабах республики. Для вычисления отпада по каждому лесхозу лучше использовать модели вида:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4, \quad (2)$$

где y — величина отпада, м³/га; x — полнота древостоя; a_0, a_1, \dots — коэффициенты уравнения.

Т а б л и ц а 2. Параметры уравнений вида $z = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2$ для описания закономерностей динамики отпада в хвойных древостоях Беларуси

Возраст древостоя, лет	Параметры уравнения						Коэффициент множественной корреляции, R
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	
Сосна							
30	3,12	-0,266	-7,022	-0,015	0,212	8,364	0,86
50	2,70	0,053	-4,892	-0,040	-0,235	7,571	0,86
70	2,42	0,228	-5,188	-0,052	-0,383	7,839	0,81
90	0,14	1,146	-2,325	-0,148	-0,830	6,283	0,77
Ель							
30	3,90	-2,004	-3,286	0,427	-0,538	5,524	0,70
50	2,41	-0,495	0,249	0,081	-0,750	3,867	0,82
70	2,76	-0,034	-1,419	-0,047	-0,389	3,812	0,91
90	2,99	-1,055	-0,644	0,189	-0,429	3,163	0,75

Т а б л и ц а 3. Величина древесного отпада в хвойных древостоях

Возраст древостоя, лет	Величина отпада (м ³ /га) при полноте							
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
Сосна								
I ^a бонитет								
30	4,4	3,5	2,7	2,2	1,8	1,5	1,4	1,5
50	5,2	4,3	3,5	2,9	2,4	2,1	1,9	1,9
70	4,9	3,9	3,2	2,5	2,1	1,8	1,6	1,6
90	4,3	3,4	2,6	2,0	1,5	1,1	0,9	0,8
II бонитет								
30	4,2	3,2	2,4	1,8	1,4	1,1	1,0	1,0
50	4,5	3,7	2,9	2,4	1,9	1,7	1,5	1,6
70	4,1	3,3	2,6	2,0	1,7	1,4	1,4	1,4
90	3,7	3,0	2,4	2,0	1,6	1,4	1,3	1,4
Ель								
I ^a бонитет								
30	4,0	3,4	2,8	2,4	2,0	1,8	1,7	1,7
50	5,4	4,7	4,1	3,5	3,1	2,7	2,4	2,2
70	4,7	4,1	3,7	3,3	3,0	2,7	2,6	2,5
90	4,2	3,7	3,3	2,9	2,6	2,4	2,2	2,1
II бонитет								
30	2,4	1,8	1,3	1,0	0,8	0,7	0,7	0,7
50	2,9	2,3	1,9	1,5	1,3	1,0	0,8	0,8
70	3,5	3,0	2,6	2,3	2,1	1,9	1,8	1,8
90	4,2	3,7	3,3	2,9	2,6	2,4	2,2	2,1

Уравнения вычисляются для каждого возраста и бонитета. Это повышает точность моделей — $R > 0,9$ (чаще всего $\approx 0,95$), а коэффициент множественной детерминации, показывающей долю закономерной компоненты в прогнозе результатов уравнения [26], составляет в среднем 0,9. Параметры уравнений вида (2) не приводятся в целях сокращения объема статьи.

Анализируя зависимость динамики отпада от изменения таксационных показателей, особенно полноты, можно установить ряд закономерностей. Одной из них является синхронность величины отпада и изменения запаса древостоя. Это выражается в последовательном увеличении отпада до возраста количественной спелости древостоя. Последняя определена по изменению запаса наличного древостоя. После прохождения точки максимума отпад постепенно уменьшается. Эту же картину мы наблюдаем, рассматривая как текущий, так и средний приросты.

Правомерно допустить, что при увеличении возраста древостоя, когда последний будет подходить к точке естественной спелости, отпад снова будет идти опережающими темпами. Это достаточно полно описано в литературе по лесоводству [1—8; 14; 19; 20]. Но мы не располагаем пробными площадями в возрасте 140—160 лет и старше, потому возрастные ограничения наших закономерностей лежат в пределах 30—100 лет. Возраст древостоя, когда наблюдается максимум отпада, не всегда строго совпадает с возрастом максимума прироста, но отклонения обычно не выходят за пределы 10 лет, а траектории их графиков показывают большое сходство.

Анализ изменения отпада при уменьшении полноты соответствует логической верификации процесса естественного изреживания. С уменьшением полноты от густого стояния (1,0) до 0,8 конкуренция между деревьями резко уменьшается. При полноте 0,7—0,6 величина площади питания дерева становится почти оптимальной, и значительно снижается конкуренция за свет. При полноте 0,5—0,3 отпад идет в основном за счет действия абиотических и антропогенных факторов, конкурентные отношения между деревьями играют здесь второстепенную роль.

При полноте 0,5 и ниже площадь питания у деревьев достаточна для обеспечения их водой и элементами минерального питания. Но здесь нельзя допускать упрощения. Даже при полноте 0,5—0,6 деревья могут расти куртинами, т. е. малыми и большими группами [2; 4], что создает напряженность в группах и определяет наличие отпада. При уменьшении полноты количество куртин уменьшается, и структура древостоя приближается к раздельному стоянию деревьев [28]. В этом случае отпад идет в основном за счет генетических и абиотических факторов.

Описанная закономерность приводит к наличию двух точек перегиба кривой, описывающей изменение отпада при уменьшении полноты. Интенсивнее деревья отмирают в условиях более сильной конкуренции, т. е. при дефиците света и элементов питания. Первый фактор начинает доминировать в молодом возрасте в наилучших условиях роста, т. е. в I³—I классах бонитета, соответствующих кисличным, зеленомошным и близким к ним типам [21; 24; 25].

Выявленные закономерности синхронны с темпами естественного изреживания древостоев, которые описаны ранее [2; 4]. В целом они согласуются с гипотезой, высказанной Л. А. Кайрюкшисом и А. И. Юдвалькисом [27],

о смене внутривидовой конкуренции на взаимную толерантность по мере естественного изреживания. Правда, названные авторы имели в виду возрастную тренд. Наши исследования показывают, что снижение полноты приводит к аналогичному результату без увеличения возраста древостоя.

Важной закономерностью, которая вытекает из анализа динамики отпада при разной полноте для сосны и ели, является общность этого процесса для светолюбивой сосны и теневыносливой ели. Это говорит о том, что закономерность в изменении отпада при переходе от полноты 1,0 к 0,8–0,9 (резкое падение), относительная равномерность на отрезке, соответствующем 0,8–0,7–0,6, а затем замедление темпов отпада при дальнейшем изреживании насаждения носит общий характер. Вышесказанное утверждение дает основание пролонгировать выявленные закономерности на другие древесные виды. Конечно, параметры моделей будут здесь отличаться от таковых для хвойных. Поэтому их надо будет выводить на основе математико-статистического анализа соответствующего экспериментального материала.

Новые методы определения отпада оказывают существенное влияние на его общую величину в лесах Беларуси. Для примера рассчитаем величину отпада в сосновых древостоях Минской области. Доля сосны здесь составляет около 50 % при общей площади лесов 1304 тыс. га, т. е. сосна произрастает на площади около 650 тыс. га. При этом, молодняки занимают 21 %, или 136 тыс. га, средневозрастные — 51 %, или 332 тыс. га, приспевающие — 22 %, или 143 тыс. га, спелые — 6 %, или 39 тыс. га. Средняя полнота в возрасте 30, 50, 70, 90, лет, т. е. в середине II, III, IV и V классов возраста для сосняков Беларуси равна: 30 лет — 0,74; 50 лет — 0,70; 70 лет — 0,65; 90 лет — 0,60 [4].

Расчет отпада по полученным данным проводился с использованием разных методов — современного (линейная интерполяция) и с помощью выявленных закономерностей. Результаты расчетов приведены в табл. 4.

Из данных табл. 4 следует, что в настоящее время применяемые методы учета отпада дают его завышение для Минской области почти на 540 тыс. м³, или почти на 30 %. Это завышение приведет к неверному прогнозу сырьевой базы для проектируемых мини-ТЭЦ, работающих на местном топливе.

Т а б л и ц а 4. Отпад в сосновых древостоях Минского ПЛХО, вычисленный разными методами

Группа возраста	Возраст, лет	Модальный бонитет	Модальная полнота	Площадь древостоя, тыс. га	Отпад, м ³ /га			Отпад в ПЛХО, тыс. м ³		Разница от действующего метода	
					при полноте 1,0	при модальной полноте по традиционному методу	при модальной полноте по нашей модели	при исчислении современным методом	при исчислении по нашей модели	тыс. га	%
Молодняки	30	II	0,74	136	4,2	3,11	2,04	423	277	-146	-35
Средневозрастные	50	III	0,70	332	4,5	3,15	2,4	1046	797	-249	-24
Приспевающие	70	IV	0,65	143	4,1	2,67	1,85	382	264	-118	-31
Спелые	90	V	0,60	39	3,7	2,22	1,60	86	62	-24	-28
<i>Итого</i>	—	—	—	650	—	—	—	1937	1400	-537	-28

Выявленные закономерности требуют нового подхода к расчету величины потенциального отпада в лесах Беларуси. Скорее всего, его итоговая величина будет на 20—30 % (и даже большую величину) меньше, чем цифры, называемые в литературе, т. е. на 4—6 млн м³. Отсюда вытекает, что найденные закономерности имеют не только теоретическое, но и практическое значение.

Заключение. На основании изложенного приходим к следующим выводам.

Отпад в хвойных древостоях при снижении полноты от 1,0 до 0,8 резко уменьшается, а с полноты 0,5—0,4 замедляется. Модель изменения отпада с уменьшением полноты выражается полиномом 3-й степени с точками перегиба при полноте 0,8—0,9 и 0,4—0,5.

Новые закономерности изменения отпада при уменьшении полноты свидетельствуют, что современные методы расчета этого показателя путем линейной интерполяции завышают величину отпада на 20—40 % в зависимости от породы, возраста и полноты.

Модели изменения величины отпада при снижении полноты имеют схожий вид и одинаковые траектории для светолюбивых и теневыносливых древесных видов, различаясь лишь параметрами. Это позволяет применить выявленные закономерности для других пород, уточнив лишь параметры моделей.

Учитывая, что в лесах Республики Беларусь средний класс бонитета для сосны равен II, а ели — I, средняя полнота близка к 0,7, а средний возраст древостоев около 50 лет, то уточнение величины отпада, исчисленного для древостоев страны, приведет к его уменьшению в среднем на 30 %, и это уменьшение может достичь 4—6 млн м³.

Практическое значение исследований состоит в использовании разработанных моделей динамики отпада при расчете сырьевой базы для мини-ТЭЦ, работающих на местном топливе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № Б07-368).

Литература

1. Антанайтис В. В., Загреев В. В. Прирост леса. М., 1969. — 240 с.
2. Багинский В. Ф. Повышение продуктивности лесов. Минск, 1984. — 135 с.
3. Анучин Н. П. Лесная таксация. М., 1977. — 512 с.
4. Багинский В. Ф., Есимчик Л. Д. Лесопользование в Беларуси. Минск, 1996. — 367 с.
5. Козловский В. Б., Павлов В. М. Ход роста основных лесообразующих пород СССР: Справ. М., 1980. — 191 с.
6. Тюрин А. В. Нормальная производительность сосны, березы, осины и ели. М.; Л., 1930. — 189 с.
7. Моисеев Ф. П. // Лесное хозяйство. 1973. № 3. С. 36—38.
8. Захаров В. К. Лесная таксация. М., 1967. — 406 с.
9. Программа развития лесного хозяйства Республика Беларусь на 2007—2011 годы / Совет Министров Республики Беларусь. Минск, 2006. — 89 с.
10. Багинский В. Ф. // Наука и инновации. 2008. № 6. С. 28—33.
11. Вавилов А. В. Ресурсосберегающие технические средства для топливообеспечения энергетических установок на биомассе. Минск, 2006. — 180 с.
12. Янушко А. Д., Шелюта Б. И., Берегова Т. С. Временная методика оценки уровня использования материальных ресурсов в лесном хозяйстве. Минск, 1986. — 34 с.

13. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР / Под ред. В. Ф. Багинского. М., 1984. — 300 с.
14. Сеннов С. Н. // Лесоведение. 1971. № 1. С. 82—84.
15. Жилкин Б. Д. Классификация деревьев по продуктивности. М., 1965. — 109 с.
16. Мелехов И. С. Лесоведение. М., 1980. — 406 с.
17. Чирков Г. В. Закономерности формирования древесного опада в хвойных древостоях Ленинградской области: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2004. — 20 с.
18. Атрощенко О. А. Моделирование роста леса и лесохозяйственных процессов. Минск, 2004. — 249 с.
19. Родан М. Holzmesslehre. Frankfurt am Mein, 1965. — 644 s.
20. Сукачев В. Н. // Ботан. журн. 1953. Т. XXXIII, № 1. С. 57—96.
21. Юркевич И. Д., Гельтман В. С. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии. Минск, 1965. — 288 с.
22. Правила рубок леса в лесах Республики Беларусь. Минск, 2002. — 89 с.
23. Антанайтис В. В. Закономерности лесной таксации. Каунас, 1976. — 127 с.
24. Парфенов В. И., Голлод Д. С. // Природные ресурсы. 1998. № 1. С. 41—45.
25. Юркевич И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах. Минск, 1980. — 120 с.
26. Никитин К. Е., Швиденко А. Е. Методы и техника обработки лесохозяйственной информации. М., 1978. — 270 с.
27. Кайрюкшис Л. А., Юодвалькис А. И. Явление смены внутривидовой конкуренции на взаимную толерантность индивидов в еловых фитоценозах: Докл. на XII междунар. ботан. конгр. Каунас; Гирионис, 1975. — 24 с.
28. Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М., 1967. — 349 с.

V. F. BAGINSKY

**PATTERNS OF THE DYNAMICS AND STRUCTURE OF DEAD WOOD
IN CONIFEROUS FOREST STANDS IN BELARUS**

Summary

Based on the material from 324 sampling areas we succeeded in revealing regularities in variations in mortality depending on productivity and density that are described by mathematical models. It has been found that the curve of variations in mortality has two points of inflection, at densities of 0.8 and 0.5. From calculations done in terms of the regularities revealed it is evident that the deadfall softwood stock in Belarussian forests is overrated by 20—40 %, that is, 4—6 million m³.

УДК 577.023+577.322.23

И. Л. ГИЛЕП¹, Н. Н. ИВАНЧИКОВА², И. Л. РЫБИНА², А. А. ГИЛЕП³

**ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРУКТУРНОГО
ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА CYP17 (С/Т-34)
С БИОХИМИЧЕСКИМИ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЧЕЛОВЕКА**

¹Белорусский государственный университет физической культуры²НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь³Институт биоорганической химии НАН Беларуси

(Поступила в редакцию 14.07.2009)

Цитохром P450c17 катализирует ряд реакций синтеза стероидных гормонов. Полиморфизм (С/Т-34) гена CYP17 приводит к изменению уровня экспрессии 17 α -гидроксилазы и, как следствие, изменению продуктов реакции, катализируемой ферментом. Цель работы — определение ассоциаций (С/Т-34) полиморфизма гена CYP17 с основными показателями крови и показателями физической работоспособности человека. Проведенные исследования свидетельствуют, что уровень кортизола в крови связан с (С/Т-34) полиморфизмом гена CYP17. Наибольший уровень кортизола обнаруживается у обладателей СС генотипа, наименьший уровень — у представителей ТТ генотипа. По биохимическим, гематологическим, гормональным показателям и уровню работоспособности обследованных спортсменов можно допустить, что С-аллель гена CYP17 способствует развитию аэробных возможностей организма, Т-аллель, в свою очередь, предрасполагает к развитию анаэробных возможностей организма. В гребле предпочтение получают спортсмены, имеющие гетерозиготный генотип гена CYP17. Именно этот генотип сочетает достаточно высокую специальную работоспособность с оптимальным уровнем общей, аэробной, выносливости.

Введение. Цитохром P450c17 (гемопротейд, кодируемый геном CYP17) относится к группе цитохромов P450 микросомального типа и участвует в реакциях биосинтеза стероидных гормонов в мембранах эндоплазматического ретикулума ряда стероидогенных органов и тканей. Цитохром P450c17 катализирует реакцию селективного 17 α -гидроксилирования прегненолона и прогестерона с образованием соответствующих 17 α -гидроксипроизводных, являющихся предшественниками биосинтеза глюкокортикоидных гормонов. Цитохром P450c17 также катализирует реакцию превращения 17 α -гидрокси-прегненолона посредством 17,20-лиазной реакции в дегидроэпиандростерон,

который является промежуточным звеном в биосинтезе половых гормонов (андрогенов и эстрогенов) [1]. Таким образом, цитохром P450c17 является ключевым ферментом в биосинтезе стероидных гормонов, определяющим направленность реакций по пути биосинтеза глюкокортикоидов либо половых гормонов, и нарушение функций данного фермента сопровождается тяжелыми наследственными заболеваниями. Содержание цитохрома P450c17 в различных тканях, его каталитическая активность, субстратная специфичность и чувствительность к содержанию внутриклеточных модуляторов являются важными регуляторными факторами, определяющими направленность реакций биосинтеза стероидов, их эффективность и, следовательно, концентрацию основных стероидных гормонов в организме [1; 2].

За регуляцию уровня экспрессии CYP17 ответственен ряд факторов транскрипции. Идентифицированы, по крайней мере, три фактора транскрипции NF1, SF1 и SF3, контролирующие уровень экспрессии CYP17 в коре надпочечников [3]. Идентифицированы и области гена CYP17, ответственные за связывания с данными факторами: -107/-85 и -178/-152 для NF1—1С; -227/-184 для SF1 и SF3 [3]. Исследования различных популяций людей показали наличие полиморфизма гена CYP17. **Различие между двумя формами заключается** в наличии Т или С нуклеотида в положении -34 промоторной области гена CYP17. Носителям гена CYP17, содержащего С в данном положении гена, приписывают предрасположенность к раку молочной и предстательной железы [4; 5]. Эта предрасположенность объясняется появлением дополнительного сайта узнавания для фактора транскрипции Sp-1, что приводит к повышению уровня экспрессии CYP17 и, как следствие, увеличению продуктов реакции, катализируемой ферментом.

Большинство исследований полиморфизма CYP17 **касаются оценки уровня** эстрогенов и прогестерона, и, в меньшей степени, уровня андрогенов. Однако биосинтез эстрогенов является многоступенчатым процессом, и изменения в синтезе предшественников эстрогенов могут нивелироваться другими компонентами системы стероидогенеза. В связи с этим при определении роли полиморфизма CYP17 важным является оценка уровня стероидных гормонов, концентрация которых в наибольшей степени определяется работой цитохрома P450c17. Кроме того, имеющиеся в литературе данные не позволяют идентифицировать роль структурного полиморфизма CYP17 **в изменении физической работоспособности** организма.

Цель работы — определение ассоциаций (С/Т-34) полиморфизма гена CYP17 с основными показателями крови и показателями физической работоспособности.

Материалы и методы исследования. Обследовали спортсменов национальной команды Республики Беларусь по академической гребле. В тестировании принимали участие мужчины в возрасте от 22 до 33 лет, 18 человек высокой квалификации (3 — мастера спорта (МС), 15 — мастера спорта международного класса (МСМК)). Спортсмены находились в условиях учебно-тренировочного сбора.

Тестирование специальной работоспособности проводили при выполнении ступенчато-возрастающей нагрузки на гребном эргометре «Концепт II».

Исходная величина нагрузки составляла 80 % от лучшего соревновательного результата спортсмена. Интенсивность гребли на каждой последующей ступени увеличивали на 5 %, продолжительность работы составляла 4 мин, интервал отдыха — минута. По окончании каждой ступени осуществлялся забор крови для определения концентрации лактата (лактат макс.). По результатам тестирования определяли для каждого спортсмена порог анаэробного обмена ($A_{\text{ПАНО}}$) и максимальную работоспособность ($A_{\text{макс}}$). $A_{\text{ПАНО}}$ — это мощность работы, при которой обнаруживается усиление анаэробных реакций, при этом резко возрастает уровень лактата в крови. Условная граница анаэробного обмена соответствует концентрации лактата в крови — 4 мМ.

Перед тестированием, утром в 7³⁰ натошак, осуществляли забор крови для определения биохимических и гематологических показателей. Концентрацию тестостерона и кортизола определяли в сыворотке крови иммуноферментным методом (производитель реактивов ООО «Хема-Медика»), измерения проводили на плащечном иммуноферментном анализаторе SUNRISE (Франция), содержание лактата, глюкозы, триглицеридов, кальция, холестерина, общего белка, мочевой кислоты — колориметрическим методом; мочевины, креатинфосфокиназы, аспартатаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, креатинина, гамма-глутаматтрансферазы — кинетическим методом стандартными наборами ЗАО «Диакон ДС» (Россия) с использованием автоматического спектрофотометра Eurolyser (Австрия). В качестве биоматериала для определения гематологических показателей использовалась капиллярная кровь, взятая с ЭДТА. Подсчет количества эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, лимфоцитов, концентрации гемоглобина, содержания гематокрита, среднего размера эритроцитов, среднего содержания гемоглобина в эритроците, средней концентрации гемоглобина в эритроците проводили с использованием автоматического гематологического анализатора SYSMEX KX-21 (Япония).

Образцы геномной ДНК получали от спортсменов-гребцов (31 чел.) и людей, не занимающихся профессиональным спортом (100 чел.). ДНК выделяли из капиллярной крови с использованием набора реагентов для выделения ДНК, разработанного в ИБОХ НАН Беларуси. Для определения полиморфизма по гену CYP17 полиморфный участок гена амплифицировали при помощи полимеразной цепной реакции на ABI 7500 (Applied Biosystems, США) с использованием геноспецифических праймеров к гену CYP17. Задавали следующие параметры эксперимента: денатурация при 95 °С в течение 2 мин 10 с; цикл из трех этапов денатурации 95 °С — 20 с, отжига 58 °С — 20 с, элонгации 72 °С — 45 с. Количество циклов — 35. В заключении проводили дополнительный этап элонгации 72 °С — 5 мин.

Продукты амплификации подвергали обработке рестриктазой MspA1 I (Sibenzyme). Продукты рестрикции разделяли методом горизонтального гелеэлектрофореза в 2 %-ном агарозном геле, содержащем 0,5 мг/мл бромистого этидия. Визуализацию продуктов проводили с использованием геле-документирующей системы.

Достоверность различий частот генотипов и аллелей в сравниваемых группах определяли с помощью χ^2 с учетом поправки Йетса. Достоверность раз-

личий между биохимическими и гематологическими показателями в сравниваемых группах определяли с помощью нормированного отклонения t для выборок с малым числом вариант в группе. Статистически значимыми считали различие при величине $P < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Для выявления полиморфизма СУР17 была разработана методика амплификации фрагмента гена СУР17, содержащего полиморфный участок, с помощью термостабильной Taq-ДНК-полимеразы. Для амплификации полиморфного участка гена СУР17 выбраны геноспецифические олигонуклеотиды к фрагменту гена СУР17, фланкирующие полиморфный участок гена СУР17 (рис. 1, а). Для реакции амплификации требуется 20 нг геномной ДНК, полученной с использованием стандартной методики выделения геномной ДНК. После завершения реакции амплификации ампликоны подвергали обработке рестриктазой *MspA1 I* (рис. 1, б). Замена Т-нуклеотида на С-нуклеотид приводит к образованию дополнительного сайта узнавания *MspA1 I*-рестриктазы в ампликоне. Таким образом, при наличии Т-аллеля образуются фрагменты ДНК размером 978 и 164 п. н., а в случае С-аллеля образуются фрагменты ДНК размером 704, 274 и 164 п. н. Отсутствие

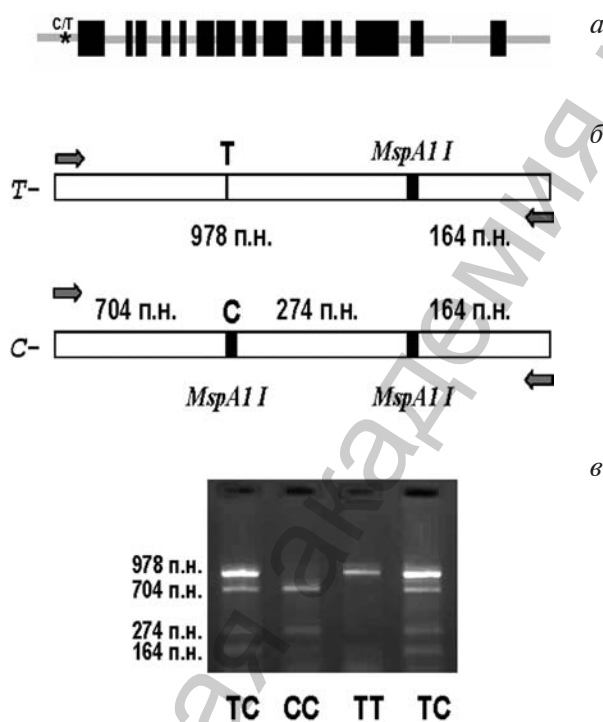


Рис. 1. Определение С/Т полиморфизма гена СУР17 человека с использованием образцов геномной ДНК: а — экзон/интронная структура гена СУР17 с указанием положения С/Т замены (*); б — схема определения С/Т полиморфизма гена СУР17. Стрелками обозначены олигонуклеотидные праймеры, фланкирующие амплифицируемый участок ДНК. Прямоугольниками выделены сайты узнавания рестриктазы *MspA1 I*; в — разделение продуктов амплификации проводилось методом горизонтального гель-электрофореза в 2 %-ном агарозе

образования в результате реакции амплификации неспецифических продуктов и праймер-димеров позволяет четко дифференцировать тип синтезируемого ампликона (рис. 1, в). Таким образом, разработанная методика позволяет воспроизводимо определять С/Т полиморфизм гена СYP17.

Все спортсмены были разделены на 3 группы в соответствии с С/Т полиморфизмом гена СYP17. Анализ распределения частот генотипов показал, что достоверных отличий у спортсменов по сравнению с контрольной группой не наблюдается ($P = 0,2$) (табл. 1). С ростом квалификации по сравнению с общей группой спортсменов достоверных изменений не наблюдается ($P = 0,95$). Так, из 15 мастеров спорта международного класса 10 спортсменов являются представителями гетерозиготного генотипа (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Распределение частот генотипов и аллелей гена СYP17 в контрольной группе и среди гребцов

	n	Генотипы СYP17, % (n)			Аллели СYP17, % (n)	
		ТТ	ТС	СС	Т	С
Контрольная группа	100	33 (33)	52 (52)	15 (15)	59 (118)	41 (82)
Спортсмены	31	16 (5)	68 (21)	16 (5)	50 (31)	50 (31)
Спортсмены, МСМК	15	13 (2)	67 (10)	20 (3)	46 (14)	54 (16)

Исследования биохимических и гематологических показателей у спортсменов с разными генотипами выявили рост концентрации кортизола от ТТ генотипа к СС (рис. 2, а). При этом наблюдается достоверное отличие этих показателей между группами с ТТ и СС генотипами ($P < 0,05$).

Концентрация глюкозы также достоверно отличается между группами спортсменов с разными полиморфизмами (табл. 2). При этом наблюдается обратная зависимость концентрации глюкозы от уровня кортизола. Наиболее высокая концентрация глюкозы наблюдается в группе с вариантом ТТ ($5,15 \pm 0,15$ ммоль/л) при наиболее низком уровне кортизола ($711,5 \pm 9,5$ нмоль/л),

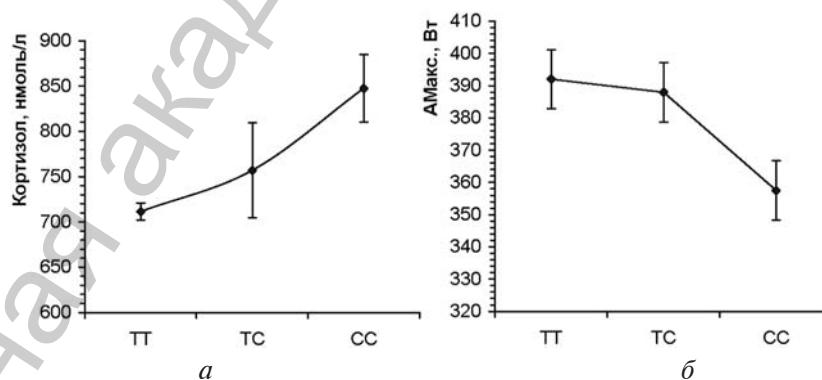


Рис. 2. Взаимосвязь структурного полиморфизма гена СYP17 (С/Т-34) с биохимическими и биоэнергетическими показателями: а — изменение активности кортизола в группах с разными вариантами Т/С полиморфизма гена СYP17; б — изменение показателей максимальной работоспособности ($A_{\text{макс}}$) в группах с разными вариантами Т/С полиморфизма гена СYP17

наиболее низкая концентрация глюкозы — в группе с СС генотипом ($3,89 \pm 0,25$ ммоль/л) при наиболее высоком содержании кортизола ($847,6 \pm 37,2$ нмоль/л). Гетерозиготный генотип занимает промежуточное положение (концентрация глюкозы — $4,47 \pm 0,15$ ммоль/л, содержание кортизола — $757,1 \pm 52,3$ нмоль/л). Известно, что кортизол активирует гликонеогенез в печени [6; 7]. Возможно, что концентрация утренней глюкозы в крови ниже в группе с СС полиморфизмом за счет более интенсивного гликонеогенеза в печени. Однако при этом необходимо отметить, что концентрация глюкозы у всех трех групп находится в пределах клинической нормы ($3,3$ — $6,0$ ммоль/л).

Т а б л и ц а 2. Значения биохимических и гематологических показателей в крови гребцов-академистов в зависимости от полиморфизма гена CYP17

Показатель	$X \pm Sx$		
	ТТ $n = 3$	ТС $n = 11$	СС $n = 4$
Рост, см	$196,3 \pm 2,5$	$197,0 \pm 1,1$	$195,6 \pm 1,9$
Вес, кг	$98,5 \pm 3,4$	$101,1 \pm 2,1$	$96,8 \pm 2,2$
Кортизол, нмоль/л	$711,5 \pm 9,5^{*1,3}$	$757,1 \pm 52,3$	$847,6 \pm 37,2^{*1,3}$
Тестостерон, нмоль/л	$18,8 \pm 2,0$	$25,9 \pm 2,1$	$26,3 \pm 6,1$
Мочевина, ммоль/л	$6,41 \pm 1,24$	$6,34 \pm 0,41$	$5,64 \pm 0,44$
Креатинин, мкмоль/л	$93,3 \pm 4,4$	$93,5 \pm 5,0$	$97,0 \pm 6,4$
Общий белок, г/л	$74,9 \pm 0,6$	$72,2 \pm 1,0$	$76,4 \pm 2,5$
Глюкоза, ммоль/л	$5,15 \pm 0,15^{*1,3}$	$4,47 \pm 0,15^{*2,3}$	$3,89 \pm 0,25^{*1,3;2,3}$
Триглицериды, ммоль/л	$1,39 \pm 0,16$	$1,52 \pm 0,13$	$1,63 \pm 0,14$
Холестерин, ммоль/л	$5,16 \pm 0,17$	$4,68 \pm 0,30$	$4,84 \pm 0,28$
Мочевая кислота, мкмоль/л	$439,3 \pm 58,8$	$429,0 \pm 13,9$	$387,5 \pm 23,1$
Кальций, ммоль/л	$2,23 \pm 0,15$	$2,24 \pm 0,07$	$2,33 \pm 0,09$
Креатинкиназа, Е/л	$130,3 \pm 15,2$	$161,3 \pm 35,5$	$163,3 \pm 10,6$
Аспаратаминотрансфераза, Е/л	$31,0 \pm 4,2$	$32,3 \pm 2,8$	$46,3 \pm 12,6$
Аланинаминотрансфераза, Е/л	$10,3 \pm 0,3^{*1,2}$	$21,4 \pm 2,1^{*1,2}$	$20,5 \pm 3,5$
Лактатдегидрогеназа, Е/л	$233,3 \pm 44,3$	$366,5 \pm 40,8$	$376,8 \pm 65,5$
Щелочная фосфатаза, Е/л	$103,0 \pm 13,1$	$118,3 \pm 8,2$	$131,3 \pm 18,0$
Гамма-глутаматтрансфераза, Е/л	$11,3 \pm 4,9$	$11,5 \pm 1,5$	$9,00 \pm 0,91$
Лейкоциты, 10^9 /л	$6,30 \pm 0,95$	$5,45 \pm 0,14$	$6,43 \pm 0,73$
Эритроциты, 10^{12} /л	$4,79 \pm 0,01^{*1,3}$	$5,11 \pm 0,08$	$5,23 \pm 0,14^{*1,3}$
Гемоглобин, г%	$15,1 \pm 0,2^{*1,3}$	$15,6 \pm 0,2$	$16,0 \pm 0,2^{*1,3}$
Гематокрит, %	$39,1 \pm 0,1^{*1,3}$	$40,7 \pm 0,6$	$41,8 \pm 0,6^{*1,3}$
Средний размер эритроцитов, фл	$81,8 \pm 0,3$	$79,8 \pm 0,7$	$80,0 \pm 1,5$
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	$31,5 \pm 0,4$	$30,6 \pm 0,4$	$30,7 \pm 0,6$
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л	$38,5 \pm 0,5$	$38,3 \pm 0,2$	$38,4 \pm 0,5$
Тромбоциты, 10^9 /л	$196,0 \pm 15,8$	$196,1 \pm 7,8$	$180,0 \pm 15,7$
Лимфоциты, 10^9 /л	$2,57 \pm 0,47$	$2,16 \pm 0,09$	$2,65 \pm 0,37$

Одновременно наблюдается увеличение концентрации тестостерона от группы ТТ генотипа к группе СС генотипа (ТТ — $18,8 \pm 2,0$ нмоль/л, ТС — $25,9 \pm 2,1$ нмоль/л, СС — $26,2 \pm 6,1$ нмоль/л), однако данные не достоверны (табл. 2).

Таким образом, от С/Т полиморфизма гена СYP17 зависит активность синтеза кортизола, и не исключено, что этот полиморфизм, в какой-то мере, влияет и на скорость синтеза тестостерона.

Следует отметить, что концентрация гемоглобина, количество эритроцитов и, как следствие, гематокрит достоверно выше в группе с СС полиморфизмом, по сравнению с ТТ группой (табл. 2). Это подтверждает данные о том, что кортизол регулирует эритропоэз в костном мозге и способствует повышению уровня эритроцитов в крови [6; 7].

Содержание внутриклеточных ферментов, таких как креатинкиназа, аспартатаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, лактатдегидрогеназа, щелочная фосфатаза в крови ниже у представителей ТТ генотипа по сравнению с группой спортсменов, имеющих СС вариант гена СYP17, однако данные не достоверны.

Анализ показателей тестирования специальной работоспособности показал, что работоспособность выше в группе спортсменов с ТТ полиморфизмом ($392,0 \pm 29,1$ Вт) по сравнению с группой СС ($357,5 \pm 9,2$ Вт). Спортсмены группы с гетерозиготным вариантом (ТС) имеют работоспособность более близкую к группе с ТТ полиморфизмом, чем с СС ($387,9 \pm 9,3$ Вт) (рис. 2, б). В то же время концентрация лактата у спортсменов повышается от СС группы к ТТ, однако данные не достоверны (табл. 3). Таким образом, организм с гомозиготным ТТ генотипом получает больше энергии за счет анаэробного гликолиза в течение 4-минутной работы, чем представители с СС генотипом. Возможно поэтому их максимальная работоспособность ($A_{\text{макс}}$) имеет тенденцию к повышению. При этом работоспособность на уровне порога анаэробного обмена (АнП) недостоверна, но выше у представителей СС генотипа. Интересно отметить, что АнП у спортсменов гетерозиготного генотипа гена СYP17 практически не отличается от группы с СС полиморфизмом (СС — $233,5 \pm 16,2$ Вт, ТС — $232,3 \pm 12,3$ Вт). АнП в группе с вариантом ТТ гена СYP17 имеет тенденцию к снижению и составляет $226,7 \pm 26,7$ Вт (табл. 3). Необходимо отметить, что порог анаэробного обмена (мощность работы, при которой обнаруживается усиление анаэробных реакций) используют для оценки аэроб-

Т а б л и ц а 3. Значения показателей специальной работоспособности у гребцов-академистов в зависимости от полиморфизма гена СYP17

Показатель	$X \pm Sx$		
	ТТ	ТС	СС
	$n = 3$	$n = 11$	$n = 4$
$A_{\text{макс}}$, Вт	$392,0 \pm 29,1$	$387,9 \pm 9,3$	$357,5 \pm 9,2$
$A_{\text{АнП}}$, Вт	$226,7 \pm 26,7$	$232,3 \pm 12,3$	$233,5 \pm 16,2$
Лактат макс., ммоль/л	$15,1 \pm 1,5$	$14,4 \pm 0,7$	$13,1 \pm 0,9$

ного механизма энергообразования [8; 9]. Таким образом, у носителей С аллеля гена *CYP17* вклад аэробного ресинтеза АТФ в энергообразование более выражен по сравнению с носителями Т аллеля.

Таким образом, специальная работоспособность, а именно скоростно-силовая выносливость более выражена у спортсменов с ТТ полиморфизмом гена *CYP17*. В то же время общая, аэробная, выносливость незначительно повышается у представителей имеющих СС и ТС варианты гена *CYP17*. Гетерозиготный ТС полиморфизм гена *CYP17* имеет одновременно достаточно высокую специальную работоспособность и общую, аэробную, выносливость. Возможно, именно поэтому среди гребцов достаточно высокая частота встречаемости ТС генотипа, которая составляет 68 % против 52 % в контрольной группе (табл. 1).

Заключение. Полученные данные показывают, что уровень кортизола в крови связан с С/Т полиморфизмом гена *CYP17*. Наибольший уровень кортизола обнаруживается у обладателей СС генотипа, наименьший уровень кортизола — у представителей ТТ генотипа. Концентрация глюкозы в крови достоверно отличается у спортсменов в группах с разными генотипами. Самая высокая концентрация глюкозы в группе с ТТ генотипом, самая низкая — в группе с полиморфным вариантом СС гена *CYP17*. Промежуточное положение занимает концентрация глюкозы в крови в группе с гетерозиготным полиморфизмом ТС гена *CYP17*.

По биохимическим, гематологическим, гормональным показателям и уровню работоспособности обследованных спортсменов можно допустить, что С аллель гена *CYP17* будет способствовать развитию аэробных возможностей организма, Т аллель, в свою очередь, будет предрасполагать к развитию анаэробных возможностей организма.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проекты Б03МС-051 и Х07МС-045).

Литература

1. N a n u k o g l u I. // J. Steroid Biochem. Molec. Biol. 1992. Vol. 43, N 8. P. 779—804.
2. Г и л е п А. А., У с а н о в С. А. // Биорегуляторы: исследования и применение / Под ред. Ф. А. Лахвича. 2009. Вып. 2. С. 192—211.
3. L i n C. J., M a r t e n s J. W., M i l l e r W. L. // Mol. Endocrinol. 2001. Vol. 15, N 8. P. 1277—1293.
4. H e n d e r s o n V. E., F e i g e l s o n H. S. // Carcinogenesis. 2000. Vol. 21, N 3. P. 427—433.
5. H a b u c h i T., L i q i n g Z., S u z u k i T. et al. // Cancer Res. 2000. Vol. 60, N 20. P. 5710—5713.
6. О с т а п е н к о Л. А., К л е с т о в М. В. Анаболические средства в современном силовом спорте. М., 2002. — 288 с.
7. H a l e L. P., M a r k e r t M. L. // J. Immunol. 2004. Vol. 172, N 1. P. 617—624.
8. С о л о д к о в А. С., С о л о г у б Е. М. Физиология спорта. Общая. Спортивная. Возрастная. М., 2005. — 528 с.
9. Биохимия мышечной деятельности: учеб. пособие для вузов / Н. И. Волков [и др.]; под общ. ред. Н. И. Волкова. Киев, 2000. — 504 с.

I. L. GILEP, N. N. IVANCHIKOVA, I. L. RYBINA, A. A. GILEP

INTERRELATION OF STRUCTURAL (C/T-34) POLYMORPHISM OF HUMAN GENE CYP17 WITH BIOCHEMICAL AND BIONERGETICS CHARACTERISTICS OF THE ORGANISM

Summary

Cytochrome P450c17 catalyze a number of reactions of steroid hormones biosynthesis. Polymorphism of gene CYP17 leads to change of level of an expression 17 α -hydroxylase and, as consequence, to change of products of reaction, catalyzed by enzyme. The purpose of the present work — definition of associations (C/T-34) polymorphism of gene CYP17 with the basic biochemical parameters of blood and indicators of physical working capacity of athletes. The conducted researches testify that level of cortisol in blood is connected with (C/T-34) polymorphism of gene CYP17. **The greatest level of cortisol is found out in owners CC-genotype, the least level — at representatives of a TT-genotype. On biochemical, hematological and level of working capacity of athletes, it is possible to admit that C-allele of gene CYP17 promotes development of aerobic endurance, T allele, in turn, contributes to development anaerobic possibilities of an organism. In rowing the preference is received by the athletes having a heterozygotic genotype of gene CYP17. This genotype combines high enough special working capacity with an optimum level of the general, aerobic, endurance.**

Национальная академия наук Беларуси

**ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ
«ВЕСТНИК ФОНДА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»
В 2009 г.**

№ Стр.

80 ЛЕТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

Поздравление Президента Республики Беларусь с 80-летием со дня основания Национальной академии наук Беларуси	1	5
Тезисы выступления Премьер-министра Республики Беларусь С. С. Сидорского на торжественном собрании научной общественности, посвященном 80-летию со дня основания Национальной академии наук Беларуси (23 января 2009 г., г. Минск)	1	6
Тезисы выступления Председателя Президиума НАН Беларуси М. В. Мясниковича на торжественном собрании научной общественности, посвященном 80-летию со дня основания НАН Беларуси (23 января 2009 г., г. Минск)	1	14

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ

Орлович В. А., Прокошин В. И., Титова Е. Т. Международное сотрудничество белорусских ученых в рамках конкурсов БРФФИ развивается	1	17
Протокол рабочей встречи представителей Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Государственного фонда фундаментальных исследований Украины, Научно-технологического фонда Монголии и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований	1	27
Протокол встречи представителей Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Национального центра научных исследований Франции	1	29
Протокол официальной встречи руководителей Российского фонда фундаментальных исследований и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований	1	31
Протокол официальной встречи руководителей Российского гуманитарного научного фонда и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований	1	32
Протокол совещания о проведении совместного межрегионального конкурса в приграничных областях Российской Федерации и Республики Беларусь	1	33
Протокол официальной встречи руководителей Государственного фонда фундаментальных исследований Украины и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований	1	34
Протокол официальной встречи представителей Научно-технологического фонда Монголии и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований	1	35
Соглашение о сотрудничестве между Национальной академией наук Беларуси, Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований и Румынской академией	1	36
Дополнительный договор № 1 к Соглашению о сотрудничестве между Национальной академией наук Беларуси, Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований и Румынской академией	1	39

Протокол договоренности о планируемой тематике и сроках проведения совместно-го конкурса фундаментальных научных исследований «БРФФИ—АНМ-2009» на основании Соглашения между Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований и Академией наук Молдовы	1	43
Протокол по результатам переговоров Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Вьетнамской академии наук и технологий.....	1	44
Протокол 6-го заседания Совместной комиссии НЦНИ и НАН Беларуси.....	3	82

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Бабицкая В. Г., Смирнов Д. А., Черноок Т. В., Иконникова Н. В., Пучкова Т. А., Щерба В. В. Компонентный состав липидов мицелиальных грибов	1	45
Тарун Е. И., Рубинов Д. Б., Рубинова И. Л. Замещенные 3-ацил-2,4(1 <i>H</i> ,3 <i>H</i>)-пиримидиноны — ингибиторы уреазы	1	51
Байков В. И., Бородуля В. А., Малевич В. Л., Синкевич А. Е. Определение оптимальных параметров тепло- и массопереноса при глубоком охлаждении в теплообменнике из пучка оребренных труб продуктов сгорания топлива.....	1	60
Вакула С. И., Корень Л. В., Шостак Л. М., Титок В. В. Термогравиметрический анализ биологически активных компонентов семян льна культурного (<i>Linum usitatissimum</i> L.).....	1	69
Еремин А. Н., Потапович М. В., Осока О. М., Михайлова Р. В. Пероксидазная активность культуральной жидкости гриба <i>Phellinus robustus</i> K в окислении пирогаллола и тетраметилбензидаина в водной и водно-органической среде.....	1	79
Бабенко А. С., Субоч Е. И., Гилеп А. А., Усанов С. А. Оценка относительного уровня экспрессии протоонкогена ERBB2 методом ПЦР в режиме реального времени....	1	93
Шарко О. Л., Князева О. В. Синтез 1-О-алкил-2-[N-(2,4-динитрофенил)-β-аминопропионил]- <i>sn</i> -глицеро-3-фосфохолина — хромогенного аналога фактора активации тромбоцитов	3	5
Башилов А. В., Спиридович Е. В., Тимофеева В. А. Антиокислительные свойства и фитохимический состав представителей семейства <i>Begoniaceae</i>	3	11
Лиштван И. И., Стригуцкий В. П., Царюк Т. Я., Дребенкова И. В. Влияние трансформации коллоидных структур маслорастворимых поверхностно-активных веществ на синергизм их композиций	3	22
Татур М. М., Островский В. В. Методология построения баз для синтеза и анализа классификаторов	3	32
Нечипуренко Н. И., Верес А. И., Грибоедова Т. В., Пашковская И. Д., Тишина Л. А., Матусевич Л. И. Метаболические нарушения у больных дисциркуляторной энцефалопатией при лечении мексидолом.....	3	42
Литвиновская Р. П., Райман М. Э., Анисеев В. И., Хрипач В. А. 28-Гомобрассино-стероиды, модифицированные остатком индолилуксусной кислоты	3	50
Герловский Д. О., Антонович Г. Н., Литвинко Н. М., Огейко Н. Г., Петрусевич И. И., Лахвич Ф. А. Активность панкреатической фосфолипазы A ₂ при воздействии 2-(<i>цис,цис</i> -9,12-октадекадиеноил)-циклогексан-1,3-диола	3	57
Митюк В. И., Рыжковский В. М., Ткаченко Т. М. Получение и исследование свойств твердых растворов на основе антимонида марганца со структурой типа B8.....	3	65
Бенедиктович А. И., Феранчук И. Д. Динамическая теория дифракции рентгеновского излучения на частично релаксированных структурах.....	4	67
Титовец Э. П., Пархач Л. П. Действие ингибиторов аквапоринов на характер осцилляций внутрисосудистого и внутричерепного давления	4	86
Михалевич А. А., Фисенко С. П. Стохастическое прогнозирование энергобезопасности страны.....	4	93
Кушнир В. Н., Прищепа С. Л. Критическая температура и микроскопические параметры многослойных наноструктур сверхпроводник/нормальный металл	4	99
Багинский В. Ф. Закономерности динамики и структуры древесного опада в хвойных лесах Беларуси	4	110
Гилеп И. Л., Иванчикова Н. Н., Рыбина И. Л., Гилеп А. А. Взаимосвязь структурного полиморфизма гена CYP17 (C/T-34) с биохимическими и биоэнергетическими характеристиками человека	4	118

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФОНДА

Орлович В. А. О работе Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в 2008 году и перспективах деятельности на 2009 год (отчетный доклад на расширенном заседании Научного совета БРФФИ 14 апреля 2009 года).....	2	9
Прокошин В. И. Многовекторность конкурсной поддержки фундаментальных исследований — требование времени	2	41
Соглашение о взаимодействии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в области науки и научно-инновационной деятельности.....	4	9
Протокол договоренности о планируемой тематике, сроках проведения и объемах финансирования совместного тематического конкурса «БРФФИ—Минсельхоз-прод-2010» на основании Соглашения о взаимодействии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в области науки и научно-инновационной деятельности.....	4	12
Харитонов Е. М., Карпейчик С. В. От фундаментальных исследований — к практическим результатам	4	13

ИТОГИ КОНКУРСОВ

Конкурс проектов фундаментальных и поисковых исследований БРФФИ «Наука-2009».....	2	49
Конкурс на соискание грантов БРФФИ для молодых ученых «Наука М-2009».....	2	63
Конкурс БРФФИ на соискание грантов развития «Ученый-2009»	2	77
Конкурс совместных научных проектов БРФФИ и Российского гуманитарного научного фонда «БРФФИ—РГНФ-2009»	2	78
Конкурс совместных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Государственного фонда фундаментальных исследований Украины «БРФФИ—ГФФИУ-2009»	2	81
Конкурс выполняемых в контакте с зарубежными учеными проектов фундаментальных исследований БРФФИ «Наука МС-2009»	2	91
Совместный тематический конкурс исследовательских проектов БРФФИ и Объединенного института ядерных исследований «БРФФИ—ОИЯИ-2009»	2	97
Конкурс совместных научных проектов БРФФИ и Национального центра научных исследований Франции «БРФФИ—НЦНИ-2009»	2	99
Конкурс совместных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Научно-технологического фонда Монголии «БРФФИ—НТФМ-2009»	2	101
Конкурс совместных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Национальной академии наук Азербайджана «БРФФИ—НАНА-2009»	2	103
Конкурс совместных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Вьетнамской академии наук и технологий «БРФФИ—ВАНТ-2009»	2	105
Совместный трехсторонний межрегиональный конкурс в приграничных Гомельской, Брянской и Черниговской областях на проведение фундаментальных исследований по научным проблемам последствий Чернобыльской катастрофы «БРФФИ—РФФИ—ГФФИУ-2009»	2	107
Конкурс проектов научных исследований по проблемам истории и культуры, экологии и природопользования Придвинского края «Полоцк-2009»	2	109
Перечень совместных проектов Национальной академии наук Беларуси, Сибирского и Уральского отделений Российской академии наук.....	2	111
Перечень международных научно-технических проектов	2	115
Перечень научных трудов, изданных при финансовой поддержке БРФФИ в 2008 г. ...	3	78
Перечень республиканских и международных научных мероприятий, поддержанных БРФФИ в 2008 г.	3	79

КОНКУРСЫ БРФФИ: НОРМАТИВНАЯ БАЗА

Положение о конкурсах БРФФИ на 2009 год.....	2	118
Условия конкурса проектов фундаментальных и поисковых исследований БРФФИ «Наука-2010»	2	124
Условия конкурса на соискание грантов БРФФИ для молодых ученых «Наука М-2010».....	2	128
Условия конкурса БРФФИ на соискание грантов развития «Ученый-2010»	2	132
Условия конкурса совместных научных проектов БРФФИ и Российского гуманитарного научного фонда «БРФФИ–РГНФ-2010»	2	137
Условия конкурса совместных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Российского фонда фундаментальных исследований «БРФФИ–РФФИ-2010»	2	142
Условия конкурса выполняемых в контакте с зарубежными учеными проектов фундаментальных исследований БРФФИ «Наука МС-2010»	2	146
Условия совместного тематического конкурса исследовательских проектов БРФФИ и Объединенного института ядерных исследований «БРФФИ–ОИЯИ-2010»	2	151
Условия конкурса совместных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Научно-технологического фонда Монголии «БРФФИ–НТФМ-2010»	2	155
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-2010 (ПР)»	2	160
Условия конкурса совместных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Национальной академии наук Азербайджана «БРФФИ–НАНА-2010»	2	165
Условия конкурса БРФФИ на соискание грантов финансовой поддержки республиканских и международных научных мероприятий на 2009 год	2	169
Условия конкурса БРФФИ на соискание грантов финансовой поддержки участия ученых в зарубежных научных мероприятиях на 2009 год.....	2	171
Условия конкурса БРФФИ на соискание грантов финансовой поддержки материально-технической базы научных исследований на 2009 год.....	2	173
Условия конкурса БРФФИ на соискание грантов финансовой поддержки ученых — авторов монографий для их издания на 2009 год	2	174

ЮБИЛЕИ ИЗВЕСТНЫХ УЧЕНЫХ

Академик Павел Андреевич Апанасевич (к 80-летию со дня рождения)	2	177
--	---	-----

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ АКАДЕМИЙ НАУК

Патон Б. Е. Об основных результатах деятельности МААН (декабрь 2008 г. — сентябрь 2009 г.)	4	20
Протокол совещания руководителей государственных организаций по науке и технике с участием представителей МААН (выписка).....	4	32
Перечень международных научных центров, создаваемых на базе уникальных научных комплексов, расположенных на территории государств — участников СНГ	4	33
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 196 «Об основных результатах деятельности МААН (декабрь 2008 г. — сентябрь 2009 г.)».....	4	34
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 197 «О Соглашении о сотрудничестве в создании Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ»	4	37
Соглашение о сотрудничестве в создании Международного инновационного центра нанотехнологий стран СНГ.....	4	37
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 198 «О Соглашении между МААН и РНЦ «Курчатовский институт»	4	41
Соглашение о сотрудничестве Международной ассоциации академий наук и Российского научного центра «Курчатовский институт»	4	42

Постановление от 23 сентября 2009 г. № 199 «О деятельности Совета по книгоизданию при МААН»	4	47
Положение о Международном конкурсе «Научная книга» МААН на лучший научно-издательский проект	4	48
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 201 «О Меморандуме о взаимопонимании и намерениях между МААН и Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств — участников СНГ»	4	52
Меморандум о взаимопонимании между Международной ассоциацией академий наук и Межгосударственным фондом гуманитарного сотрудничества государств — участников Содружества Независимых Государств	4	52
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 202 «О совместных проектах МААН и МФГС»	4	54
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 203 «О Научном совете по науковедению» ...	4	56
Основные задачи и направления деятельности Научного совета по науковедению, его структура	4	57
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 205 «О награждении серебряной медалью МААН «За содействие развитию науки»	4	58
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 206 «О подготовке плана мероприятий МААН»	4	59
Предложения к плану мероприятий, проводимых по линии МААН в 2010 г.	4	59
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 207 «О предложении ректора МГУ академика РАН В. А. Садовниченко»	4	61
Постановление от 23 сентября 2009 г. № 208 «О проекте Резолюции IV Форума творческой и научной интеллигенции государств — участников СНГ в связи с 65-летием Победы в Великой Отечественной войне»	4	62
Резолюция IV Форума творческой и научной интеллигенции государств — участников Содружества Независимых Государств в связи с 65-й годовщиной Победы в Великой Отечественной войне 1941—1945 годов	4	62
Обращение Международной ассоциации академий наук к главам государств — участников СНГ	4	65
Перечень материалов, опубликованных в журнале «Вестник фонда фундаментальных исследований» в 2009 г.	4	127

ВЕСТНИК ФОНДА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, № 4, 2009

на русском и белорусском языках

Редактор Т. П. Петрович

Компьютерная верстка О. Л. Смольская

Подписано в печать 15.12.2009. Выход в свет 22.12.2009. Формат 70 × 100¹/₁₆. Бум. офсетная.
Усл. печ. л. 10,7. Уч.-изд. л. 8,8. Тираж 163 экз. Заказ 586.

Цена номера: индивидуальная подписка — 17160 руб.; ведомственная подписка — 42720 руб.

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».
ЛИ № 02330/0494405 от 27.03.2009. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, Минск.

Отпечатано в РУП «Издательский дом «Беларуская навука».